

基于全流程视角的模块化评价指标体系构建及应用

王海军¹ 纪杨建²

(1.沈阳工业大学管理学院,辽宁 沈阳 110087;2.浙江大学现代制造工程研究所,浙江 杭州 310058)

[摘 要] 模块化已经成为企业提升产品竞争力的重要工具,企业正从单纯开展模块化设计过渡到向全流程模块化要效益的阶段。通过构建产品模块化生命周期流程模型,设计了面向营销、研发、生产和采购等阶段的模块化评价指标体系。结合具体案例研究发现:(1)模块化已经成为企业撬动全流程产品竞争力的有效工具,对模块化绩效的评价不仅仅存在于模块化设计层面,而构建全流程评价指标有利于系统地评测模块化在市场、研发、采购、生产阶段的综合绩效;(2)通过对不同产业线之间的模块化绩效进行显示和比较,并辅以相关评价机制有利于把模块化的绩效考核指标落实到具体的承接业务部门,进而推动模块化效应能在企业全流程真正发酵出来。

[关键词] 模块化;全流程;模块化产品架构
[DOI 编码] 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2017.01.006
[中图分类号]F272.3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2017)01-0050-07

一、引言与文献综述

进入 21 世纪,市场多元化现象进一步加强,用户越来越期待个性化、客制化的产品。因此,企业一方面专注于更具独特性和活力的市场需求,被迫以快速增长的产品阵容投入到细分的市场区域中(Ericsson & Erixon,1999)^[1];另一方面,必须不断缩短产品研发周期,以应对激烈的市场竞争,因而造成了产品研发和管理的复杂度。在这种情况下,模块化应运而生,并成为了解决这些问题的有效措施之一(童时中,2000)^[2]。模块化理论起源于 20 世纪 50 年代后期,其本质是将产品(系统)分拆成不同的模块,并使模块之间通过标准化接口进行信息沟通的动态整合过程(Jacobs,2011^[3];Gualandris,2013^[4])。

目前,产业界对于模块化的应用已逐渐从最初的结构优化设计、生产管理延展到供应链管理角度。由于产品是企业的竞争力体现载体,企业的经营绩效应当反映到产品竞争力上。为了科学评价模块化

对于产品竞争力的贡献,必须要从产品全生命周期各阶段入手进行分析,挖掘模块化的效益输出渠道,进而确立相关考核指标(KPI),并分解到企业的主要业务部门承接。从国外的研究角度来看,Pine II (1992)对各类模块化方式进行分类,并分析其对大规模定制的促进意义^[5]。Baldwin 和 Clark(1997)指出,模块化是一种组织复杂产品和过程的有效战略,在此基础上提出了模块和模块化概念,列举了模块化现象在几个产业领域已从生产扩展到了设计、使用等其他过程,并预测产业界已经进入了模块化蓬勃期,这对产业结构的调整具有革命性的意义^[6]。Gershenson(1999)从全生命周期视角研究了模块化设计方法,即从设计、制造、装配、售后等流程考虑零部件属性的关联性,进而划分出合理的模块^[7]。之后,Gershenson(2004)还对产品模块化设计方法(例如测量零部件的独立性和相关性)进行了综合对比,并指出了这些方法需要强化定量测算,并需要在

[基金项目] 本文是国家社会科学基金项目“基于模块化视角的产学研用协同创新模式研究及运行机制设计”(项目编号:15BGL007)的阶段性成果。

[作者简介] 王海军(1977-),男,安徽滁州人,沈阳工业大学管理学院副教授,工学博士,管理科学与工程博士后。主要研究方向:协同创新、模块化。

产业界进一步验证^[8]。Ernst (2000) 基于产品模块化和延迟性构建策略角度,评价了相应的供应链结构模型,并用量化手段对比、测算了不同供应链结构下所对应的产品总成本。^[9]

从国内的研究角度来看,基于 Pine II 提出的模块化基本理论,潘双夏(2003)^[10]、侯亮(2012)^[11]等学者进一步研究了模块的划分和产品族的设计方法。孙国强(2011)等运用 ANP 网络分析法建立了多指标综合评价模型,目的是对模块化网络的组织风险进行评价^[12]。桂斌旺等(2004)将模块化理念引入到企业的研发项目管理中,并构建了战略管理、技术管理、经济管理、资源管理以及风险管理五个模块的 R&D 项目评价模型^[13]。刘夫云和祁国宁(2008)提出了分层次的产品模块化划分方法和产品尺寸编码方法,在此基础上对基于产品模块化系数的模块化程度进行了评价^[14]。顾新建等(2014)在研究机电产品模块化设计过程中,提出针对不同技术解决方案可以按照技术和经济准则等指标进行评价^[15]。戴爱明等(2009)基于汽车产业在模块化生产方式下寻找战略合作供应链伙伴的需求,构建了汽车供应商评价指标体系,包含生产控制能力、质量服务能力、合作稳定性、企业竞争力等指标^[16]。李勇泉等(2012)采用柔性协商评价方法对产业集群模块化产品系统的敏捷性指标进行了多重属性综合评价,进而在产业集群体系中出现利益冲突时为多方群体的协商解决提供支持^[17]。董秋霞和高长春(2012)也基于模块化理论,构建了创意产业集群知识创新系统协同发展评价指标体系,包括创意构思、创意成果研发等评测指标^[18]。陶颜和孔小磊(2015)面向金融服务业等行业需求,提出了服务模块化包含服务产品模块化和服务流程模块化两个子维度,并构建了服务模块化评价指标体系。^[19]

纵观研究现有文献,大多聚焦于模块化设计层面,针对模块化设计阶段的评价研究较多,而围绕模块化全流程的绩效评价研究匮乏,因而缺乏相关可操作的方法和评价指标体系。为了弥补现有研究的不足,本文着重分析营销、研发、生产、采购等阶段的模块化效益产出,制定模块化相关评价指标和评价机制,目的是把模块化目标真正落地到企业的相关

业务部门,并推动模块化效益在企业全流程过程中能够得以发酵。

二、全流程模块化节点定义

模块(Module)仅为一个抽象的概念,具有标准化的接口,且能够实现某种特定的功能。一般来说,每个模块会包含一个或若干个模块实体。此外,模块还能被赋予企业某个特定的发展策略^[1]。(1)某些模块需要承接技术创新策略。以智能手机的显示屏为例,显示技术从以前的非晶硅(a-Si)、低温多晶硅(LTPS)到现在的有机发光二极管(AMOLED),而且显示屏的分辨率从 720P、1080P 到 2K,技术创新策略赋予了模块满足用户关注于某些技术创新的需求。(2)某些模块需要承接风格差异策略。例如,电冰箱的箱体材质包括有玻璃、塑料或金属等,不同的用户群体可能会青睐不同材质的箱体外观。(3)某些模块需要承接成本导向策略。例如,洗衣机的后背板等用户关注度不高的构件,可以作为企业降低成本的重点。本文聚焦于营销、研发、生产和采购 4 个关键的产品生命周期阶段,分析与模块化紧密关联的节点任务,具体概况如图 1 所示。

(一)营销阶段

营销阶段重点承接销售环节,其模块化重点任务包括:第一,进行用户群细分、用户需求分析;第二,将用户需求和产品的性能参数关联起来,目的是把市场需求切实带进产品的研发设计过程中。同时,企业还有必要与竞争者进行产品对比分析,进而形成产品规划策略,并转换成后续模块的发展策略。营销阶段侧重于订单履约竞争力(如订单交付时间)等评价指标设计。

(二)研发阶段

为了合理地划分出功能模块,需要由研发部门牵头,和生产、采购、售后等部门一起,共同进行模块的划分,进而构建出全流程部门都认可且承接企业发展策略的模块和模块化产品架构。在此基础上,进行模块的接口设计和模块实体设计。在研发阶段,重点考核模块化产品架构竞争力,如产品平台数、模块配置自由度^①和模块化产品架构的完整度等。

(三)生产阶段

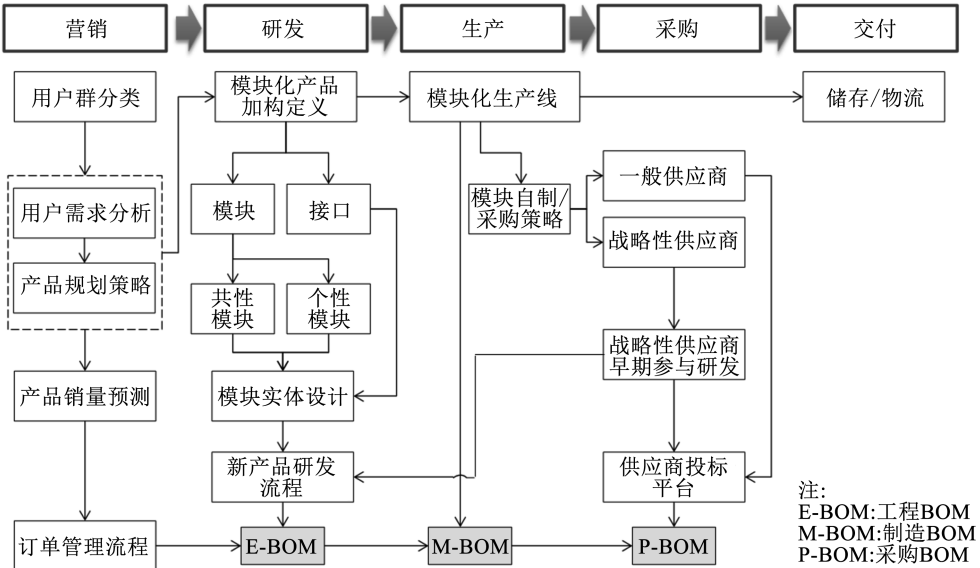


图 1 全流程模块化节点示意图

为了承接并落实模块化研发阶段的成果,生产出承接企业发展策略的功能模块,需要在模块化生产阶段部署相应的管理方针和绩效 KPI 约束等,例如人均生产效率、品质水准等。

(四) 采购阶段

寻找到性价比高的模块供应商是保证以上生产目标实现的关键。因此,需要综合考虑模块供应商的能力和模块实体的性能、数量需求,吸引合乎资质的优秀供应商参与竞标。此外,某些具备研发、生产和检测能力的模块供应商对于企业的技术创新十分有益,企业有必要采取相关措施整合优秀模块供应商参与早期的产品研发,进而为后续的模式供货奠

定基础。关于采购阶段的评价指标,本文主要定义模块化供货比例、SKD(模块包)供货数和一流模块供应商数。

三、全流程模块化评价指标体系和评价机制

(一) 评价指标体系构建

基于以上模块化关键流程理论分析结论,本文构建了向全流程的模块化评价指标体系,如表 1 所示。全流程节点关联 BOM,市场、研发、制造和采购阶段对应的主目标分别为订单履约竞争力、模块化架构竞争力、生产效率竞争力和模块采购竞争力,其中:

1. 订单履约竞争力主要是从市场的角度衡量模块化产品平台的市场竞争力。其子目标规划有平台

表 1 全流程的模块化评价指标体系										
全流程的模块化评价指标及关系 BOM										
阶段	主评价指标	子评价指标	释义	单位	市场部	开发部	制造部	采购部	质量部	售后部
营销	订单履约竞争力	平台市场领先率	在销的排名市场前五的平台个数/在销平台总数	%	★	◆				
		订单交付时间	从接到用户订单到交付产品的时间	天	★	◆	□			
		单平台盈利率	平台总盈利/平台累计投入成本	%	★	◆				
研发	模块化产品架构竞争力	产品平台数	企业 1 年内实际量产或计划量产的平台个数	个		★				
		模块配置自由度	企业 1 年内市场上量产的型号数/模型实体总数	%	◆	★				
		模块化产品架构完整度	具有完备的模块接口和模块规格描述文档	%	◆	★				
生产	生产效率竞争力	人均生产效率	每人在 1 小时内生产的标准台产品数量	台/人时			★			
		品质水准	当年不良率	%		◆	★	◆	★	◆
		自动化生产线数量	实现自动化的线体数(前工序,总装)	条				★		
采购	模块采购竞争力	模块化供货比例	能找到合格模块商供货的模块实体比例	%	◆		□	★	□	
		SKD(模块包供货数)	能找到合格模块供应商供货的 SKD 模块实体个数	个		◆		★	□	
		一流模块供应商数	一流模块供应商具备以下 4 项能力: ①具备与模块生产和批量供应的能力 ②具备技术创新的能力,有模块设计的技术路径图 ③具备质量保障的能力,有完善的模块质保体系 ④具备管理二三级供应商的能力	个		◆		◆	□	

综合竞争力、订单交付时间、单平台盈利率。以海尔集团电冰箱产品为例,目前主要有对开门、法式、三门、多门、BM 风冷(冷藏室放置下部)、TM 风冷(冷藏室放置上部)六种产品平台,产品在中国市场销售时主要面临着国内同行厂家美的、海信、TCL 和国际品牌西门子、伊莱克斯、松下等对手竞争。通过实施模块化,模块化产品平台的销售排名进入前五的数量设累计为 5 个,则平台市场领先率则为 $5 \div 6 \times 100\% = 83.3\%$ 。

2.模块化架构竞争力则重点考核通过模块化,能够量产的平台数、模块配置自由度、模块化架构完整度等。其中,模块化产品架构的构建也是个从无到有、从有到精的过程,比如模块化架构中的组成元素——模块和接口的描述文档(图纸、技术标准等)是否齐备?

3.生产效率竞争力重点评价通过模块化生产改造后,人均生产效率、产品的品质不良率和自动化生产线数量指标的改善情况,生产效率竞争力也是承接营销、研发阶段模块化实施的成果的重要绩效体现。

4.模块采购竞争力从采购环节衡量模块供应指标的改善情况,比如模块供货数(即单模块的采购量,该指标改善与单型号竞争力提升相关关联)、SKD(模块包)供货数和一流模块供应商数量,而具备研发、生产和质量保障能力的模块供应商将有利于加速企业的技术创新。

在此基础上,本文将模块化相应评价指标与一般制造企业的业务部门关联起来,目的是保证具体指标有对应部门承担,对于某些多个部门关联的评价指标,采用不同等级来衡量强弱关系,例如弱相关(□),普通相关(◆),强相关(★)。作为承担模块化相应任务的业务部门,其绩效考核必然包含若干非模块化的任务,当模块化评价指标与其强相关时,模块化也就成为其绩效考核的关键项。反之,则为绩效考核辅助项。

(二)绩效评价机制

1.评价指标均衡原则。全流程模块化的评价指标重要度等级相同,任何一个指标的缺失都可能会影响整体的模块化绩效提升。

2.定义绩效评价标准。给出 0、2、4、6、8、10 六

个评价分值,并结合企业能力现状设定相应的模块化绩效数值,即采用不同分值来标识每项评价指标所对应的绩效强弱等级。例如,0 代表针对该项评价指标,企业的模块化绩效为 0,10 代表该项评价指标企业的模块化绩效为满分。

3.数据采样和数值拟合。采集企业针对各个评价指标的实际绩效数值,依据上述绩效评价标准得出的拟合曲线和公式,拟合出各实际绩效所对应的评价分值,即采用 0-10 评价分值对各项实际绩效数值进行标准化数值转换。

4.评价子项加权、汇总。基于模块化二级评价指标拟合出对应的标准化数值,并进行加权求和,即得到企业的最终模块化绩效数值。

5.模块化绩效分区显示。制定不同的分区来表征企业的最终模块化绩效,并将基于以上步骤得出的模块化绩效数值归入相应区域,达到直观显示、横向对比的效果。

四、实证分析

(一)案例企业的模块化概况

以海尔集团公司为例,分析其在全流程模块化推进方面的实践。2008 年,海尔集团正式开始在其产业线(冰箱、冷柜、洗衣机等事业体)内部全面实施模块化,并首先选择产品的设计端入手,从设计零件到设计功能模块。比如,海尔集团的天樽空调产品由原来累计 265 个零部件,通过实施模块化,产品的结构优化成为 21 个模块,在此基础上引入 SKD(模块包)供应商,新品的上市时间减少一半,总成本降低约 25%,加工工时减少了 30%,供应商数量缩减约 60%。2013 年,海尔集团进入到了模块化全流程推进阶段,一方面,通过模块化来撬动企业的战略转型,实现与集团要求的大规模定制和智能制造战略契合起来;另一方面,建立以模块为索引的财务模型,并通过模块化评价体系和机制来考核各产业线的模块化绩效。

(二)模块化评价指标体系和评价机制应用

为了有效推动模块化从设计端过渡到全流程,海尔集团设置了专门的模块化推进办公室(Strategy Implementation Office, SIO),并负责评价各产业线的模块化绩效,同时推动模块化绩效评价机制落实到位。基于表 1 给出的全流程模块化评价指标和评价

表 2 海尔冰箱的全流程模块化评价指标体系和评价标准

节点	营销			研发			制造			采购			
主评价指标	订单履约竞争力			模块化产品架构竞争力			生产效率竞争力			模块采购竞争力			
子评价指标	平台市场领先率	订单交付时间	单平台盈利率	产品平台数	模块配置自由度	模块化产品架构完整度	人均效率	品质水准	自动化线体数	模块供货比例	SKD 模块供货数	一流模块商个数	
指标单位	%	天	%	个	%	%	台/人时	%	条	%	个	个	
评价分值	10	100%	5	20%	6	13%	100%	1.28	0.98%	17	100%	13	60
8	83.3%	10	15%	5	10%	80%	0.85	1.28%	13	80%	11	50	
6	66.7%	13	10%	4	9%	60%	0.77	1.33%	8	60%	8	40	
4	50%	15	7%	3%	7%	40%	0.60	1.45%	5	40%	5	30	
2	33.3%	18	3%	2	5%	20%	0.51	1.51%	2	20%	2	20	
0	0.0%	≥23	≤0	≤2%	0	≤0.36	≥1.73%	0	0	0	≤10		

机制,SIO 重点抓模块化目标分解和绩效考核,推动了产业线→业务部门主动承接模块化目标和推进任务。表 2 为全流程模块化评价指标体系和模块化绩效评价标准在海尔冰箱产业线的应用。

在采集了海尔冰箱实际的模块化绩效数值后,可按照依据评价标准进行数值拟合,进而得到各实际绩效所对应的评价分值。如图 2 所示,针对平台市场领先率指标和订单交付时间指标进行数值拟合,基于这两个指标的实际绩效,平台市场领先

率——75%,订单交付时间——8 天,按照数值得到的标准化值分别为 6.79(A 点纵坐标)和 9.75(B 点纵坐标),同理可得到冰箱产业线的其他模块化实际绩效所对应的标准化值。

依此方法,可以类推得到海尔集团其他产业线的模块化绩效所对应的标准化值,包括冷柜、洗衣机、空调(家用)、热水和厨电(以吸油烟机为主),如表 3 所示。

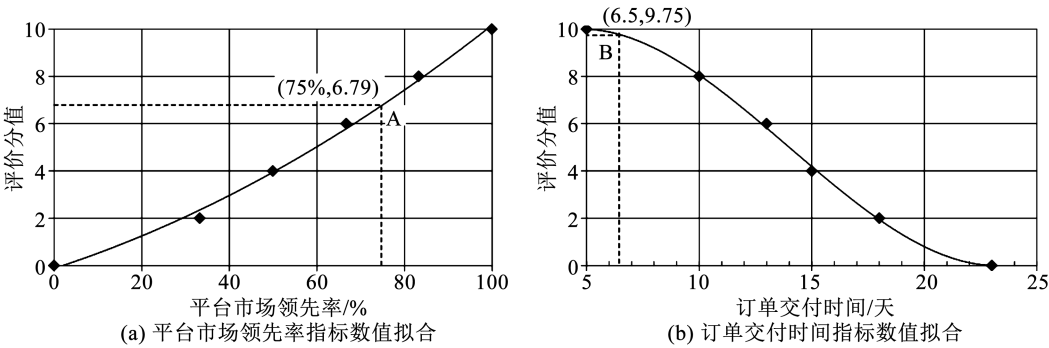


图 2 冰箱模块化评价指标数值拟合示意图

表 3 海尔主要产业线的模块化绩效对应的标准化值

节点	营销			研发			制造			采购			各产业线 模块化绩 效平均值
一级评价指标	订单履约竞争力			模块化产品架构竞争力			生产效率竞争力			模块采购竞争力			
二级评价 评价指标	平台综合 竞争力	订单交 付时间	单平台 盈利率	产品平 台数	模块配置 自由工	模块化产品 架构完整度	人均 数率	品质 水准	自动化 线体数	模块供 货比例	SKD 模块 供货数	一流模块 商个数	
冰箱	6.79	9.75	6.30	6.00	8.12	7.40	7.88	6.50	6.45	8.50	7.59	7.21	7.37
冰柜	6.00	8.44	5.59	6.00	5.52	6.80	7.50	6.20	2.80	7.60	6.80	6.90	6.35
洗衣机	5.60	9.10	6.00	4.00	8.12	4.20	8.83	5.00	2.60	5.20	7.07	6.20	5.99
空调	6.50	9.12	6.80	5.00	5.50	6.50	6.20	5.00	2.00	5.00	6.00	7.20	5.90
热水器	3.60	9.12	5.50	1.00	5.40	2.30	4.50	5.20	2.00	3.80	3.00	5.10	4.21
厨电	200	8.81	2.26	2.00	4.60	1.50	4.68	5.00	0.00	1.68	1.00	3.20	3.06

海尔还通过分区来显示不同产业线的模块化绩效。如图 3 所示,海尔采用先进区(A 区)、达标区(B 区)、保级区(C 区)、后进区(D 区)和警示区(E 区)来表征不同等级的模块化绩效分布。其中,A 区对应[8-10],B 区[6-8],C 区[4-6],D 区[2-4],E 区[0-

2]。在不同分区的临界点 2、4、6、8 处按照取低原则,即如果某产业线的模块化绩效为 6,则列入保级区 C 区;如果模块化绩效为 8,则列入达标区 B 区。

根据以上模块化评价指标体系和评价机制在海尔的应用分析,可以看出:

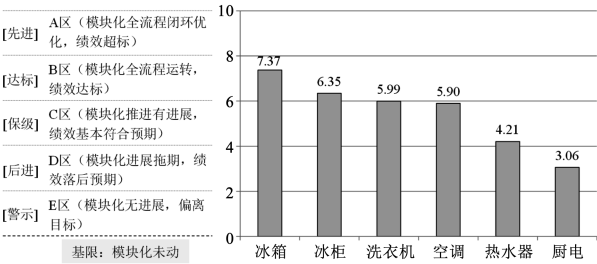


图3 海尔主要产业线的模块化绩效评价机制

1.海尔已经从原先依靠缩短订单交付时间满足市场需求,进入到通过模块化来上承集团战略、下接产业线经营目标。目前,海尔的模块化不仅仅局限在设计阶段,更重要地是围绕产品的生命周期进行全流程提效的新的发展阶段。因此,海尔通过动态显示、横向比较机制,明确各产业线的模块化推进预算和实际的差距,并提出相应的改善方案。

2.计算结果显示,海尔冰箱经过 30 多年的发展,已经具备的良好技术实力和社会品牌效应,海尔下决心树立冰箱产业线为模块化样板,该产业线进而获得了充足的模块化资源投入、机制保障。该产业线的模块化绩效最高(B区),下一步将向A区(先进区)迈进。

3.由于与冰箱产品的相似性和组织机构的关联性,冷柜产业线在模块化推进过程中获得了冰箱产业线的有益模式借鉴,其模块化绩效也位列达标区B区。而空调(家用)、洗衣机产业线也在通过试点样板(如天樽空调)后,已逐渐利用模块化来提升其全流程竞争力,但仍有潜力可挖。而热水器产业线和厨电产业线的全流程模块化推动的组织、机制尚未完全落实到位,这些产业线的模块化绩效处于保级区的边缘或后进区,必须通过有效推动模块化来提升全流程竞争力。

五、结论与启示

模块化已被证实是提升产品竞争力的有效途径之一。然而,长久以来对于模块化的应用更多地是聚焦在设计阶段,产业界也正在积极探寻实施全面模块化来全面提升产品竞争力,因此,有必要找出能够科学地识别、评价模块化绩效的方法和途径。基于这一问题,本文重点之一是构建模块化生命周期流程并定义相依的模块化关键任务,在此基础上,研究设计了面向全流程的模块化评价指标体系,包含订单履约竞争力、模块化架构竞争力、生产效率竞争

力和模块采购竞争力几个评价维度。结合海尔集团的具体模块化实施案例分析,进一步说明了模块化成为海尔撬动全流程产品竞争力的工具,该企业已不再局限于应用模块化来进行产品的优化设计,更延展到在产品的生命周期流程阶段(营销、研发、生产、采购)全面引入模块化,以达到获取综合效益的目的进一步。结合实证验证了本文所提理论方法的可行性:(1)借助全流程模块化评价指标体系有利于动态显示、评价在营销、研发、生产、采购等生命周期过程中模块化的绩效以及与预算的差距,并寻找出相应的改善方案;(2)通过辅以相应的评价机制,有利于驱动产业线及其相关业务部门主动承接模块化的目标,即将模块化作为衡量组织绩效的关键KPI之一,保障了模块化的关键任务能够被切实地执行和实施。本文研究成果可为其他中国企业在探索模块化、全面评价模块化的实施绩效和改进路径过程中提供有益参考。

企业推进全流程模块化,关键是为产品竞争力提供支撑。因此,在模块化全流程评价指标体系构建过程中,需要考虑到评价指标和业务部门职责的匹配性和具体评价方法的可操作性,即模块化应该被赋予正确的绩效评价指标。其次,模块化不是短期就能见效的工具,需要相当长的时间进行系统性实施,并固化到企业的管理流程中才能真正执行落实到位、效益发酵。所以,企业需要结合自身的运营战略,有条理、分步骤地实施模块化设计、模块化生产和模块化采购,避免在全面实施模块化过程中陷入到涉及范围过大引发资源投入不足、目标设定和机制设计不善影响推广复制等问题。

【注】

①模块配置自由度表示基于模块实体配置出的变型产品弹性程度,等于企业1年内量产的产品型号数与模块实体总数比值。

参考文献:

[1] Ericsson A., Erixon G. Controlling design variants: modular product platforms[M]. American Society of Mechanical Engineers, 1999.
[2] 童时中.模块化原理设计方法及应用[M].北京:中国标准出版社,2000.

[3] Jacobs M., Cornelia D. Product and process modularity's effects on manufacturing agility and firm growth performance [J]. Journal of Product Innovation Management. 2011, 28 (1).

[4] Gualandris J., Kalchschmidt M. Product and process modularity: improving flexibility and reducing supplier failure risk [J]. International Journal of Production Research. 2013, 51 (19).

[5] Pine II B. J. Mass Customization: the new frontier in business competition [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1992.

[6] Baldwin C. Y., Clark K. B. Managing in an age of modularity [J]. Harvard Business Review. 1997, 75 (5).

[7] Gershenson J. K., Prasad G. J., Allamneni J. S. Modular product design: a life-cycle view [J]. Journal of Integrated Design and Process Science. 1999, 3 (4).

[8] Gershenson J. K., Prasad G. J., Zhang Y. Product modularity: measures and design methods [J]. Journal of Engineering Design. 2004, 15 (1).

[9] Ernst R., Kamrad B. Evaluation of supply chain structures through modularization and postponement [J]. European Journal of Operational Research. 2000, (124).

[10] 潘双夏, 高飞, 冯培恩. 批量客户化生产模式下的模块划分方法研究 [J]. 机械工程学报, 2003, (07).

[11] 侯亮, 王浩伦, 穆瑞. 模块化产品族演进创新方法研

究 [J]. 机械工程学报, 2012, (01).

[12] 孙国强, 朱艳玲. 模块化网络组织的风险及其评价研究——来自一汽企业集团网络的经验证据 [J]. 中国工业经济, 2011, (08).

[13] 桂斌旺, 陈劲, 方琴. 基于模块化管理的 R&D 项目评价模型 [J]. 科研管理, 2004, (25)

[14] 刘夫云, 祁国宁. 产品模块化程度评价方法研究 [J]. 中国机械工程, 2008, (08).

[15] 顾新建, 杨青海, 纪杨建. 机电产品模块化设计方法和案例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.

[16] 戴爱明, 高学东, 肖灵机. 基于模块化的汽车供应链战略伙伴评价测度模型 [J]. 科技管理研究, 2009, (07).

[17] 李勇泉, 姚苏秦, 刘闲月. 产业集群模块化产品系统敏捷性指标体系及柔性协商视角的评价 [J]. 科技管理研究, 2012, (15).

[18] 董秋霞, 高长春. 基于模块化理论的创意产业集群知识创新系统运行机制及协同发展评价研究 [J]. 科技进步与对策, 2012, (16).

[19] 陶颜, 孔小磊. 服务模块化评价指标体系的构建 [J]. 技术经济, 2015, (06).

(责任编辑: 宋 敏)

Construction of Modularity Evaluation Index and Its Application

——From a Perspective of End-to-End Process

WANG Haijun¹, JI Yangjian²

(1. School of Management, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;

2. Institute of Modern Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Modularity is proved to be an effective tool to help enterprises strengthen their product competitiveness, and enterprises are intending to transfer from traditional modular design to the pursuit of comprehensive benefits through end-to-end modularity. By constructing a product modularity model around a lifecycle angle, this article designs the modularity evaluation indices regarding the marketing, R&D, manufacturing and sourcing stages. Combined with the case study, the research finds: (1) enterprises are adopting modularity as a tool to strengthen their product competitiveness, and the evaluation of modularity is not restricted to the modular design level. The construction of end-to-end evaluation indices is applicable for systematically measuring the performances of modularity regarding marketing, R&D, procurement and production stages; (2) the modularity performances of various divisions can be displayed and compared by the adoption of above end-to-end evaluation indices. And the combination of relevant evaluation mechanism could facilitate the implementation of modularity performance, and substantially promote the generation of modularity effects in end-to-end stages.

Key Words: Modularity; End-to-end process; Modular product architecture