

产业模块化研究

CHANYE MOKUAIHUA
YANJIU

● 闫星宇 著



南京大学出版社

本书由南京财经大学学术著作出版基金资助出版

产业模块化研究

CHANYE MOKUAIHUA
YANJIU

● 闫星宇 著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

产业模块化研究 / 闫星宇著. —南京: 南京大学出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-305-06674-0

I. 产… II. 闫… III. 模块化—产业组织—研究 IV. GF062.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013263 号

出版者 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出版人 左 健

书 名 产业模块化研究
作 者 闫星宇
责任编辑 王日俊 编辑邮箱 abcwrj@126.com

照 排 南京紫藤制版印务中心
印 刷 南京京新印刷厂
开 本 880×1230 1/32 印张 7.25 字数 190 千
版 次 2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-06674-0
定 价 24.00 元

发行热线 025-83594756
电子邮箱 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换



导论	(1)
第一章 模块化研究现状及述评	(9)
第一节 模块化研究现状	(9)
一、模块化内涵	(10)
二、模块化设计	(12)
三、模块化生产	(15)
四、模块化组织	(18)
第二节 模块化：信息时代产业结构发展的新型模式	(22)
一、模块化的基本机理	(24)
二、模块化的价值所在	(25)
第三节 模块化局限及适用范围	(30)
一、有着自身局限的模块化不可能成为产业发展的 终极状态	(30)
二、根据技术发展轨迹选择模块化还是一体化	(37)
本章小结	(44)

第二章 模块化生产的架构分析	(46)
第一节 模块与模块化的内涵	(46)
一、模块内涵与分类	(46)
二、模块化内涵	(48)
三、狭义模块化与广义模块化：基于标准的划分	(51)
第二节 模块化生产的产生机制	(53)
一、精益生产、大规模定制和敏捷制造	(53)
二、模块化生产的内涵	(55)
三、模块化生产网络的产生	(56)
第三节 模块化生产的基本架构	(62)
一、模块化生产的本质	(62)
二、模块化生产与其他生产方式的比较	(63)
三、模块化生产的基本特征	(66)
四、模块化生产的分类	(68)
五、模块化生产的基本架构	(71)
六、设计规则的形成机理分析	(74)
本章小结	(77)
 第三章 模块化设计创新	(79)
第一节 模块化设计的基本原理	(80)
一、基本概念	(80)
二、一般设计过程	(83)
三、模块化设计	(85)
四、IBM/360 系统的设计规则	(88)
第二节 模块操作符与设计灵活性	(91)

一、分割与替代	(92)
二、扩展与排除	(94)
三、归纳与移植	(96)
第三节 IBM/360 与 GNU/Linux 的模块化设计	(99)
一、IBM/360	(99)
二、GNU/Linux	(102)
本章小结	(106)
第四章 模块化组织机理与竞争优势	(108)
第一节 典型的模块化组织分析	(109)
一、金字塔型、信息同化型和信息异化型	(109)
二、内部组织模式和授权设计模式	(112)
三、一体化的企业组织模式、核心企业协调下的 网络组织模式、模块集群化的网络组织模式	(115)
第二节 模块化组织的运行机理与特征分析	(118)
一、模块化组织的运行机理	(118)
二、模块化组织的特征分析	(120)
三、案例：IC 产业的整合模式演进	(125)
第三节 模块化组织的竞争优势与风险	(128)
一、模块化组织的竞争优势	(128)
二、模块化风险	(134)
本章小结	(139)
第五章 模块化的信息处理优势与创新激励	(140)
第一节 模块化的信息隐藏优势与模块商激励	(140)

一、模块化组织的信息处理效率高于互动式组织和等级式组织	(140)
二、模块商的激励机制分析	(145)
三、案例：硅谷模式	(148)
第二节 风险投资商的组织形式选择	(151)
一、公司制和有限合伙制的优劣势分析	(153)
二、公司制和有限合伙制的契约效率比较	(154)
三、我国的风险投资商组织形式状况	(158)
第三节 风险投资商的运作方式分析	(160)
一、分阶段投资可以有效解决信息不对称问题	(160)
二、可转换优先股是一种较理想的投资工具	(162)
三、风险投资的退出方式分析	(165)
本章小结	(169)
 第六章 模块化视角的江苏软件业发展分析	(170)
第一节 软件业研究现状与发展趋势	(170)
一、软件产业及其创新的界定	(170)
二、关于软件产业创新的研究	(172)
三、软件业的发展趋势	(175)
第二节 江苏软件业发展的总体状况	(180)
一、江苏软件产业持续快速增长	(180)
二、创新能力不足制约江苏软件业的进一步发展	(185)
三、江苏软件产业发展的有利条件	(189)

四、江苏软件产业的发展重点	(191)
第三节 提升江苏重大软件项目研发能力的模块化机制设计	(192)
一、软件业模块化创新的总体思路	(192)
二、积极促成风险投资商争做系统集成商	(195)
三、积极促成核心软件企业充当系统集成商	(202)
四、解决中小企业融资难的问题,培育有竞争力的 模块供应商	(204)
五、加快软件人才培养步伐,着力打造智力资源优势	(209)
本章小结	(212)
参考文献	(214)

一、问题的提出

作为解决复杂问题的新方法，模块化是半自律性的子系统（模块）按照一定的联系规则与其他子系统相互联系而构成更加复杂的系统或过程（青木昌彦，2003）。随着电子、通信、计算机等信息技术的快速发展，模块化在飞机制造、汽车制造、计算机制造、手机制造、重型设备制造以及金融和信息服务等行业得到了广泛的应用。模块化是一种有效组织复杂产品生产的战略，模块化战略正在从本质上改变着现存的产业和产业结构，重塑社会经济的微观基础和基本结构，当今世界已经进入模块化设计、模块化生产、模块化消费的模块化大发展时期（Baldwin and Clark, 1997, 2000）。

学界对模块化的研究，尤其是 1997 年 Baldwin 和 Clark 在《哈佛商业评论》发表“模块时代的管理”的论文以来，无论文献数量还是研究深度均达到了前所未有的高度。Sturgeon（2002）认为模块化生产网络是产业组织的一种新型美国范式。青木昌彦（2003）认为模块化可能彻底改变现存的产业和企业结构，具有强大的冲击力，模块化是新产业结构的本质。国内也以《中国工业经济》杂志为主要平台，涌现了一大批研究模块化的学者，如罗珉（2004，2005）、李海舰（2007）、朱瑞博（2004，2006）、胡晓鹏（2004，2005）、孙晓峰（2005）等。

模块化是一个将复杂系统进行分解和整合的动态过程,包括模块化分解和模块化整合。在模块化结构中,每个模块内部独立开展工作,不必与其他模块进行协调,使得模块化能够对平行开展的工作进行协调;并且模块化结构还会产生更多的选择余地,从而能够更好应对系统的不确定性,最终方案的多样性和可选择性正是模块化的最大优势。模块化在大规模定制中得到了普遍应用,既能满足客户的个性化需求,又能保持较低的生产成本和较短的交货提前期。

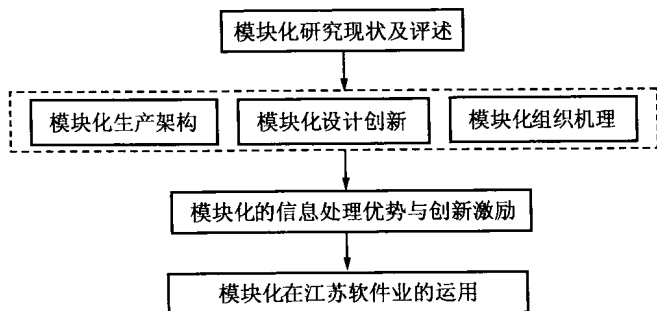
为了提高产品的国际竞争力,提升自主创新能力已经成为国家战略。目前,大多行业的普遍现状是自主研发能力不强,产品附加值低,缺乏自主品牌,等等。作为硅谷模式精髓的模块化,最大的优势在于最终方案的多样性和可选择性,也就是说创新能力极强,对参与方的激励机制比较完善。因此,本书将对模块化理论及其在软件业的运用进行研究,以期对实践行业的创新能力提升有所启发。

二、研究框架与基本内容

本书共分六章,首先对模块化的研究现状进行评述;然后从模块化生产、模块化设计和模块化组织三方面对产业模块化进行研究;接着以风险投资商充当系统集成商为例,分析模块化的信息处理优势和创新激励;最后针对江苏软件产业的发展现状,提出了模块化视角的政策建议。研究框架如下图所示。

第一章对产业模块化的研究进行述评。首先从模块化内涵、模块化设计、模块化生产、模块化组织四方面综述模块化的研究现状。① 模块化内涵。运用最广泛的是青木昌彦(2003)给出的定义,认为模块化是半自律性的子系统(模块)按照一定的联系规则与其他子系统相互联系而构成更加复杂的系统或过程。② 模块化设计。研究侧重于设计规则和设计方法,设计规则由结构、

界面、标准三个要素组成，以 Baldwin and Clark (1997, 2000) 为代表；设计方法包括设计结构矩阵和基于产品平台的产品族设计。③ 模块化生产。主要研究其优势所在，包括供给多样化的产品、实现大规模定制、便于企业实施延迟区分战略、简化生产流程。④ 模块化组织。尤其需要关注模块化生产网络、业务外包和模块化组织的创新。



然后提出模块化是信息时代产业结构发展的新型模式，具体分析模块化的价值。研究认为模块化为其成员集成商和模块商提供了非常有效的激励机制，对集成商通过声誉进行激励，对模块商通过“背靠背”的锦标赛进行激励。在此基础上使得模块化系统具有了良好的风险防范能力，避免战略趋同、封闭自守、创新惰性等问题发生。尽管得到广泛应用的模块化有其独特的竞争力，但也不是万能的，自身也存在问题，因而最后研究了模块化的局限和适用范围。厂商应根据技术的发展轨迹确定是否采用模块化这种组织形式，在产品性能和稳定性还不够好的时候利用一体化的内部协调优势，改善产品性能；产品性能过于好时，利用模块化反应速度快、可以定制和便捷性的优势；当消费需求上移，产品性能又变得不够好时，再重新采用一体化来改善产品性能。

第二章研究模块化生产的基本架构，具体分析模块和模块化的内涵、模块化生产的产生机制和基本架构。模块是可组成系统

的、具有某种确定功能和接口结构的典型通用独立单元。可以从不同的视角对模块进行分类：硬件模块和软件模块；功能模块、结构模块和单元模块；通用模块与专用模块、基型模块与改型模块、主体模块与辅助模块。模块化是指相对独立的模块通过一定联系规则构成产品或系统。联系规则往往是标准——技术标准和功能标准，分别对应狭义模块化和广义模块化。狭义模块化是指产品层面的模块化——模块化设计和模块化生产；广义模块化是指产业层面的模块化，除了狭义模块化的内容外，还包括组织模块化。狭义模块化具有典型化、通用化、系列化、模数化和组合化的特征，是标准化的高级形式；而广义模块化是标准化的更高级形式。

模块化生产是规则设计商、产品集成商和模块供应商基于编码化信息的交换，并利用契约形成的开放式生产网络。其中规则设计商负责产品的设计和营销，甚至产品集成，但不从事生产；模块供应商负责生产，但客户并不单一。模块化生产的产生可以归结为 1990 年代以来消费需求的日益多样化和个性化、信息技术的快速发展以及投入的多样化，企业为了获得产品创新和快捷生产的竞争优势，进而实施产品结构模块化和组织结构模块化的结果。从激励角度来看，模块化生产的本质是集企业与市场的比较优势于一体的生产网络。与依附型生产方式以及关系型生产方式相比，模块化生产的供应商并不局限于一个或少数客户，可以为众多客户提供全套服务，能够形成规模经济。模块化生产是一种灵活分散的全球制造网络；知识和信息成为最重要的生产要素；产品集成商和模块供应商是一种新型的合作关系；运用替代经济提高生产效率。根据产品特征，模块化生产可以分为组件共享模块化、组件互换模块化、量体裁衣模块化、混合模块化、总线模块化和组合模块化，每种方式在实现多样化和定制化的程度有所差别。

规则设计商、产品集成商、专用模块商和通用模块商组成模

模块化生产的基本架构。规则设计商对产品系统进行模块分解，明确产品系统的结构、界面和标准，然后集成商通过界面规则整合不同的功能模块形成产品。设计规则包括选择机制、联动机制和激励机制，其中，选择机制包括集成协议和测试标准；联动机制包括界面规则和接口标准；激励机制包括利益机制和惩罚机制。在这种架构中，规则设计商之间存在竞争，集成商之间存在竞争，模块供应商之间也存在竞争，并且集成商有取代设计商的可能，模块商也有可能替代原来的集成商。

第三章关于模块化设计，分析模块化设计的基本原理、模块操作符与设计灵活性以及 IBM/360 与 GNU/Linux 的模块化设计。设计是对产品结构和功能的抽象描述，设计和设计过程可以细分为更小的单元，二者有着不同的微观结构。设计的微观单元是设计参数，设计过程的微观单元是设计任务。在参数和任务层面，设计和设计过程是同构的，设计任务就是选择设计参数。设计结构是物理和逻辑上相互依赖的一系列设计参数，可以用设计结构矩阵予以描述。设计结构的设计参数选择构成了设计任务，相互依赖的一系列设计任务形成了任务结构。产品的设计结构与其设计过程的任务结构密切相关，基本同构，但并不相同。

设计过程就是选择设计参数的过程。在一般的设计过程中，为了找到最优的设计参数，设计者必须不断重复解决设计参数的相互依赖关系，从一个参数到另一个参数，再回到这个参数，甚至多次回到这个参数，不断地在众多设计参数中循环。模块化设计明确了经验形成的默契知识，将一般设计参数上升为设计规则，既要足够的相互依赖关系和不确定性纳入设计过程，以产生更多的设计选择，但又不纳入过多的相互依赖关系和不确定性，以免使设计过程陷入无限循环或者僵化。

模块化的规则设计商和模块供应商的划分、可见信息和隐藏信息的划分决定了模块化设计的灵活性，分割、替代、扩展、排

除、归纳、移植等模块操作符可以在许多地方以不同的方式进行组合。分割是指将设计任务分配给不同的模块，任务在模块内部高度互连，模块之间相互独立。替代是指设计者用系统中同一模块的更好版本替换原有版本。替代与分割是相互促进的关系，更多的替代导致更多的分割，更多的分割导致更多的替代。扩展操作符是将新模块加入到已有的模块化系统之中，进而在系统中形成一个新的价值源。排除操作符是为了减少成本或保持竞争地位而从模块系统中剔除模块。归纳是将以前的隐藏信息移动到设计层级，使其成为模块系统的可见信息。移植使得某个系统的隐模块能适用其他系统。

第四章关于模块化组织，分析典型的模块化组织和模块化组织的运行机理、特征、竞争优势以及风险。典型的模块化组织包括金字塔型、信息同化型和信息异化型；内部组织模式和授权设计模式；一体化的企业组织模式、核心企业协调下的网络组织模式、模块集群化的网络组织模式。模块化组织的运行机理是集成商和模块商通过依赖机制、联系机制和激励机制构成的一种虚拟网络。模块化组织具有企业内部性的外部化、企业外部竞争的内部化、规则设计商的垄断性、产品集成商的可竞争性、模块供应商的横向一体化等五个特征。模块化组织具有充满活力的内部竞争机制、超强的创新能力、模块化分工促进了模块化产品的迂回生产、组织柔性能更好满足多样化的消费需求、极强的风险化解能力等竞争优势，但也存在一定风险：可能泄露产品的知识产权、更加容易的市场进入、库存风险和资产专用性风险。

第五章研究模块化的信息处理优势和创新激励。以风险投资商充当集成商为例，分析模块化的信息隐藏优势，并对公司制和有限合伙制的风险投资组织形式进行比较，最后研究风险投资商的运作方式，包括注资方式、投资工具的选择以及退出方式。通过对模块化组织、互动式组织和等级式组织三种研发组织的比较

分析,认为模块化组织的信息处理效率高于互动式组织和等级式组织,并且两个因素对模块商激励机制非常重要:① 风险投资商对模块商(初创企业)研发努力的观察误差足够小,也就是说模块商相信锦标赛裁判的判断能力和公正性;② 研发活动的不确定性很大,不确定性越大,模块商的努力越大。

有限合伙制的风险投资组织和公司制的风险投资组织相比,有限合伙制的设立程序简单、税负较少,有限合伙制的存续期限固定能更好地激励风险投资商,分段注资方式更适合风险投资,薪酬激励也高于公司制。有限合伙契约下风险投资商的最优努力水平明显高于公司制契约,并且在风险投资商选择最优努力水平的前提下,有限合伙制的投资者收益远远大于公司制的投资者收益,可见有限合伙制风险投资组织优于公司制风险投资组织。风险投资商的组织方式选择(有限合伙制还是公司制)分析投资者和风险投资商的委托代理关系,也就是第一重委托代理关系;而风险投资商和初创企业的委托代理关系属于第二重委托代理关系,具体分析风险投资商的运作方式。本书认为分阶段投资可以有效解决风险投资商和初创企业之间的信息不对称问题;和债券、普通股、复合证券相比,可转换优先股是一种比较理想的投资工具。

第六章是模块化在江苏软件业的运用。对软件业的相关研究进行了综述,然后分析江苏软件业的现状及其存在的问题,并从模块化视角提出提升江苏重大软件项目研发能力的机制设计和相关的政策建议。软件产业是与软件产品和软件服务相关的一切经济活动和关系的总称,软件产业的研究涉及产品(包含服务)、组织、结构及其关系。软件产业创新不仅仅是技术创新,更是管理创新和商业模式创新。对软件业创新的研究可以从软件园建设、产学研结合、风险投资三个视角进行综述。

江苏软件产业呈现出良好的发展势头,主要表现为软件产业规模不断扩大,产业集聚态势明显,五大类软件业务收入全面增

长，通过各种资质认定的软件企业数量不断增加，新品开发增长较快，特色软件产品群逐渐崛起，软件出口已经初具规模。但仍存在一系列问题，影响着软件产业的快速发展。例如，企业规模小，缺乏国际竞争力；产品覆盖面较窄；自主创新能力不强；软件产业服务体系不够完善；市场秩序不够规范；软件人才培养体系结构不尽合理，等等。尽管存在问题，但发展优势也很明显，如已经形成的软件产业集群、巨大的软件应用空间、良好的人才环境以及较高的对外开放程度。并且全球服务业的转移为江苏软件业发展提供了很好的机遇，再加上中央和江苏省委的高度重视，江苏软件业无疑会有很好的未来。

根据模块化理论，可以发现江苏的风险投资机制不够完善，制约了大量中小软件企业的发展；核心企业与中小企业缺乏分工协作，导致难以实现系统创新。二者共同导致了江苏软件业的创新能力不足。模块化的诸多优势使其成为发展江苏软件业的稳健途径，可以采用核心软件企业主导的模块化运行机制，也可采用风险投资商主导的模块化运行机制。针对这两种机制，江苏应该采取一系列相应措施促成核心软件企业和风险投资商争做系统集成商，解决中小软件企业的融资难问题，培育有竞争力的模块供应商，并做好软件人才的培养工作，为软件业的模块化打好基础。

模块化研究现状及述评

第一节 模块化研究现状^①

模块化理论的研究源自 Herbert Simon (1962), Simon 认为模块化是一种能够促进复杂系统向新的均衡演进的具体结构 (Configuration)。随后模块化作为解决复杂问题的一种方法得到日益广泛的研究。例如, 生物和软件业领域 (Parnas, 1972)、产品设计领域 (Ulrich, 1995; Baldwin and Clark, 2000)、生产领域 (Starr, 1965) 和组织领域 (Langlois and Robertson, 1992; Sanchez, 1995; Sanchez and Mahoney, 1996; Schilling and Steensma, 2001)。

尤其是 1997 年 Baldwin and Clark 在《哈佛商业评论》发表“模块时代的管理”以来, 学界对模块化的研究, 无论文献数量还是研究深度, 均达到了前所未有的高度。Sturgeon (2002) 认为模块化生产网络是产业组织的一种新型美国范式。青木昌彦 (2003) 认为模块化是新产业结构的本质。

^① 闫星宇、李晓慧. 模块化设计、生产与组织: 一个综述 [J]. 产业经济研究, 2007 (4): 69~78.