

第一卷

卡爾斯·鮑德溫 (Carliss V. Baldwin) 金·克拉克 (Kim B. Clark) 著



# 设计规则

模块化的力量

Design Rules:  
the Power of Modularity



中信出版社  
CHINA CITIC PRESS

第一卷

卡丽斯·鲍德温 (Carliss Y. Baldwin) 金·克拉克 (Kim B. Clark) / 著  
张传良 等 / 译



# 设计规则

模块化的力量

Design Rules:  
the Power of Modularity

中信出版社  
CHINA CITIC PRESS

## 图书在版编目 (CIP) 数据

设计规则/(美)鲍德温,(美)克拉克著;张传良等译.—北京:中信出版社,2006.1

书名原文: *Design Rules: the Power of Modularity*

ISBN 7-5086-0545-4

I. 设… II. ①鲍… ②克… ③张… III. 产业经济学—研究  
IV. F062.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 146829 号

Design Rules: The Power of Modularity by Carliss Y Baldwin

Original edition copyright © 2000 Massachusetts Institute of Technology

Simplified Chinese edition copyright © 2006 by CHINA CITIC PRESS

(CITIC Publishing House.)

Published by arrangement with The MIT Press through Bardon-Chinese Media Agency.

ALL RIGHTS RESERVED.

## 设计规则

SHEJI GUIZE

著 者: 卡丽斯·鲍德温 金·克拉克

译 者: 张传良等

责任编辑: 吴素萍 崔璐

出版发行: 中信出版社 (北京市朝阳区东外大街亮马河南路 14 号塔园外交办公大楼 邮编 100600)

经 销 者: 中信联合发行有限责任公司

承 印 者: 北京牛山世兴印刷厂

开 本: 880mm×1230mm 1/16 印 张: 27.25 字 数: 464 千字

版 次: 2006 年 3 月第 1 版 印 次: 2006 年 3 月第 1 次印刷

京权图字: 01-2005-0635

书 号: ISBN 7-5086-0545-4/F·967

定 价: 55.00 元

### 版权所有·侵权必究

凡购本社图书,如有缺页、倒页、脱页,由发行公司负责退换。

服务热线: 010-85322521

<http://www.publish.citic.com>

010-85322522

E-mail: [sales@citicpub.com](mailto:sales@citicpub.com)

[author@citicpub.com](mailto:author@citicpub.com)


信息技术革命对现代经济社会最为重要的影响在哪里？它绝不仅仅体现在光缆的铺设量、移动电话的普及程度、互联网的上网人数等计量指标上，而是体现在信息交换与处理技术的变化正影响着人与人、工作与工作、组织与组织之间的关系，进而使整个产业结构发生根本性变化。为了理解这一变化，经济学和管理学领域开始流行一个关键概念——模块化。本书是对模块化现象的系统研究。从IBM首创的模块化设计到计算机产业结构的飞速升级和持续创新，本书分析基于模块化的设计规则是如何推动了美国新型高科技企业的诞生，进而造就了“硅谷”奇迹的。模块化培育模块集群，推动产业升级，赢得国际竞争力，正是本书的核心思路。

**卡丽斯·鲍德温** (Carliss Y. Baldwin)，哈佛商学院工商管理 William L. White 讲席教授。1972 年获得麻省理工学院学士学位，随后在哈佛商学院获得工商管理硕士和博士学位。

鲍德温教授还在多家公司和非营利机构任职，包括担任哈佛大学设计学院访问学者委员会 (Visiting Committee) 委员，哈佛大学信息技术和管理联合博士项目政策和入学申请委员会委员。

**金·克拉克** (Kim B. Clark)，哈佛商学院院长、工商管理 George F. Baker 讲席教授。1974 年获哈佛大学学士学位，1997 年获哈佛大学工商管理硕士学位，1978 年获哈佛大学经济学博士学位。

克拉克教授的研究领域主要有：设计中的模块化、技术集成和产业演进中的竞争。

责任编辑 吴素萍 崔 璐  
封面设计  工作室 + 郭 鹏  
中信联合发行有限责任公司

献给充满爱心、通情达理的家人

## 序

# 模块化与产业结构的自然演进

青木昌彦

本书的主题是模块化。在我看来，对理解新兴产业结构的本质来说，模块化是一个最重要且最有解释力的理论概念。然而遗憾的是，这个概念在中国好像仍然没有被解释清楚，它的含义和意义仍不为人所理解。但是，随着中国即将进入一个新的产业发展阶段，这个概念对塑造一个复杂且不断变革的产业结构有深远的意义。本书无疑是介绍模块化概念和意义的最佳读本，它被国际学术界誉为具有开创性和里程碑意义的有关模块化的著作。

亚当·斯密关于制针工厂的著名例子，我相信每个经济系的学生都知道。如果把针的制造过程分解成一系列简单的任务，比如，把铁拉成线条状，然后切成很多段，把每段的一端磨尖，另一端钻上孔，等等，每个工人分配到一个任务，这样即使如制作针这样一个简单的产品都可以变得更有效率。尽管斯密只是想用这个比喻来说明专业化的好处，但是它更揭示了一个一般原理，即把一个系统分成各个相互独立的部分可以带来收益。诺贝尔经济学奖得主赫伯特·西蒙（Herbert Simon）曾经用一个手表的生产过程来说明这个一般原理如何适用于一个更加复杂的系统（Simon, 1962, 见本书第3章的专栏3.1）。两个制表工人必须各自组装100个零件才能做成一个表。一个工人按部就班地组装这100个零件，而另一个工人首先制作中间组件，每个组件由10个零件组成，10个中间组件组装好后，整个制表任务也就完成了。对于第一种方法，如果中途放下，那么这个未完成的工作就会变成一堆散件，必须重头开始。同样是中途放下（例如，需要接个电话），第二种方法毫无疑问就不会这么糟。虽然这个例子很简单，但它表明了处理复杂问题的一般方法，那就是把一个复杂系统分解成一系列准独立

的子系统。那么应该如何把整体分解成各个部分呢？显然，如果每个中间部分本身就是一个相当完整的子系统，而且它们之间以非常简单的关系结合在整个系统之中，那么即使存在可能的干扰，制表过程也会更加容易控制。

现代经济到处都是复杂的生产系统，比如计算机、汽车、火箭、互联网，以及许多其他的生产系统。西蒙这个制表的例子所揭示的原理是否也同样适用于这些复杂生产系统的设计和生产？或者蕴涵着其他更加新奇的原理？如果是的话，对当前的产业结构又有怎样的影响？作者鲍德温和克拉克（Baldwin和Clark）在本卷著作以及正在计划写作的第二卷里，将以最权威、最旁征博引的方式来回答这些问题。他们以IBM公司的360系统（它是20世纪60年代大型计算机系统的突破）设计的历史过程作为整个故事的开始。由于预想到该系统的设计过程将非常复杂，因而整个设计过程按计划被分解成一系列准独立的子系统，作者将这些子系统通称为模块。但是，每个模块的设计必须遵照某些共同的明确规则，以保证这些模块能够构成一个和谐、完整的系统。很显然，他们将这些规则的详细说明称为设计规则，设计规则是360系统这个宏伟设计项目成功的关键。作者仔细地记录了360系统获得成功的方式，并对详细说明设计规则和对系统设计进行模块化涉及的各种原则进行了分析。

IBM对设计规则的详细说明和对设计过程的模块化基本上是通过“自上而下”的方式进行的。构想、设计、执行和强化设计规则是由几个天才工程师艾姆达尔、布罗、布鲁克斯发起并以他们为核心展开的。如果故事停在这里的话，360系统与西蒙的制表例子虽然在复杂性上有巨大的差别，却也只不过复杂程度不同而已。而实际上，分两步应用模块化的原理将发展出一个真正的突破性革新。

首先，一旦设计规则以集中式的、自上而下的方法得到说明时，每个模块只要遵守共同的设计规则，其内部的设计就能以分散化的方式相互独立。这就使得每一个模块能够同时以多种方式而不是单一任务的方式进行设计，然后从中选择最好的设计构成最终的产品系统。可以说，“模块化设计创造了选择权”（Baldwin和Clark）。尽管这种设计机制增加了每个模块多样化设计的成本，但如果每个模块化设计本身是复杂的，而且设计结果也存在高度的不确定性，模块化设计就可能是有益的。使用金融理论中的期权定价工具，来分析每个模块的多样化设计如何以及在什么情况下比一个模块一种设计的原则能产生更好的结果，是本书一个重要而又独特的贡献。



这种可能性表明，一旦确立了设计规则，也许就没有必要将模块化设计的各个任务小组整合成一个一体化的组织。确实，一旦IBM公司完成了360系统的初始设计，整个系统的改进可以通过各个独立模块的改进或用更好的设计模块替代以及类似的方法来实现，这种改进的实施甚至可以超出IBM公司的组织范围。从IBM公司离开的工程师和新成立的小企业专门从事模块的研发，其他人也开始跃跃欲试。这些公司为获得创新租金相互竞争，但是他们往往聚集在在某些特定的地方，以便于交换信息从而使他们的模块产品相互适应演进的设计规则。这样，一个由IBM公司主导的高度集中的纵向一体化产业结构，开始转变为由一群独立公司所组成的联系松散且纵向分散的“模块集群”（Baldwin和Clark），它们是由控制着整个系统的设计规则联系起来的。毋庸置疑，20世纪70年代末以来在硅谷涌现的一批小型创业企业就是一个典型的例子。具有讽刺意味的是，成功地集中制定设计规则导致了进一步集中控制的终结。根据鲍德温和克拉克的研究，在1980年，模块集群的市场价值已经超过了IBM公司的市场价值。

超越单个一体化企业（如IBM公司）的分散化开始产生期权价值之外的另一种经济价值。如果一个模块化产品中的创新竞争方式是很多创业企业相互竞逐，而且只有胜者才有希望得到高额奖赏，奖赏的形式是首次公开上市（IPO）或被细分市场中的领导企业高价收购，那么每个创业企业将会比大型垄断企业内部的研发团队有着更大的研发热情。在这种情况下，获胜者预期的回报非常高，选择获胜者的机制也是高度专业化的<sup>1</sup>。而这就是运行良好的风险资本机构和其他制度基础设施的核心作用，这些机构和基础设施有效地管理着模块集群中的锦标赛式竞争。关于模块集群中设计、企业和制度交互式演进的故事是作者在第二卷中阐述的主要内容。

以上描述的过程是一个从设计规则的集中化到模块化设计的分散化、从一体化企业到松散企业簇群的发展趋势。随着这个过程的持续进行，又会出现新的机会。因为新的创新产品系统可以通过增加新的模块、创造性地重组不同模块等方法来构想和实施。这就产生了鲍德温和克拉克的第二个见解：“模块化设计的演进”。为了实现这种机会，设计规则本身需要以更少集中和更快的方式修改、重新定义和阐释。设计规则（产业标准）不再由单一实体事前规定并永不更改，而是通过评估模块簇群持续发展的可能性，来寻找并形成更加灵活的设计规则。在这个过程中，细分市场中的

---

1 见青木昌彦，《比较制度分析》，第14章。

领导企业，如软件市场的微软、互联网系统市场的思科，开始扮演有影响力的角色。通过影响创业企业开发新模块产品的方向，用收购的方式把成功的创新产品纳入自己的系统等方法，这些领导企业能够保持并扩大它们的支配地位。这也可以被看做是模块集群之外的再集中过程。但是，领导企业的影响力和支配地位既不是毫无疑义的，也不是不可撼动的。它们只能通过明智的战略决策来维持市场的支配地位。如果一个新的企业想出了一种重组模块产品的创新方法，并加以实施，它就可以挑战领导企业的支配地位。因此，重要的一点是，要充分认识模块集群中仍然存在创新机会。如果创新过程完全受垄断企业的控制并变得僵化，结果将是停滞和缺乏活力。

因此，向模块化发展的产业结构基本上可以看成是从事前的设计和生产的集中控制转向分散化的创新，同时伴随着更灵活、更大众化的设计规则（产业标准）以及事后的竞争性再集中。这种观点对中国经济特别重要，并具有重大的意义。在计划经济时代，各级政府部门集中控制经济活动并拥有大而全的国有企业，这些“遗产”仍然广泛地存在于现今的产业结构中。对置身于世界市场的中国产业来说，要想在设计、生产和推广一个日益复杂的产品系统方面获得竞争力，就需要以更少集中、更灵活的方式整合来自底层的创新和竞争。这就需要克服对大规模的盲目崇拜。本书为理解这种需要提供了非常基础并具有分析力的论证。无论如何模块化都已经成为理解产业结构自然演进的核心概念，我非常高兴鲍德温和克拉克的这本开创性著作能够在中国产业结构大转型的时刻及时地翻译出版，我很敬重这两位作者的学问，并有幸与他们成为朋友。

2005年10月于斯坦福

## 中文版序

卡丽斯·鲍德温 金·克拉克

《设计规则：模块化的力量》第一卷中文版的推出，让我们备感荣幸。我们也想借此机会介绍一下写作本书的目的，为什么要分两卷写的原因，以及它如何为进一步的研究提供基础。我们还会简要地论述第二卷的主要内容。

20世纪80年代晚期，我们开始策划这本书。当时，太阳微系统公司(Sun Microsystems)这个技术工作站市场的新秀及其融资方式引起了我们的兴趣，因为它并不符合业已存在的竞争性行为模式。的确，太阳微系统公司的许多行为似乎明显背离了我们向MBA和企业高管人员讲授的“优秀管理原则”。它多次从公开资本市场上募集资金，让人觉得有失谨慎；它提供高性能的技术工作站，但似乎不拥有自有技术(proprietary technology)；它利用现有(off-the-shelf)的软件和硬件，但制造出来的系统运行速度奇快；它将大部分制造业务外包给别人；它发明了共享协议的网络文件和精简指令集计算机(RISC)芯片架构，但是它自己不利用这些自有技术，而是将之转让出去。太阳微系统公司的管理者似乎诸事皆错，因而该公司的成功乍一看好像是镜中花、水中月。但是，他们的疯狂举动背后蕴藏着制胜之道，他们对待科技的方式别具一格，极富创意<sup>1</sup>。

掌握技术上的控制权是太阳微系统公司的核心战略。在太阳微系统公司内部，硬件和软件设计师们以全新的方式看待技术。在他们看来，技术是一个开展竞争性游戏的竞技场。于是，我们开始着手理解他们在做什么，

\* 因行文需要，我们把该序中的参考文献作为补充参考文献加在了全书的参考文献中。——编者注

<sup>1</sup> Baldwin和Clark (1997b)。

特别是，他们如何看待各种技术机会。我们的目标是将他们的“游戏”和“行动”纳入正式的经济分析。

至此为止，“模块化”（modularity）一词仍然被笼罩在技术魔法的各种内涵之中，不为人所知。然而，促使太阳微系统公司及其主要竞争对手阿波罗计算机公司（Apollo Computer）将系统的关键组件外包出去的正是模块化。太阳微系统公司相当成功地把阿波罗计算机公司逐出了市场，因为与阿波罗计算机公司相比，太阳微系统公司“更加模块化”。但是，模块化究竟是什么，我们又该如何用正式的经济学分析框架来说明它呢？

我们发现，模块化系统的优点是，其组件能够组合和搭配起来，在某一特定条件下实现最高价值的配置（configuration）。组合和搭配之所以可能，是因为设计者不必确切地知道模块是怎样被安排的。他们只需要大致地知道模块会做什么，它是如何装配的，以及什么样的模块有好的性能。因此，我们认为，模块化的本质在于它给设计者提供了推迟并修改关键决策的选择权（option，在金融和经济学中又翻译成期权——译者注）。在经济学中，选择权理论是相当成型的领域，有大量正式的模型。它是理解设计架构（design architecture）和设计竞争经济学的关键。

显然，关于制品（artifact）设计的所有决策并不都是可推迟的：某些早期的决策必然为其他决策提供一个协调框架。这些早期决策进而起到了规则——设计规则的作用。构建一个模块化系统需要设计规则，因为设计规则可以确保各个组件不发生冲突，即使发生冲突，也不会“扼杀”整个系统。良好的设计规则可以使模块化系统中大量的组件协调一致。

我们还看到，根据设计规则建造的模块化系统不是预先计划的。允许发生意外事件是选择权固有的特点。因此，在设计规则的框架下，模块化设计者可以自由地进行试验，并从多次测试中选择最佳设计。研发可以采用机会主义和渐进的方式进行，每一个模块都位于其准独立的轨道上。总的研发过程就像是生物演进，因为它是渐进的、平行的，而且是事前不能决定的。但是，我们所谓的模块化设计演进与生物演进有三个重要的不同之处。首先，设计的变化过程产生于设计者根据其预测进行的价值寻求过程，受到他们所而面临的各种激励因素（包括经济激励）的影响。其次，设计能否实现取决于设计者自身的估计和评价，而这种估计和评价是以设计者用来评价其设计好坏的测试为基础的。第三，一系列与设计相关的所有事件必定是在一个用来“培育”演进过程的结构框架（architectural framework）中发生的。

我们的主要观点有如下两个，它们构成本书的中心思想：

1. 模块化设计创造选择权；
2. 模块化设计可以演进。

在罗斯·阿什比、赫伯特·西蒙和克里斯托弗·亚历山大（Ross Ashby、Herbert Simon和Christopher Alexander）关于设计科学的学术论文中，也能找到以不同语言表述的类似观点<sup>2</sup>。我们的这两个论点只不过是再现了20世纪90年代其他研究人员提出的理论观点，尤其是理查德·朗格卢瓦和保罗·罗伯逊（Richard Langlois和Paul Robertson）、罗恩·桑切斯和约瑟夫·马奥尼（Ron Sanchez和Joseph Mahoney），以及拉古·加鲁德和阿伦·库马拉斯瓦米（Raghu Garud和Arun Kumaraswamy）<sup>3</sup>。

然而，对我们而言，当时的（即90年代早期）所有观点，包括我们的观点，似乎都是建立在间接证据的基础之上。我们的观点有赖于其他人对设计的有关看法。但是，二手资料是不可靠的：在某些圈子里，每一个设计都被说成是模块化的。而且，模块化也可以是一个相对的概念。太阳微系统公司和阿波罗计算机公司都可以诚实地宣称使用了模块化的计算机设计，但从某个方面来看，太阳微系统公司的设计更模块化。因此，我们认为，在技术、战略和经济学文献中，还存在着一个巨大的若隐若现的鸿沟没有解决。设计本身究竟是什么？正是这个问题促使我们写作《设计规则》一书。

研究“设计本身”的需要使我们专注于一个产业，即所谓的“大”计算机产业。我们知道，模块化是复杂系统的一个普遍特点<sup>4</sup>。因此，对几乎任何产业而言，都会存在某种形式的模块化。但是，为了能像设计者那样“看到”设计，我们需要从技术方面加深对特定产业领域的理解。即便是为了理解技术而不是为了掌握技术，我们也必须学习一种或更多种工程技术语言。我们不得不阅读对具体设计的描述和评估结果，以便从中发现重复出现的工程技术上的权衡关系和折衷之道。这简直就是一件令人气馁的工作，因此我们也设法避免在这件工作上花费太多的时间。但是，最终的结果表明，这是不可避免的。

2 Ashby (1952, 1960) ; Simon (1969), Alexander (1964)。

3 Langlois (1992) ; Langlois和Robertson (1992) ; Sanchez和Mahoney (1996b) ; Garud和Kumaraswamy (1993)。这些作者以及其他作者的学术论文和评论转载于R. Garud、A. Kumaraswamy和R. Langlois等人 (2003) 编著的著作中。

4 Schilling (2000) 对此观点进行了探讨。

当时，我们已经从先前的研究中积累了一定的计算机技术知识。我们知道，大多数计算机设计是高度模块化的；我们还知道，由于设计的不断变化，计算机产业已经经历了大量的结构性变化（实际上，这样的变化今天仍在发生）。因此，在1995年，我们将大计算机产业，即包含所有硬件、软件、零部件以及与计算机相关的服务在内的产业，作为我们的研究对象。然后，我们开始研究选择权、对选择权进行定价，并探索计算机设计的演进。

我们实际上是从20世纪80年代的设计——个人计算机、技术工作站、微处理器以及操作系统——开始进行研究的。但是，我们很快就不得不回到IBM的360系统甚至是更久远的计算机设计时代。我们发现，尽管计算机设计和（当然还有）性能已经得到了极大的改进，但是对设计选择权的渴望以及对模块化是解决之道的认识并没有发生变化。无论我们追溯到多么久远，这一点似乎都是正确的。某些设计者总是想通过模块化来创造选择权，而其他设计者则想将所有的组件集成起来，以获得更好的性能。

当我们探究到这种反复发生、似乎永无止境的争论的源头时，真是大大地松了一口气。我们发现，争论的起源可能是计算机设计的第一份“奠基性文件”。它是由杰出的数学家约翰·冯·诺伊曼（John von Neumann）在第二次世界大战期间的1944年春天花了数周时间写就的。尽管这份堪称开山之作的备忘录直到他逝世之后才得以发表，但其复印件和修改稿却广为流传，极具影响力。实际上，以后的所有计算机设计都打上了这一文件的烙印，因为它为人们抽象而系统地思考极其复杂的制品（即电子计算机）提供了一种方式（本书第5章谈到了冯·诺伊曼的报告和计算机模块化设计的其他先驱）。

我们把冯·诺伊曼写于1944年的备忘录作为起点，然后自由地沿着时间之旅向前进发，追踪研究了继这一共同源头之后的各个时期的实际设计。我们试图记录设计者的认识演进以及与之并行的设计演进。

在1996年初，从计算机科学家和演进理论学家约翰·霍兰德（John Holland）的研究中，我们得到了意外的收获。霍兰德创立了复杂的适应性系统（complex adaptive systems）这一重要理论，该理论涵盖了生物演进过程、神经元和免疫增长（neuronal and immunological growth）、细胞自动演进（cellular automata），以及更重要的是像跳棋和国际象棋这样的复杂游戏等各

---

5 Holland (1992, 1995, 1998)。

个领域<sup>5</sup>。由于霍兰德的理论研究范围很广，我们得以将我们的模块化设计演进理论纳入其框架。另外，通过探究霍兰德的理论是如何构建的，我们能够知道如何完善我们的理论。从霍兰德那里，我们学到了“操作符”（operators）、操作符的移动和排列等概念，它们就像是一个结构化多人博弈中的各种策略。

因此，本书的第一编和第二编（第2~8章）解释何谓模块化，设计者如何在计算机设计中实现它。第三编和第四编（第9~15章）解释设计者对模块化可以做什么，以及模块化对周围经济的影响。在这些章节中，我们论述了“操作符移动”（operator-moves），而模块化设计使操作符移动成为可能。在论述模块操作符时，我们的目标是将操作符的抽象理论同实践中的设计和设计者的决策联系起来。因此，我们并不试图去提出完备的操作符清单。相反，我们的规则是提供“与每个操作符有关的实例”。也就是说，在计算机产业史中，本书所描述的每一个操作符都必须在至少一个重要事件中起着值得秉笔一书的作用。

就分割（splitting）和替代（substitute）操作符而言，我们可以有IBM的360系统和随后出现的即插兼容设备（参见第10章和第14章）这样的例子。我们也可以引用（第11章中）太阳微系统公司在20世纪90年代对技术工作站设计进行分解的例子。就排除（excluding）操作符而言，我们有数字设备公司（Digital Equipment Corporation, DEC）的计算机体系结构和技术战略的例子（第12章），该公司曾经是世界上第二大计算机系统制造商<sup>6</sup>。就扩展（augment）操作符而言，我们不仅有数字设备公司针对微型计算机的战略，也有第一个电子制表软件Visicalc这样的例子。Visicalc的功能推动了个人计算机需求的早期增长，但在随后回合的替代中，Visicalc本身被Lotus 1-2-3、Borland公司的Quattro Pro，并最终被微软的Excel（第12章）后来居上。最后，对于归纳（inversion）和移植操作符（porting）而言，我们有Unix和C语言的例子，它们分别是第一个便携式操作系统和第一个为编码而设计的语言（第13章）。

描述模块化如何出现于计算机的设计之中，并证明模块化的设计架构使操作符移动成为可能，把我们带回到计算机发展史中的20世纪70年代。我们认为，计算机设计的历史能够让我们更好地理解计算机产业结构在70年代发生的巨大变动。如我们在第1章指出并在第14章和第15章中加以解释

---

6 在20世纪90年代，数字设备公司被康柏公司收购，后者在2002年被惠普公司收购。

的那样，1970~1980年间，大计算机产业从一个由IBM占据支配地位、高度集中和垂直一体化的寡头产业转变为一个分散化和垂直非一体化的由独立企业组成的模块簇群（modular cluster）。这些独立企业通过与计算机系统有关的设计规则连结在一起。设计规则由各种架构的平台以及共同的界面协议和标准组成。

1980年，企业簇群的市场价值超过了IBM的市场价值，此时计算机产业形成了新的产业秩序。太阳微系统公司和阿波罗计算机公司在工作站市场上展开的竞争，以及个人计算机和操作系统市场上所有错综复杂而又眼花缭乱交锋的交锋，都是这一新秩序的组成部分。但是，除此之外还有更多的组成部分：经济活动的新进入者，例如硅谷；新的文化制度，例如互联网、万维网、电子邮件；经济的异常变动，例如互联网泡沫及其破灭；通过反托拉斯知识产权争议而建立起来的新的产权规则；新的社会和政治运动，例如自由软件运动；以及工程和技术创新的新理论，例如开放标准和开放源代码（Open Standards and Open Source）的动议。我们认为，所有这一切都与20世纪80年代以后的新产业秩序有着紧密的关系。但是，计算机产业在80年代后的社会和经济秩序也依赖于（其存在也的确取决于）硬件和软件设计的模块化架构，这种架构为设计者创造了大量选择机会。因此，如果想要维系这种新的社会和经济秩序的话，计算机这一复杂的适应性系统就必须继续为参与者提供激励和资源，以便他们在未来创造新的、能够提供大量选择机会的模块化设计架构。

我们知道，1997年计算机产业正处于前所未有的强劲增长和剧烈变化之中。这一变化所波及的范围令我们瞠目结舌。在一位好友的建议下，我们将本书一分为二，将20世纪80年代以后的设计和相关事件纳入第二卷，并集中精力来完成第一卷。从某种意义上说，这是一个注重实际的决定：当时，金·克拉克还是哈佛商学院的院长，卡丽斯·鲍德温也担任一些行政职务。但是，我们也有一种强烈的感觉，认为计算机产业的设计以及围绕着它的各种制度都处于一种涌动状态，我们需要更多的时间来将其基本模式（underlying patterns）搞清楚。因此，在第一卷的结尾，我们描述了模块簇群型产业的出现，并对这样一个簇群的激励和均衡行为做出了某些初步分析（第14~15章）。因此，第一卷讲述的是模块选择权（modular options）的存在，模块化设计演进（modular design evolution）的可能性，以及模块簇群的出现。设计的交互式演进，以及簇群中的企业和竞争模式则留待第二卷讨论。



的确，当我们在1998年12月将本卷交给出版社时，我们对于如何处理我们观察到的那些极其复杂而又多变的事件感到不知所措。我们特别担心的是，我们试图理解的现象既不再受到工程设计的约束，也不再受到经济学的约束。众多有趣的问题和发展——互联网、黑客、公开标准、自由软件运动、知识产权法、开放源代码开发过程——在本质上都是文化的、政治的和社会的。但毋庸置疑的是，这些事情都与工程设计和经济结果相互作用、相互影响。

在2001年，我们收到了又一份学术礼物：青木昌彦（Masahiko Aoki）教授的大作《比较制度分析》<sup>7</sup>。它是一种社会和经济理论，为约翰·霍兰德关于复杂的适应性系统的理论提供了有益的补充。它也是一个分析框架，我们可以坐享其成地借鉴。

青木教授认为，制度是关联博弈（linked games）的均衡加上关于如何博弈的自我证实的概括性信念（self-confirming summary beliefs）。这样，我们的任务就变成了研究在模块化架构的“范围之内”以及在各种模块化架构“之间”进行的博弈。对于每一博弈，我们需要解释均衡有什么样的结构（或者，在某些情形下，均衡没有什么样的结构），价值是如何创造、获取和分配的，必须鼓励和实现什么样的信念。描述和记录这些博弈并不是轻而易举的事，但是，多亏了青木教授的源遼思想和详细解释，我们才知道如何着手写作第二卷。

当我们按照这一思路开展工作时，我们开始发现新的事物。我们知道，我们关于模块化和选择权价值的理论只适用于所有设计的一个子集，即那些“技术潜力”相对较高而“试验成本”较低的设计。但是，当我们对竞争性的相互作用模式进行研究时，越来越清晰的是，某些“竞争模式”是高技术潜力和低试验成本设计所特有的。

相对于试验成本而言技术潜力低的设计导致经典的寡头垄断情形，在这种情形中，只有少数几家企业在开发新产品和改善生产过程的创新上展开竞争。与此相反，相对于试验成本而言技术潜力高的设计并不会被限制在少数几个企业的“范围之内”。我们的理论模型表明，除了极少数情况之外，这样的设计将吸引企业和风险资本家进入，促使参与“锦标赛式”（tournament-style）竞争的企业簇群提供最佳设计。由于这些企业不受限制，而且从其创始人的角度看，还可能“行为不端”，我们半开玩笑地将这类设

---

7 Aoki, M. (2001)。