

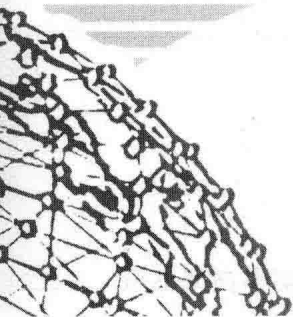


# 产品架构评估原理与方法

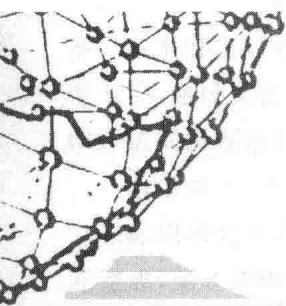
顾元勋◎著



清华大学出版社



# 产品架构评估原理与方法



顾元勋◎著

清华大学出版社  
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。  
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

产品架构评估原理与方法/顾元勋著. —北京:清华大学出版社,2019.10  
(清华汇智文库)  
ISBN 978-7-302-53745-8

I. ①产… II. ①顾… III. ①软件开发—研究 IV. ①TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 195140 号

责任编辑:贺岩

封面设计:李伯骥

责任校对:宋玉莲

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×230mm 印张:25.75 插页:1 字 数:434千字

版 次:2019年10月第1版 印 次:2019年10月第1次印刷

定 价:88.00元

---

产品编号:075514-01



## 作者简介

顾元勋，博士、教授、博士生导师。

2001年毕业于西安交通大学管理科学与工程专业，获管理学博士学位。2003年博士后出站，是用友软件股份有限公司与清华大学联合培养的中国第一位软件企业博士后。曾是罗格斯大学（Rutgers University）国家公派访问学者。进入大学工作前，拥有5年以上企业专职工作经验。现任教于北京交通大学经济管理学院。研究专长：产品架构创新、商业模式、数字化战略与评估。



聚学术精粹·汇天下智慧

产品架构是理解产品创新战略和寻求产品创新路径的根基。特别是对于作为经济组织的企业,如何科学合理地评估产品架构是影响其长期发展愿景和近期行动策略的基本问题。本书的思想起源于作者在清华大学—用友软件股份有限公司企业博士后工作站从事企业博士后研究期间的工作(2001—2003年)。自2001年起,作者持续地专注于产品架构与创新、商业模式方向的学术研究与应用实践。在逐步深入研究产品架构的基础上,将产品架构作为分析和把握产品创新及商业模式创新的重要思想基础。

无论是汽车、计算机、图书之类的有形产品,还是软件、服务之类的无形产品,它们皆有产品架构。但目前的文献过于关注模块化架构,而忽视了架构的组织摩擦。本书研究的基本出发点是从产品架构自发的变动和在价值链上的流动两个维度入手,通过发掘产品架构的基本构造属性,面向产品创新的价值实现,为产品架构评估提供理论分析基础和评估方法。

本书第1~4章、第8章和第12章由顾元勋研究完成,第5章由顾元勋、纪佩宁和陈玥研究完成,第6章由顾元勋和蔚艳研究完成,第7章由纪佩宁和顾元勋研究完成,第9章由蔚艳和顾元勋研究完成,第10章由孙鹏和顾元勋研究完成,第11章由顾元勋和尹美蓉研究完成,参考文献由顾元勋统筹完成。

本书内容是国家社会科学基金项目——“产品架构的战略价值评估机制与方法”(No. 13BGL020)的研究成果。该项目为本研究的顺利开展提供了及时的资助和支持,在此深表感谢!

本书研究的完成,离不开朋友们的支持与帮助,特别是畅捷通信息技术股份有限公司(01588.HK)的副董事长和前总裁曾志勇先生及其同事为本研究提供了切实有效的现场调查条件和机会,在此表示诚挚的感谢!同时,也要感谢北京公共交通控股(集团)股份有限公司保修分公司对本研究现场调查的支持。还要感谢对于



本研究提供问卷调查帮助的 MBA 学生及所在企业的高级经理和专业人员。王娟、陈玥、史妍辅助完成了部分书稿文字校正。感谢我所指导的研究生们对于研究工作的热情投入！我们的收获正在不断地转化为奋斗的动力，激励我们走向学术追求的更高目标！

非常感谢家人对本人工作一如既往的支持！

顾元勋

2019年3月4日

## 内容简介

产品架构评估是产品创新的分析基础。本书从变动和流动两个维度出发，建立产品架构评估的分析框架和准则；提出架构作用生发机制；建立架构知识模型用以衡量架构整体性；区分产品架构三要素——系统、模块、界面以把握架构的构造；建立架构价值扩散机制；发现产品架构在商业范式转换中的纽带作用；形成基于架构知识和三要素的两种架构评估基本方法。

本书适合从事产品创新与管理，特别是产品架构领域的研究人员和企业从业人员阅读。

<b>第 1 章 认识产品架构</b> .....	1
<b>1.1 为什么关注产品架构</b> .....	1
<b>1.2 产品架构典型实例概要</b> .....	3
1.2.1 管理软件用友 U8 的产品架构 .....	3
1.2.2 个人计算机的产品架构 .....	5
<b>1.3 研究发现</b> .....	7
1.3.1 研究问题 .....	7
1.3.2 研究结果汇总 .....	8
1.3.3 主要理论贡献 .....	8
1.3.4 实践启示 .....	14
1.3.5 研究不足和未来方向 .....	15
<b>1.4 全书行文组织</b> .....	15
<b>1.5 本章小结</b> .....	17
<b>第 2 章 文献综述</b> .....	18
<b>2.1 引言</b> .....	18
<b>2.2 研究方法：归纳研究</b> .....	19
<b>2.3 产品架构的内涵</b> .....	20
<b>2.4 产品架构的作用表现呈现出静态的多样化</b> .....	21
2.4.1 产品架构推动产品创新 .....	35
2.4.2 产品架构创造竞争优势 .....	35
2.4.3 产品架构增进供应链管理 .....	36
2.4.4 产品架构催生新型商业模式 .....	36



2.5	产品架构作用的生发机制分析 .....	37
2.6	产品架构的作用演变 .....	38
2.7	产品架构的作用研究发展建议 .....	41
2.7.1	产品架构的三要素作用区隔 .....	41
2.7.2	作用的情境 .....	41
2.7.3	作用的生发机制 .....	42
2.7.4	行业产品架构的作用演变 .....	42
2.7.5	调查统计研究方法与中国企业的产品架构作用研究 .....	43
2.8	本章小结 .....	43
<b>第3章</b>	<b>产品架构评估的理论分析框架 .....</b>	<b>44</b>
3.1	引言 .....	44
3.2	产品架构评估的分析框架 .....	46
3.3	产品架构评估的准则 .....	49
3.3.1	分析方法——CPCP .....	49
3.3.2	情境转换与评估策略比较 .....	50
3.3.3	经验主义准则 .....	50
3.3.4	价值实现准则 .....	54
3.3.5	结构主义准则 .....	56
3.3.6	成长目的准则 .....	58
3.4	产品架构评估的程序 .....	60
3.5	评估框架的理论价值 .....	63
3.6	本章小结 .....	65
<b>第4章</b>	<b>产品架构的作用生发机制 .....</b>	<b>67</b>
4.1	引言 .....	67
4.2	产品架构的作用生发定位框架 .....	68
4.2.1	产品架构的构造：系统、模块、界面 .....	68
4.2.2	产品架构的作用生发机制定位框架 .....	69
4.3	产品架构的作用演变与情境 .....	70

4.4	产品架构的作用生发机制概念模型 .....	72
4.4.1	产品架构的作用生发机制分析 .....	72
4.4.2	产品架构的作用情境选择 .....	79
4.4.3	作用生发的概念模型 .....	80
4.5	生发机制概念模型的价值 .....	83
4.5.1	产品架构作用的战略选择 .....	83
4.5.2	产品架构作用的演变选择 .....	84
4.6	本章小结 .....	85
<b>第5章</b>	<b>产品架构知识 .....</b>	<b>86</b>
5.1	引言 .....	86
5.2	产品架构的构造 .....	88
5.2.1	整体性 .....	89
5.2.2	依赖关系 .....	89
5.2.3	层级关系 .....	90
5.3	产品架构知识的概念模型 .....	91
5.3.1	基本概念模型 .....	91
5.3.2	情境 .....	92
5.3.3	模块 .....	92
5.3.4	模块间关系 .....	93
5.4	产品架构知识的衡量模型 .....	94
5.4.1	衡量模型构建：结构主义和复杂性视角 .....	94
5.4.2	模块间关系的两个维度：强度和层级 .....	96
5.4.3	控制变量与弹性系数 .....	97
5.5	演变分析 .....	98
5.5.1	模块数量变化：由少到多 .....	98
5.5.2	弹性系数变化：从弱到强 .....	98
5.5.3	强度和层级同时变化：同步或不同步 .....	100
5.6	架构知识计算模型的深入：复杂性和不确定性相结合的视角 .....	102
5.6.1	架构知识的复杂性计算 .....	102



5.6.2	架构知识的不确定性计算 .....	104
5.6.3	复杂性-不确定性合成模型 .....	104
5.6.4	合成模型的演变分析 .....	105
5.6.5	模型改进 .....	109
5.6.6	改进后模型的测试 .....	109
5.6.7	架构知识计算模型的意义 .....	113
5.7	本章小结 .....	113
<b>第6章</b>	<b>产品架构知识传递与知识-数量双流模型 .....</b>	<b>115</b>
6.1	引言 .....	115
6.2	架构知识传递的基本模型 .....	116
6.2.1	组织复杂性 .....	116
6.2.2	产品架构知识 .....	117
6.2.3	架构知识传递的基本模型 .....	118
6.3	架构知识传递模型分析 .....	120
6.3.1	系统演变分析 .....	120
6.3.2	参数分析 .....	122
6.3.3	传递模型讨论 .....	123
6.4	知识-数量双流通过量模型 .....	125
6.4.1	双流模型的构建 .....	125
6.4.2	推演分析 .....	127
6.4.3	双流模型的进一步分析 .....	131
6.5	本章小结 .....	132
<b>第7章</b>	<b>产品架构价值扩散 .....</b>	<b>134</b>
7.1	引言 .....	134
7.2	架构价值扩散的相关文献综述 .....	137
7.2.1	产品架构的形态 .....	137
7.2.2	产品架构复杂性 .....	138
7.2.3	产品架构的价值 .....	139

7.2.4	扩散理论 .....	142
7.2.5	组织模块化 .....	146
7.2.6	交互记忆系统 .....	150
7.2.7	架构价值扩散相关研究文献小结 .....	152
<b>7.3</b>	<b>产品架构的价值扩散模型构建 .....</b>	<b>153</b>
7.3.1	概念框架 .....	153
7.3.2	理论基础 .....	153
7.3.3	研究假设 .....	156
7.3.4	架构价值扩散模型小结 .....	164
<b>7.4</b>	<b>研究设计 .....</b>	<b>165</b>
7.4.1	调查研究方法 .....	165
7.4.2	变量测量与指标选取 .....	165
7.4.3	问卷设计 .....	168
7.4.4	数据收集 .....	169
7.4.5	研究设计小结 .....	171
<b>7.5</b>	<b>分析结果 .....</b>	<b>172</b>
7.5.1	描述性统计分析 .....	172
7.5.2	问卷信度检验 .....	173
7.5.3	问卷效度检验 .....	174
7.5.4	结构方程模型分析 .....	182
7.5.5	研究结果分析 .....	191
<b>7.6</b>	<b>本章小结 .....</b>	<b>200</b>
附录	制造业产品架构价值扩散情况调查问卷 .....	201
<b>第8章</b>	<b>社会参与式设计：互联网时代的商业范式 .....</b>	<b>204</b>
<b>8.1</b>	<b>引言 .....</b>	<b>204</b>
<b>8.2</b>	<b>理论框架 .....</b>	<b>206</b>
8.2.1	商业范式 .....	206
8.2.2	社会参与式设计的理论框架 .....	207
8.2.3	“汇”分析提要 .....	210



8.2.4	社会分工的转变	212
8.2.5	社会生产要素的转变	213
8.3	商业范式比较	214
8.4	商业范式与商业模式的关系：认知资源和产品创新路径	216
8.5	案例研究	219
8.5.1	研究设计	219
8.5.2	资料分析结果——社会参与式设计(SiD)的具体化	221
8.5.3	案例研究发现	227
8.6	社会参与式设计的意义	229
8.7	本章小结	230
<b>第9章</b>	<b>产品架构的战略价值评估方法：架构知识视角</b>	<b>231</b>
9.1	引言	231
9.2	产品架构、知识转移和吸收以及组织能力	232
9.2.1	产品架构演变	232
9.2.2	知识转移、吸收和特性	233
9.2.3	产品架构的战略价值	236
9.2.4	组织情境	237
9.3	基于产品架构知识的架构战略价值评估方法	239
9.3.1	产品架构战略价值评估方法设计	240
9.3.2	关键参数分析	242
9.4	产品架构战略价值评估计算模型	249
9.4.1	产品架构战略价值评估计算模型构建	249
9.4.2	产品架构战略价值评估模型分析	253
9.5	评估方法的案例实证研究	255
9.5.1	案例背景	256
9.5.2	项目架构	257
9.5.3	评估模型的量化计算	263
9.5.4	评估发现及建议	268
9.6	本章小结	269

<b>第 10 章 面向架构三要素的产品架构评估：模块变动与汽车维修管理</b>	271
<b>10.1 引言</b>	271
<b>10.2 产品架构及汽车维修</b>	274
10.2.1 产品架构的三要素：系统、模块、界面	274
10.2.2 汽车维修概念及制度规范	276
10.2.3 产品架构与汽车研发制造和维修服务	278
<b>10.3 汽车维修管理中的产品架构变动分析</b>	279
10.3.1 汽车产品架构变动分析	279
10.3.2 汽车模块间耦合关系分析	280
10.3.3 汽车模块间关系强度分析	282
10.3.4 汽车模块间变动状态的转换与方向分析	284
<b>10.4 北京公交案例：产品架构对汽车维修管理的影响分析</b>	287
10.4.1 北京公交车辆架构	287
10.4.2 北京公交集团车辆维修的管理情境	293
10.4.3 模块变动对汽车维修管理影响的系统分析	298
10.4.4 产品架构模块变动的影响和效果分析	305
<b>10.5 产品架构影响分析和管理建议</b>	308
10.5.1 汽车维修管理反作用于模块间关系	308
10.5.2 模块变动通过维修管理反馈于研发制造	310
10.5.3 产品架构的合理性与汽车产品的维修能力	312
<b>10.6 本章小结</b>	315
<b>第 11 章 面向架构三要素的产品架构评估：互联网软件研发</b>	317
<b>11.1 引言</b>	317
<b>11.2 产品架构和研发效力的关系</b>	319
11.2.1 产品架构与产品研发	319
11.2.2 产品架构与研发效力	320
11.2.3 产品架构的研发效力生发机制	326



11.2.4	产品架构与研发效力的文献关系小结	330
<b>11.3</b>	<b>产品架构的研发效力评估策略</b>	<b>332</b>
11.3.1	概念框架	332
11.3.2	理论基础	333
<b>11.4</b>	<b>案例研究设计</b>	<b>337</b>
11.4.1	案例研究方法	337
11.4.2	案例研究内容	338
11.4.3	案例数据收集	339
11.4.4	案例研究的信度和效度	340
11.4.5	案例研究设计小结	341
<b>11.5</b>	<b>案例研究结果</b>	<b>341</b>
11.5.1	案例背景	341
11.5.2	数据分析	345
11.5.3	分析结果综合	361
11.5.4	研究发现	363
<b>11.6</b>	<b>本章小结</b>	<b>367</b>
<b>第12章</b>	<b>流动与变动：产品架构评估的中枢</b>	<b>369</b>
12.1	产品架构是产品创新的组织灵魂	369
12.2	架构自身变动和沿价值链流动是评估架构的基本战略	370
12.3	变动与流动融合的架构评估中枢：架构知识、架构构造和 组织机制	371
12.4	架构评估的应用启示	374
<b>参考文献</b>		<b>376</b>

# 第 1 章

## 认识产品架构

### 1.1 为什么关注产品架构

简而言之,产品架构(product architecture)是指产品组成模块间的关系总和。

比如,管理软件产品 ERP(enterprise resource planning,企业资源计划)由财务、生产、销售、采购、分销等模块组成,这些模块之间有着强弱不同的相互连接关系,它们共同组成了产品架构。

再比如,汽车发动机的架构可分为两个机构五大系统,即曲柄连杆机构、配气机构,供给系统、点火系统、冷却系统、润滑系统和启动系统。这些不同模块相互作用和组合,可以实现发动机各机构和系统的功能,由此发动机可以看成是多个模块的集合体,发动机作为独立的产品也就有了产品架构。

产品架构在手机、家电、软件、机械、汽车等电子信息和制造类企业中的战略价值愈发重要和明显。根据科技部调研室 2011 年的研究分析资料,从我国企业的创新效率上看,战略性科学评估产品架构是影响我国企业创新效率的关键之一。从国际上的行业领先企业和国内企业的实践来看,产品架构的战略价值评估具有极大的挑战性和战略重要性。

飞利浦公司荷兰总部 2011 年 10 月 4 日分析认为:产品架构决策具有战略重要性,它影响到一个企业如何向市场引入新产品。然而由于未来市场需求的程度