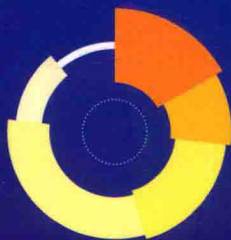


BIHUANCHANPINFUWU
DEXIETIAOYUYOUHUA

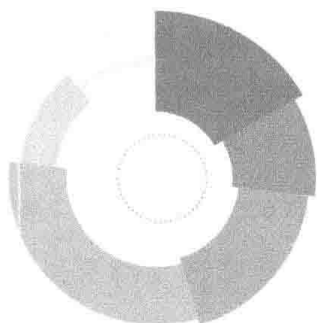
闭环产品服务的 协调与优化

刘宇熹 孙绍荣 谢家平◎著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

国家自然科学基金 (71171134) 资助
上海市高原学科管理科学与工程



闭环产品服务的

刘宇熹 孙绍荣 谢家平◎著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

闭环产品服务的协调与优化 / 刘宇熹, 孙绍荣, 谢家平著.

北京: 中国经济出版社, 2017. 2

ISBN 978 - 7 - 5136 - 4609 - 3

I. ①闭… II. ①刘…②孙…③谢… III. ①产品销售—研究 IV. ①F713. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 028352 号

责任编辑 杨 莹 郑潇伟

责任印制 巢新强

封面设计 任燕飞

出版发行 中国经济出版社

印 刷 者 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销 者 各地新华书店

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 13

字 数 171 千字

版 次 2017 年 2 月第 1 版

印 次 2017 年 2 月第 1 次

定 价 48.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010 - 68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010 - 68355416 010 - 68319282)

(举报电话: 12390)

服务热线: 010 - 88386794

前 言

2008 年全球金融风暴以来，世界经济的运行逐渐进入成本高涨、资源紧张、亟须创新的时代，代表经济体生产力水平的制造业面临着产业转型和升级，而更少的资源消耗、更低的环境污染、更高的客户满意已经成为世界各国企业共同追求市场竞争范式。高成本导致的环境资源和产业调整危机触发了企业战略层面的商业模式创新动力，并反作用于制造企业的生产方式和商业模式，要求基于全生命周期视角、考虑客户需求满足与商业核心竞争能力，实现企业发展与环境可持续的统一。具体说就是发展中国家摆脱低成本竞争的陷阱、避免环境持续退化的努力与发达国家力图将智能化升级后的制造业回流本土的现象，将重塑全球制造业价值链的分工角色，新的竞争环境下不仅需要核心技术的创新，更需要商业模式的改变，产业调整的方向就是考虑产品回收以及客户参与的闭环产品服务组合提供。

再制造与产品服务组合提供都是制造企业提升竞争力、实现可持续发展的有效手段之一。再制造通过高级形式的循环利用直接实现资源的节约减量化，通过实施再制造企业可以最大限度地利用废旧产品中隐含的资源，缓解资源消耗与产品生产需求之间的矛盾，并有效降低报废产品对环境的负面影响程度。产品服务的组合提供，即产品服务系统则是制造业服务化转型的路径之一，它以服务为核心，实现服务替代产品，从而间接减少资源的消耗。在产业转型升级过程中，由于市场特征、行业环境、企业资源的千差万别，导致每个企业的转型升级路径都不完全相同，越来越多的制造企业尝试将再制造与产品服务系统同时使用。产品服务系统的实施

可以改善客户关系，为再制造提供稳定的废旧产品输入，解决再制造产业的产能不足问题；再制造技术下的产品和零部件则为企业降低了成本，在服务提供过程中与新产品一起满足了客户需求，保证产品功能实现。

在这种背景下，制造企业该如何设计出符合生态与竞争需求的可持续发展运营模式，适应调整时代下的运营管理变革呢？再制造的生产规模瓶颈如何破解？产品和服务在企业创造价值过程中的地位和相互作用究竟是怎样的？各个价值创造环节之间的成本和收益是如何分配的？回收再造与产品服务的结合涵盖了生产和消费两个阶段，对于环境的污染到底集中在哪个阶段，是正向的生产阶段还是在用户使用的后市场阶段？回收再造与产品服务是否能够有机结合，形成新的商业模式？

本书研究制造企业如何将产品回收与产品服务系统结合起来，利用制造企业完整的产品制造体系衍生出不同程度的产品服务组合，通过再制造下的产品服务商业模式创新获取市场竞争优势的创新型商业运营模式，即闭环产品服务系统。闭环产品服务系统同时兼顾经济效益与环境效益，从产品全生命周期视角研究上述问题，为制造业的价值链拓展和商业模式创新提供参考依据，可以推动我国再制造产业的初期市场培育和发展，也促进了我国制造业服务化转型的进程，再制造和产品服务系统的叠加可以互相取长补短，充分降低了制造企业转型升级的难度与阻力。

本书通过梳理国内外相关文献并剖析制造企业运营实践中的典型案例，基于交易成本理论、价值链理论、企业惯例理论初步建立起再制造与产品服务系统结合的理论框架，提出闭环产品服务系统的理论模型，并分析其形成的机理、内涵、价值增值过程、价值主体关系以及运营要素。然后运用供应链契约协调理论、博弈理论建立不同商业实现路径下的闭环产品服务系统模型，全面分析两种情况下的企业运作与产品用户策略。最后将研究的范围拓展到系统外部，考虑政府介入后的再制造企业与产品用户之间努力合作的动态演化模型，分析构建良性运作的闭环产品服务系统的外部环境。最后，综合上述各章的内容对闭环产品服务系统的实施提出针对性的策略建议。在企业的角度、产品用户的角度、政府的角度上分别提

出相应的对策建议。同时,针对具体制造企业提出闭环产品服务系统实施的关键步骤,并结合最新的云计算技术提出了企业云计算下的闭环产品服务系统运营解决方案。

研究发现闭环产品服务系统下,环境效益和经济效益的实现需要再制造企业和产品用户的协同努力,系统收益要在企业和产品用户之间合理分享才能保证合作的继续。在基于租赁的闭环产品服务系统中,当回收产品关于再制造企业和产品用户努力程度的边际价值大于其付出努力的边际成本,且服务节约转移支付的激励效果有限时,系统可以实现协调并且渠道总收益要优于传统固定服务收费的情形。更进一步,双方的努力程度对于减少服务需求量具有互补性,双方努力配合降低服务量,博弈一方努力程度的提高会让另一方的努力更有成效。在基于销售的闭环产品服务系统中,渠道总收益随着企业对产品用户的转移支付的增加而增加,但存在临界点,当转移支付超过这个临界点的时候,渠道收益就随之下降。新品产量的变化趋势和渠道总收益的变化趋势大致相同,说明在销售模式下影响闭环产品服务收益的主要因素还是新产品的销售,产品实体的内在潜力不容忽视。政府的介入可以对闭环产品服务系统实施产生积极的影响,根据模型结果,我们认为政府所采取的法律法规或者经济补贴等激励措施能够促进闭环产品服务系统的良性运作,使再制造企业和产品用户积极合作、共同配合。政府的激励措施应该重点支持从闭环产品服务系统实施中获得的收益差额较小的一方,即合作的弱势一方,才能使得双方协同优势充分发挥。

本研究的创新点有以下三点:

第一,首次探讨了闭环产品服务系统的内涵及价值机理。

尽管绿色可持续发展已经被认为是我国未来制造业发展的必由之路,然而其具体建设思路仍旧是模糊的。目前的研究往往停留在概念内涵方面,缺少从企业运营角度的研究成果。另一方面,再制造产业遇到市场认可度低、回收量不足等发展瓶颈,产品服务也被普遍视为企业运营的成本中心而非核心竞争力。本论文基于全生命周期服务的视角,考虑再制造与

产品服务整合,通过再制造节省材料、降低成本,通过产品服务提高回收效率、开拓企业的收益来源,具有前沿性和创新性。

第二,在模型中假定服务需求内生于企业和用户双方的努力付出程度,并引入回收产品的成本节约体现环境效益。

以往的研究中都由于服务的虚拟性导致难以建模衡量,服务的需求与产品的需求不同,后者是具有一定的可见性,对产品的市场需求在模型中都有较深入的研究,但服务的需求则研究较少。本论文研究制造企业和产品用户组成的闭环产品服务系统,特别是假定后市场阶段的服务需求量内生于企业和产品用户双方的努力付出程度,是不同于以往定量模型的最大区别。这一假设也是合理的,因为无论是企业将产品销售还是租赁给用户使用,有关产品的服务量既取决于制造企业的产品质量水平、维修服务水平;也取决于产品用户的使用习惯、使用方式和精心使用程度,但双方的行为是彼此难以观测的,属于典型的双重道德风险问题。此外模型引入回收产品的成本节约,即新产品的单位制造成本与再制造产品的单位成本之间的差额,代表闭环产品服务系统对于环境的友好程度。成本节约越大,回收产品的质量就越好,再制造的价值越大,环境效益也越大。

第三,运用演化博弈模型分析政府介入后企业与用户的合作态势。

企业与产品用户不会无缘无故主动合作的,必须有一定的利益驱动机制,特别是在商业模式创新的初期,更需要外部动力的介入。本论文关注政府在保障企业与用户的合作过程中的地位和作用,引入演化博弈模型分析闭环产品服务系统的发展态势,特别是在涉及正向及逆向供应链上的诸多不完全理性的利益主体,各利益主体之间存在着利益博弈,再考虑环境成本因素下,本模型更加具有一定的理论意义和现实意义。

本研究的局限,全部研究都是基于抽象数学模型分析,缺乏制造企业实际案例和业内数据的支撑和引证,未来应该采用访谈和调查问卷的方式对本文模型进行统计验证,以确保结论的合理和有效性。

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 相关背景	3
一、制造业的发展困境及运营转型	3
二、再制造与产品服务的结合	6
第二节 本书的理论与现实意义	7
一、理论意义	7
二、实践意义	8
第三节 本书的结构	10
一、基本思路	10
二、技术路线	11
三、本书的内容框架	12
第二章 闭环供应链及产品服务文献回顾	15
第一节 闭环供应链的基础理论回顾	17
一、交易成本理论	17
二、价值链理论	20
三、企业惯例理论	22
第二节 闭环供应链的再制造文献综述	23
一、再制造的基本特征与内涵	23
二、再制造的产品回收策略	28
三、再制造的供应链协调优化	30

第三节 产品服务系统文献综述	33
一、产品服务系统的由来	33
二、产品服务系统的内涵	35
第四节 本书对现有文献的发展	38
一、现有文献的不足	38
二、本书研究的贡献	40
 第三章 闭环产品服务系统的价值机理分析	41
第一节 闭环产品服务系统的提出	43
一、闭环产品服务系统的形成机理	45
二、闭环产品服务系统的内涵界定	52
第二节 闭环产品服务系统价值增值分析	60
一、增值环节分析	61
二、价值主体关系	63
第三节 闭环产品服务系统的运营要素	66
一、产品与服务设计	66
二、合作契约设计	68
三、产品信息收集	69
四、产品回收再造	70
 第四章 租赁型闭环产品服务系统的协调优化	73
第一节 租赁模式下 CL-PSS 的优化问题描述	75
一、租赁情景	75
二、产品租赁与再制造整合的文献	76
第二节 租赁模式下 CL-PSS 的协调优化模型	79
一、租赁模式下 CL-PSS 模型假设与符号说明	79
二、租赁模式下 CL-PSS 的固定服务收费模型	82
三、租赁模式下 CL-PSS 的节约收益共享模型	83

第三节 租赁模式下 CL-PSS 的数值算例分析	89
一、函数设定	89
二、结果分析	90
第五章 销售型闭环产品服务系统的协调优化	97
第一节 销售模式下 CL-PSS 的优化问题描述	99
一、销售与租赁的差异	99
二、产品销售与再制造整合的文献	100
第二节 销售模式下 CL-PSS 的协调优化模型	104
一、销售模式下 CL-PSS 模型假设与符号说明	104
二、缺乏客户参与的产品服务捆绑销售模式	107
三、销售模式下 CL-PSS 的节约收益共享模型	109
第三节 销售模式下 CL-PSS 的数值算例分析	113
一、函数与参数设定	113
二、算例分析	114
第六章 政府介入的闭环产品服务系统演化博弈分析	121
第一节 政府介入对闭环产品服务系统实施的必要性	123
一、经济必要性	123
二、环境必要性	123
三、政府的作用	124
第二节 政府、企业与用户的演化博弈模型	125
一、模型参数与假设	125
二、模型建立与求解	126
第三节 系统主体合作的演化稳定策略分析	129
一、政府激励行为分析	130
二、企业与用户合作分析	131

第七章 闭环产品服务系统的实施策略建议	135
第一节 闭环产品服务系统实施的主要目标	137
一、促进传统商业模式的变革	137
二、促进再制造产业的发展	138
三、促进制造业的服务化转型	139
第二节 闭环产品服务参与主体的实施策略	140
一、再制造企业的实施策略	140
二、产品用户的实施策略	146
三、政府的激励与奖惩措施	147
第三节 闭环产品服务系统实施的关键步骤	150
一、分析市场环境，确定适宜的产品服务模式	150
二、变革组织流程，整合产品实体与服务网络	151
三、掌握设计、维护与回收环节的关键管理技术	151
四、形成产品服务价值一体化的企业价值观	152
第四节 云监控下闭环产品服务系统运营保障策略	152
一、问题的提出	152
二、云计算的内涵与特征	154
三、基于云计算的闭环产品服务系统解决方案	157
四、闭环产品服务链条企业实施云战略的步骤	162
第八章 研究结论与展望	165
第一节 研究结论	167
一、产业升级与商业模式相关结论	167
二、闭环产品服务系统运营的结论	170
第二节 研究展望	173
参考文献	175

第一章

绪 论

第一节 相关背景

21 世纪是环境保护、产业升级、保持社会经济可持续发展的时代，追求更少资源消耗、更低环境污染、更高客户满意度已经成为世界各国企业共同追求的经济发展目标，并终将成为未来市场竞争的主流模式。

一、制造业的发展困境及运营转型

制造业代表了经济体的生产力水平，是经济体的基础。世界制造基地从最初的美国、欧洲转移到日本、“亚洲四小龙”，在 20 世纪 80 年代又转移到中国，使中国成为世界工厂，并形成全球化的制造产业链条和分工体系。然而，随着生产和消费的持续累加，环境、资源消耗达到一定程度之后，全球已经进入“高成本时代”，土地成本、能源成本、原材料成本、劳动力成本、资金成本、环境成本等都趋于高涨。这种高成本引致两个后果：

一是众多发展中国家（包括中国）的制造业低成本优势在逐渐丧失。例如，2000 年，中国的平均工资是 50 美分/小时，2012 年则是 3.5 美元/小时，而且有不断上涨的趋势。此外，政府对于工人的福利制度、环境保护规制等方面的要求也日益严格。因此，考虑到发达国家工人的生产率平均为发展中国家工人的 10 倍左右，以及跨国物流运输的成本，发展中国家的制造业比较优势正在减少。

二是发达国家开始反思全球化，并逐渐吸引曾经外包的制造业回流

(Tate, 2014)。即以美国为代表的西方发达国家正在推进“再工业化”或“再制造业化”，强调重振制造业，扩大就业和让高科技企业回流，采取了诸如降低法人税等优惠措施。同时寻求新的能源和原材料来源，以能源价格和材料价格，实现发达国家制造的成本优势。

因此，高成本导致的环境资源和产业调整危机触发了企业战略层面的商业模式创新动力，对制造企业的生产方式及商业模式产生反作用力，要求改变以往企业与可持续发展对立的商业设计，而是将两者统一起来。具体说就是发展中国家摆脱低成本竞争的陷阱、避免环境持续退化与发达国家的制造业回流将重塑全球的价值链分工角色，使全球制造业重构。这种重构是发展模式的转型，侧重于协调发展、可持续发展。由于全球制造业的转型升级要应对成本升高、盈利下降、节能环保、市场差异化凸显等问题，新环境下的竞争需要更新的核心技术、创新的商业模式与足够的客户需求缺一不可，产业调整的方向就是发展低碳节能的再制造技术以及能更好满足客户需求的产品服务组合提供。

其中，再制造技术并不是什么新的技术，实际上再制造技术在几个世纪前就已经存在 (Guide, Van Wassenhove, 2009)。通过实施再制造，企业可以最大限度地利用废旧产品中蕴含的资源，缓解资源短缺与产品需求之间的矛盾，减少报废产品对环境的危害，相比新品，再制造产品的成本降低 50%，同时能耗和材料消耗分别减少 60% 和 70% (徐滨士，马世宁，刘世参等，2000)。早期的再制造技术主要用于产量不多但是单位价值高的产品，例如火车机车或者飞机引擎等，虽然在军事领域中较为常见，但并不构成制造技术的主流。直到近 20 年，有关再制造的研究才得到充分重视，再制造技术逐渐成熟，再制造产品从传统的武器装备扩展到汽车、航空、压缩机、电子产品、电器产品、机械设备、办公用品、轮胎、墨盒、阀门等诸多领域，再制造产业在美国、欧盟等工业发达国家已经形成。再制造的技术内涵从早期的对报废产品做

简单的再循环处理以得到一些低级的原材料，发展以产品全生命周期设计和管理为指导，覆盖旧品的拆解、清洁、检测、归类、再加工/制造、再组装等一整套完整流程，其工作效率和产量也大大提高。再制造产品通过上述流程可以达到与新品相当的性能和效用，但是却具有相对更少的资源消耗。

仅仅掌握核心技术并不能保证在激烈的市场竞争中稳操胜券，例如，2012年，全球制造业的一个重大新闻就是有着120年历史的美国柯达公司在纽约申请破产保护。柯达公司是胶卷、彩色胶卷、傻瓜相机的发明者，曾经作为行业的领头羊、市场的主导者，与通用电气、通用汽车、IBM等一起代表了强大的美国制造业。但随着计算机和互联网的普及，数码摄影技术取代传统摄影技术成为市场主流，虽然柯达制造了世界上第一台数码相机并与其他企业合作进行数码产品的研发，但还是没有抵挡住市场和技术的巨变而走向衰亡。而同行业的富士、尼康和佳能却顺利从传统的相机生产商转型，相继占领低、中、高端数码相机市场，甚至还转向工业领域如医疗行业产品拓展。这个例子说明客户关心的不只是产品本身，客户关心的是需求的满足和功能的实现。特别是在网络化时代，产品用户对于产品质量、交货期、个性化服务等方面的关注度明显提高，服务不再是产品的附属物，产品与服务必须以合适的比例组合、通过合适的商业模式提供给客户，才能使企业具有核心竞争力。这方面比较成功的企业如美国卡特彼勒公司通过再制造业务改造企业的价值链结构，辅以金融服务和物流服务作为机械产品和发动机产品的补充，形成了以再制造为基础的新成本结构和以高利润服务为关键业务的新利润来源（周文泳，胡雯，陈康辉等，2012）。

综上所述，制造业在进入后工业化时代之后，全球一体化的深入、资源环境、技术环境的变化导致了制造业的竞争格局发生转变，成本、盈利、节能环保、客户需求等要求制造企业必须利用自身完整的产品制

造体系衍生出不同程度的产品服务组合，通过再制造下的产品服务商业模式创新获取市场竞争的优势。再制造技术作为基础，为全生命周期服务提供物质条件和材料保证，再制造产品也是服务的依托；而企业盈利的重点不再是单位产品的价格，而是产品与服务并重，即产品功能的单位提供和产品本身都是企业收入的主要来源。企业的服务不仅局限于传统概念的售后服务，关键的区别在于产品服务组合中的服务是确保产品使用过程的功能实现。

二、再制造与产品服务的结合

尽管再制造和产品服务组合可以帮助企业提升竞争力，应对资源压力、承担环境责任，实现可持续发展，但是实际企业运营中仍存在技术和管理上的诸多难点。除了再制造工程的技术难关和再制造产品的市场接受程度之外，企业面临的一个直接困难就是产品回收问题（周文泳，胡雯，尤建新等，2012），产品回收不足则难以形成再制造生产的规模效应，企业也就无从盈利。而且产品回收的时间、数量、质量等也存在较大的不确定性（Aras, Gullu, Yurulmez, 2011），这导致再制造企业很难像新品生产控制原材料供应那样控制再制造系统的输入，再制造生产的均衡性难以实现，这加剧了再制造发展的难度。另一方面，市场竞争的客户导向趋势又要求企业以客户满意为核心，将客户忠诚度置于市场占有率之上，制造业服务化发展的趋势越来越明显（胡查平，汪涛，王辉，2014）。产品与服务的组合为企业运营增加了相当大的不确定性，首先制造企业本身并不擅长服务的提供，服务虽然可以产生持久的高收益，但是在服务提供的初期企业有可能面临金融风险。其次服务与产品的组合也要求企业变革自身组织框架，以适应市场的变化，服务的无形性、异质性、不可存储等特点（Lovelock, Gummesson, 2004）增加了与实体产品组合提供的难度。最后，客户需求差异化较突出，客户满意