

本书由国家自然科学基金 (70871125, 71271225)、
British Academy Grant(SG 090839)等项目资助



ihuan

Gongying Lian Xietiao

闭环供应链协调

熊中楷 等 著



科学出版社

本书由国家自然科学基金(70871125, 71271225)、
British Academy Grant(SG 090839)等项目资助

闭环供应链协调

熊中楷 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

闭环供应链是在逆向供应链的基础上发展起来的一个比较新的领域。它是通过产品的正向交付与逆向回收再利用,使“资源—生产—消费—废弃”的开环过程变成“资源—生产—消费—资源再生”的闭环反馈式循环过程,呈现出“从源到汇,再由汇到源”的闭环特征。在整个闭环供应链系统中涉及供应商、制造商、分销商、零售商、消费者、回收商、再制造商等众多合作实体,是一个复杂系统问题。其研究的根本目标在于充分有效利用现有资源、保持生态平衡、实现人类的可持续发展,因此是国际学术的研究热点。本书主要包括作者主持的国家自然科学基金项目“竞争环境下闭环供应链协调优化模型研究”的部分研究成果。

本书可作为高等院校管理科学、运筹学、工业工程、软件工程和应用数学专业师生的教学用书,也可供相关领域科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

闭环供应链协调 / 熊中楷等著. —北京: 科学出版社, 2014.5

ISBN 978-7-03-040366-7

I. ①闭… II. ①熊… III. ①供应链管理—研究
IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 067548 号

责任编辑: 杨 岭 孟 锐 / 责任校对: 陈会迎

封面设计: 墨创文化 / 责任印制: 余少力

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年4月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2014年4月第一次印刷 印张: 10.75

字数: 250千字

定价: 56.00元

前 言

随着世界人口的不断膨胀与经济的飞速发展，资源正在日益枯竭，减少废弃物的污染、充分有效利用现有资源、保持生态平衡、实现人类的可持续发展，已经成为全世界人类的共识。早在 20 世纪 60 年代，美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁首次提出了循环经济的概念，他将地球比作太空航行的宇宙飞船，指出在有限的资源约束下，必须合理地开发和利用自然资源，如果任意开采，当超过地球最大承受能力后，地球将走向灭亡。在鲍尔丁的循环经济的指导思想下，国内外许多学者也提出了循环经济的相关理论，归纳起来，其核心思想可以概括为 3R 原则，即减量化（reducing）、资源化（recycling）、再利用（reusing）。2004 年中国工程院院士徐匡迪提出循环经济应遵循 4R 原则：①资源利用的减量化（reduce），在生产的投入前端，尽可能地少输入自然资源；②产品的再使用（reuse），通过尽可能延长产品的使用周期使得产品在多种场合使用；③废弃物的再生循环（recycle），即废弃物排放最大限度地减少，力争做到无害化排放，实现资源再生利用；④废旧产品的再制造（remufacturing），最大限度地恢复废旧产品的残余价值，更有效地降低能源与材料的消耗。

循环经济发展的大趋势、国家法规的强制要求、企业竞争策略的需要以及消费者环保意识的逐步增强，使我们看到再制造的闭环供应链管理研究具有重要的理论价值和实践价值。基于此，本书主要从闭环供应链中的回收管理、再制造生产模式及再制造协调优化三个方面对闭环供应链进行了研究。

本书主要内容是本书第一作者主持的国家自然科学基金项目“竞争环境闭环供应链协调模型及应用研究”（该项目结题后于 2014 年 2 月被国家自然科学基金委评为优）的部分研究成果及其指导的三位博士（本书合作者）完成的博士学位论文《租赁闭环供应链中回购合同及其对零售渠道的影响》《考虑专利保护的再制造及闭环供应链研究》《再制造产品生产与销售模式研究》的主要成果，还包括了全体作者近年来在国内外重要刊物上公开发表的 20 余篇相关学术论文的主要成果。

参加本书编写的有：熊中楷（负责全书结构策划和最后统稿、第 1 章）、梁喜（第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章）、申成然（第 6 章、第 7 章、第 8 章、

第9章)、王凯(第10章、第11章、第12章)。本书在写作过程中参考了不少资料,已尽可能详细地在参考文献中列出,在此对这些专家、学者表示深深的谢意。

本书的写作和出版得到了重庆大学经济与工商管理学院院长刘星教授的大力支持、关心和帮助,在此表示深深的谢意。在此过程中,硕士研究生刘勇做了许多工作,在此致谢!

感谢科学出版社的孟锐编辑及其团队,他们高效而又细致地做了大量工作,使得本书能够顺利出版。

感谢我的妻子吴富玲对我研究的支持,感谢我的儿子熊榆博士,我们父子在中英著名研究型大学联合指导博士生,多篇论文联名发表在国际著名杂志《Journal Of Operational Research Society》,《European Journal of Operational Research》,《International Journal of Production Research》,《International Journal of Production Economics》上,也构成本书部分重要研究成果。他以出色的科研和教学业绩给了我极大的安慰和鼓励。

本书的出版得到国家自然科学基金项目(70871125, 71271225)、英国 British Academy Grant (SG 090839)、重庆自然科学基金项目(cstc2012jjA00036)、重庆大学经济与工商管理学院发展基金资助。

由于作者水平有限,本书中不足和缺点难以避免,敬请专家和同行批评指正。

熊中楷

重庆大学经济与工商管理学院

2014年4月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 闭环供应链的研究背景和研究意义	1
1.2 闭环供应链理论研究现状评述	4
1.2.1 基于闭环供应链管理的回收管理研究	4
1.2.2 基于闭环供应链管理的再制造市场策略研究	7
1.2.3 基于闭环供应链协调问题研究	12
1.3 本书的主要内容	14
第一篇 回购合同视角下的闭环供应链回收管理与协调	16
第2章 租赁闭环供应链中的回购合同研究	19
2.1 引言	19
2.2 问题描述和条件假设	21
2.3 分散式决策	22
2.4 集中式决策	24
2.5 基于回购合同的供应链决策	25
2.6 算例分析	28
2.7 本章小结	29
第3章 考虑更新时间的租赁闭环供应链回购合同研究	30
3.1 引言	30
3.2 问题描述和条件假设	31
3.3 集中式决策	32
3.4 分散式决策	35
3.5 基于回购合同的供应链决策	36
3.6 算例分析	39
3.7 本章小结	40
第4章 租赁闭环供应链中回购合同对零售渠道的影响	41
4.1 引言	41

4.2 问题描述和条件假设	42
4.3 旧产品质量水平无差异时的影响分析	43
4.3.1 需求函数	43
4.3.2 独立式渠道结构	44
4.3.3 冲突式渠道结构	45
4.3.4 回购式渠道结构	46
4.3.5 三种渠道结构的比较	48
4.4 旧产品质量水平有差异时的影响分析	49
4.4.1 需求函数	49
4.4.2 独立式渠道结构	50
4.4.3 冲突式渠道结构	51
4.4.4 回购式渠道结构	52
4.4.5 三种渠道结构的比较	54
4.5 本章小结	55
第5章 租赁闭环供应链中回购合同对混合渠道的影响研究	57
5.1 引言	57
5.2 问题描述和条件假设	58
5.3 旧产品质量水平无差异时的影响分析	59
5.3.1 需求函数	59
5.3.2 独立式渠道结构	60
5.3.3 冲突式渠道结构	62
5.3.4 回购式渠道结构	64
5.4 旧产品质量水平有差异时的影响分析	66
5.4.1 需求函数	66
5.4.2 独立式渠道结构	67
5.4.3 冲突式渠道结构	68
5.4.4 回购式渠道结构	70
5.5 算例分析	72
5.6 本章小结	75
本篇参考文献	77
第二篇 考虑专利保护的再制造闭环供应链研究	82
第6章 考虑专利保护的闭环供应链再制造模式研究	85
6.1 引言	85
6.2 问题描述与符号说明	86
6.3 基本模型	88

6.3.1 阻止产品的回收再制造 (N 策略)	88
6.3.2 原制造商进行回收再制造 (O 策略)	89
6.3.3 授权第三方再制造商进行再制造 (A 策略)	90
6.4 结果分析	91
6.5 算例分析	93
6.6 本章小结	95
第 7 章 考虑专利保护的第三方再制造闭环供应链协调机制研究	96
7.1 引言	96
7.2 问题描述与符号说明	97
7.3 基本模型	99
7.3.1 集中决策模型	99
7.3.2 分散决策模型	100
7.4 考虑专利保护的闭环供应链协调	102
7.5 算例分析	104
7.6 本章小结	106
第 8 章 考虑专利保护的经销商再制造决策及协调机制研究	108
8.1 引言	108
8.2 模型描述与符号说明	109
8.3 基本模型	110
8.4 专利相关闭环供应链的协调	112
8.4.1 集中决策模型	112
8.4.2 协调机制	113
8.5 算例分析	114
8.6 本章小结	115
第 9 章 考虑专利保护与政府补贴的再制造闭环供应链研究	117
9.1 引言	117
9.2 问题描述和条件假设	118
9.2.1 问题描述	118
9.2.2 函数和符号说明	119
9.3 基本模型	120
9.3.1 政府补贴给原制造商	120
9.3.2 政府补贴给第三方再制造商	121
9.3.3 两种机制的比较分析	122
9.4 集中决策与协调机制	123
9.4.1 集中决策	123
9.4.2 协调机制	124

9.5 进一步扩展	126
9.5.1 政府补贴给原制造商	127
9.5.2 政府补贴给经销商	127
9.6 算例分析	127
9.7 本章小结	129
本篇参考文献	130
第三篇 考虑多种模式的闭环供应链协调	132
第 10 章 经销商从事再制造模式研究	136
10.1 引言	136
10.2 基本模型	137
10.2.1 经销商再制造模式	137
10.2.2 制造商再制造模式	140
10.3 两种模式比较研究	141
10.4 制造商与经销商的模式选择	142
10.5 本章小结	143
第 11 章 再制造产品专营店模式研究	144
11.1 引言	144
11.2 基本模型	144
11.2.1 再制造产品专营店模式	144
11.2.2 原始经销商模式	145
11.3 两种模式的比较研究	146
11.4 制造商与经销商的模式选择	147
11.5 本章小结	149
第 12 章 制造商作为再制造商的经销商的合作模式	151
12.1 引言	151
12.2 基本模型	152
12.2.1 合作模式	152
12.2.2 竞争模式	153
12.3 两种模式比较研究	153
12.4 再制造商与制造商的模式选择	154
12.5 本章小结	156
本篇参考文献	157
索引	160

第 1 章 绪 论

闭环供应链是在逆向供应链的基础上发展起来的一个比较新的领域。它是通过产品的正向交付与逆向回收再利用,使“资源—生产—消费—废弃”的开环过程变成“资源—生产—消费—资源再生”的闭环反馈式循环过程,呈现出“从源到汇,再由汇到源”的闭环特征。在整个闭环供应链系统中涉及供应商、制造商、分销商、零售商、消费者、回收商、再制造商等众多合作实体,是一个较为复杂的系统性问题。

随着资源的日益枯竭和社会环保意识的兴起,世界各国及企业界越来越重视废弃产品的回收再制造管理,使得近年来再制造产业得到了迅猛发展,但仍然缺少正式的系统 and 过程来指导管理决策。关于闭环供应链的研究也只有十几年时间,闭环供应链管理可分为设计、控制与系统操作,目的是充分利用产品在其整个生命周期内的价值,该定义源于对再制造的严格意义上的理解。事实上,再制造始于对诸如机车引擎、飞机框架等大型设备寿命的扩展。近年来,对闭环供应链的研究已经从原来单一的对技术方面的关注发展到现在对闭环供应链管理全方位的研究。Thierry 等(1995)、Guide (2000)、Guide and Van Wassenhove(2006)三个来源于实践的研究奠定了运用经济管理方法研究再制造的基础,这三个研究勾勒出了研究的基本框架,在此基础上产生了大量的学术研究。

1.1 闭环供应链的研究背景和研究意义

随着世界人口的不断膨胀与经济的飞速发展,资源正在日益枯竭,减少废弃物的污染、充分有效利用现有资源、保持生态平衡、实现人类的可持续发展,已经成为全世界人类的共识。早在 20 世纪 60 年代,美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁首次提出了循环经济的概念,他将地球比作太空航行的宇宙飞船,在有限的资源约束下,必须合理地开发和利用自然资源,如果任意开采,当超过地球最大承受能力后,地球将走向灭亡。在鲍尔丁的循环经济的指导思想下,国内外

许多学者也提出了关于循环经济的相关理论,归纳起来,其核心思想可以概括为 3R 原则,即减量化、资源化、再利用化。2004 年中国工程院院士徐匡迪提出循环经济应遵循 4R 原则:①资源利用的减量化(reduce),在生产的投入前端,尽可能地少输入自然资源;②产品的再使用(reuse),通过尽可能延长产品的使用周期,可以让产品在多种场合使用;③废弃物的再生循环(recycle),即废弃物排放最大限度地减少,力争做到无害化排放,实现资源的再生利用;④废旧产品的再制造(remanufacture),最大限度地恢复废旧产品的残余价值,更有效地降低能源与材料的消耗。

与此同时,科学技术的日新月异和顾客消费水平的提高,导致产品更新换代速度正在不断加快,各种废旧产品的丢弃带来的环境污染问题正在日益凸显。以电子产品行业为例,据统计,2005 年美国废弃的电视机、个人电脑、手机、打印机、扫描机、传真机等电子产品重达 200 万吨,其中 80%~85%主要丢弃在垃圾填埋场之内,仅 15%~20%被回收和再利用,在城市固体垃圾流量中的比例已接近 2%。对中国而言,据统计,2008 年我国电视机产量为 9015 万台、冰箱 4600 万台、洗衣机 3900 万台、空调 6850 万台、电脑 13800 万台、打印机 6167 万台、移动电话 6 亿部;每年中国有数千万台的家电产品遭淘汰和废弃,且数量呈增长态势。这些被废弃掉的电子产品中含有大量的铅、镉、锂、聚溴二苯醚和聚溴联苯等几百种物质,其中 50%对人体有害,不仅造成了严重的环境污染,还威胁着人类的生命健康。但事实上,在这些电子垃圾中存在着许多有用的资源,如铜、铝、铁和金、银、铂等稀有贵金属,阴极射线管,玻璃和塑料等,如果能够进行合理的回收利用,将会产生巨大的经济效益和生态效益。如在我国被称为“电子垃圾之都”的广东贵屿,它用非常原始的电子垃圾处理方式支撑着日产值将近 10 亿元的产业。

为此,作为先行者,欧美很多国家都纷纷制定了相应的政策和法规,来强制要求制造商、零售商对废旧产品进行合理的回收和再制造。1997 年欧盟正式出台了关于电子产品回收再利用的法规,规定凡是将其电子产品投放欧洲市场销售的制造商必须对产生的终极产品(end of life product,即 EOL 产品)予以回收并进行再利用,由此提出了“生产者延伸责任制”(extended producer responsibility, EPR)的概念。2003 年欧盟颁布了《关于报废电子电气设备指令》(waste electrical and electronic equipment, WEEE),规定出口欧盟的电子电器类产品将贴上一个回收标签,其主要目的是为促进废旧物品的重新利用。在美国,电子垃圾拆解已经形成了非常专业的分工,由于专业化处理,美国电子垃圾的回收再利用率在 97%以上。尽管相比较于欧美等发达国家,我国对废旧产品的管理起步较晚,但是近年来也相继制定了鼓励废旧产品回收再制造的法律法规。2004 年,我国颁布了《废旧电器电子产品回收处理管理条例》,该条例明确规定废旧家电回收将推行生产者延伸责任制,并将废旧冰箱、洗衣机、

电视机、空调、电脑五类产品列入首批回收处理产品目录。2005年,国务院在《关于加快发展循环经济的若干意见》中明确提出支持发展再制造,同年,国家第一批循环经济试点将再制造作为重点领域。2008年颁布了《循环经济促进法》,将再制造纳入法律范畴进行规范。2010年下发了《关于推进再制造产业发展的意见》,提出了把深化汽车零部件再制造,工程机械、机床等再制造作为推进再制造产业发展的重要领域。在2011年颁布的“十二五”规划中,再次将再制造作为“十二五”期间国家产业发展的重要内容。这些政策和法规都对再制造产业的发展起着重要作用,使那些不愿意对废旧产品回收和再制造的企业不得不采取相应的措施和手段,否则企业将面临生存危机。

除了政策、法规的限制外,实施闭环供应链带来的成本的节约,已经成为企业的重要利润源泉,资料显示,再制造产品的生产成本通常会比新产品节约40%~65%,能够为企业带来利润。如施乐公司在1998年通过对复印机实施闭环供应链管理,就使超过1.45亿磅的将要掩埋的废物垃圾,重新回到了市场,1999年该公司所有产品的回收率达到了65%。同时,施乐公司从产品生命周期的角度考虑,在新产品的开发与设计过程中,将90%的零部件设计为可以再利用。这样一方面可以节约制造新的零部件所需的原材料,另一方面,由于再制造不需要对材料进行复杂的物理或化学还原处理,节约了大量的能源,通过这种再制造工程每年可以为该公司节约资金2亿美元。

另外,从消费者的角度来讲,一方面,企业通过实施闭环供应链可以将具有相同质量的再制造产品以更低的价格卖给消费者,使一些原本没有足够消费能力的消费者购买到该企业的产品,从而提高该企业在市场中的份额。例如,在美国医院用床业竞争的案例中,市场领导者Hill-Rom对其产品进行回收再制造,在扩大了自身市场份额的同时,也使得消费者能够以更低的价格获得相应的产品。另一方面,随着人们的社会环保意识的增强,消费者中绿色消费者的比例越来越大,他们更加偏好具有环保效应的产品,而再制造能够为企业树立起良好的“绿色形象”,获得绿色消费者的青睐。Cordington通过大样本调查与统计分析得到“79%美国人认为自己是环境保护主义者,而67%的人认为愿意为消费与环境相容的产品多支付5%~10%的费用”的结论。Hume和Strand通过调查发现90%的人愿意采购那些采用与环境相容技术的制造商的产品。根据联合国统计署的数字,1999年全球绿色消费总量达3000亿美元,有80%的荷兰人、90%的德国人、89%的美国人在购物时首先考虑消费品的环境标准;85%的瑞典人愿为环境清洁支付较高的价格;有80%的加拿大人愿多付出10%的成本购买对环境有益的产品;77%的日本人只挑选购买有环保标志的产品。因此,随着公众环保意识的提高,通过产品再制造,创建良好的“绿色形象”能够为企业产品带来更多的需求。柯达公司就是个非常典型的例子,柯达公司从1990年开始实施基于再制造的闭环供应链方案,在美国回收率超过了70%,

在全球的比例将近 60%，每台相机可再使用的零部件，按其重量可以找到整台设备的 80%~85%。通过积极产品回收再制造，柯达公司在消费者心中树立了良好的“绿色”和“环保”形象，与此同时，柯达公司还加强了与零售商的紧密合作，为扩大市场份额带来了巨大好处。

综上所述，循环经济发展的大趋势，国家法规的强制要求，企业竞争策略的需要以及消费者社会环保意识的逐步增强，使得再制造的闭环供应链管理研究具有重要的理论价值和实践价值。基于此，本书主要在闭环供应链中的回收管理、再制造生产模式及再制造协调优化三个方面对闭环供应链进行了研究。

1.2 闭环供应链理论研究现状评述

闭环供应链管理的研究主要集中在五个方面：①废旧产品的回收管理研究，主要是探讨不同类型的回收渠道设计，以及旧产品回收率和回收效率对渠道成员利润的影响；②废旧产品库存管理研究，主要集中在探讨生产阶段的双源库存控制问题，即如何权衡各种条件下再制造产品和新产品的库存或者生产数量，以实现制造商的成本最小或利润最大化；③关于再制造的产品生命周期和重复采购，主要是确定废旧商品的返回时间、数量，以及新制造件或者再制造件的扩散速度对制造商利润的影响；④再制造市场策略研究，主要讨论代工厂家（original equipment manufacturer, OEM）如何进行新产品的技术选择来控制再制造产品数量、再制造商进行再制造的条件及其与第三方再制造商的竞争问题；⑤闭环供应链协调问题研究，主要是关于再制造产品库存、新产品与再制造产品定价的协调及渠道方面的协调。

下面将重点从废旧产品的回收管理研究、再制造市场策略和闭环供应链协调问题研究三个方面对国内外的研究现状进行综述。

1.2.1 基于闭环供应链管理的回收管理研究

Savaskan 等根据实际情况，研究证明了逆向供应链不能够进行集中式控制，并从两个方面重新研究了该问题：渠道成员谁该从事废旧产品回收；怎样最好地协调逆向供应链。该研究在一个制造商与一个经销商组成的二级供应链结构背景下，比较了在实践中发现的不同回收模式下的盈利情况。回收模式如下：①制造商回收模式(M)；②经销商回收模式(R)；③独立的第三方回收模式(3P)（图 1.1）。而且，该研究将分散式系统与集中式供应链进行比较。研究表明：经销商负责废旧产品回收的渠道结构优于制造商负责废旧产品回收的渠道结构，甚至更优于将废旧产品回收外包给第三方物流提供商的渠道结构。

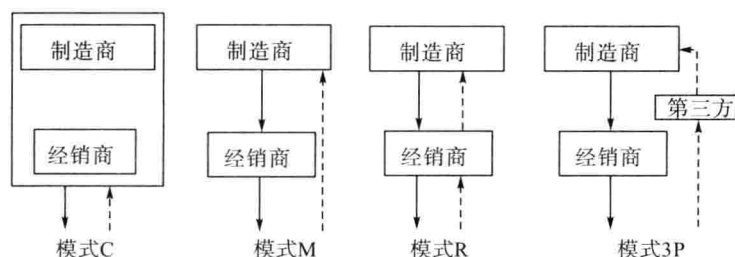


图 1.1 四种废旧产品回收模式

Guide 等在 Savaskan 等的基础上，避开传统的成本最小化视角，因此对闭环供应链的研究又进了一步。Guide 等将产品生命周期内从事再制造的价值进行了最大化，而且引入了时间价值这个概念。Guide 等重点研究了如何选择最优的逆向供应链的设计方案，以最大化盈利。该研究将该问题建成排队网络模型，而且关于两个企业的商业返还问题构成了该研究的基础。这两个企业分别是时间边际价值高的企业与时间边际价值低的企业。因为返回产品的价值随时间的增长而降低，所以反应较为灵敏的系统可能会使盈利最大化。此外，反应较为灵敏的系统成本有可能更高。平衡系统高盈利与高成本之间的关系有助于使系统反应更灵敏。Guide 等研究表明：网络存有最优的责任度。网络设计的动因为产品的价值、价格、回收率以及产品返回率的优化。高价值需要一个更有责任的网络。Listes 结合案例分析的形式，提出采用动态的方法研究逆向物流网络设计的问题。Savaskan 和 van Wassenhove 对 Savaskan 等的研究进行了扩展，研究了当经销商存在竞争时的废旧产品直接回收（制造商回收）和间接回收（零售商回收）两种情形。首先分析了零售商之间如何分配回收任务，如何影响他们在市场中决策，在直接收集系统中，渠道利润受到回收规模的影响，在非直接收集系统下，供应链的利润受到零售商之间的竞争影响，最后通过回购合同提供了一个柔性的批发价格使得利润不同的零售商之间存在价格差异。Mitra 通过两周期博弈模型研究再制造领域存在回收法限制和不存在回收法限制的两种竞争行为。研究表明：在回收法限制下行业的效益更好，在某些条件下，制造商控制回收渠道对行业和环境更有利，在另外一些条件下，制造商的控制行为受到政府的限制。Mutha 等提出了一个关于战略产品回收和再制造问题的总的观点及其对供应链的影响，并对回收的不同产品的再修复、再制造、再利用和同型装配等问题进行了讨论。物流网络设计通常涉及多个相互冲突的目标，包括成本/利润、资源平衡、客户响应速度、质量等的平衡，Pishvae 等采用 memetic 算法研究了正向物流和逆向物流网络设计中如何进行多个目标的平衡问题，Ramezani 等针对多目标优化建立了一个随机模型，提出了正向/反向物流的随机多目标模型不确定环境下，网络设计包括三个梯队的前进方向（例如，供应商，

工厂, 配送中心)和两个反方向的梯队(即收集中心和处置中心)。

从国内看, 目前对基于再制造的废旧产品回收渠道管理的研究, 大多基于 Savaskan 等与 Savaskan 和 van Wassenhove 的研究框架, 对闭环供应链的结构及其渠道管理问题作了进一步细化研究。姚卫新比较了包括经销商负责回收在内的闭环供应链渠道模式, 并将渠道模式划分成五种类型。生产商可以根据自身的和市场的情况选择其中一种模式, 也可将各种模式进行组合, 以适应变化的市场环境。白世贞和王文利从非线性理论的角度对闭环供应链系统结构的设计进行研究, 并探讨闭环供应链的结构特征。顾巧论等基于博弈理论对单个制造商和单个经销商构成的逆向供应链系统中废旧产品回收的定价策略进行研究。黄祖庆和达庆利将闭环供应链分为五种不同的决策结构, 研究了该供应链在不同决策结构下的盈利以及与集成式“超组织”结构相比的效率损失。肖迪和黄培清运用委托代理理论, 分别对制造商能获得回收市场真实信息和无法获得真实信息两种情况, 设计了提供给第三方的线性合同, 并以报童模型为基本模型给出了制造商的最优生产决策。员巧云和刘斌研究分别由生产商及第三方逆物流公司负责回收时再生产产品盈利最大时的产量和价格, 并分析在满足哪些条件时, 由第三方逆向物流负责回收生产商的盈利更优。王玉燕等构建了基于第三方回收模式的闭环供应链定价模型, 运用博弈理论分析该系统最优定价策略, 而且分析了模型结构对盈利的影响。葛静燕和黄培清以博弈论为基本研究方法, 考察了在分散决策的情况下, 在由经销商负责销售产品和回收废弃产品时, 两阶段闭环供应链中节点企业为了取得各自最优盈利, 如何各自确定自己的批发价、销售价, 以及废旧产品的回收价格和回收转移价格。韩小花和薛家声在回收固定投资的规模参数信息不对称条件下, 研究闭环供应链的合作机制, 并与对称信息下的合作机制进行了比较。熊中楷等采用三阶段的动态博弈模型, 研究了在单个制造商和单个经销商构成的分散式闭环供应链中, 占主导地位的制造商如何制定质量处罚比例和质量抽检比例, 从而对经销商回收的废旧产品数量和质量实施引导和控制。王文宾和达庆利研究了电子类产品制造商回收再制造决策问题, 通过设立奖惩机制引导制造商进行回收, 并建立三个决策模型进行比较分析。易余胤在制造商领导的 Stackelberg 博弈、经销商领导的 Stackelberg 博弈、制造商和经销商纳什均衡博弈等三种博弈结构下建立了再制造闭环供应链博弈模型, 研究和对比了不同市场力量结构对均衡回收率、批发价、销售价、渠道成员盈利、渠道总盈利的影响。孙宝凤等运用信息经济学的委托代理理论研究了闭环供应链的激励机制问题, 在单一制造商和单一零售商构成的闭环供应链中, 按照任务是否易于观测, 将零售商参与闭环供应链的活动定义为易于观测的正向物流活动和不易观测的逆向物流活动。通过建立闭环供应链的多任务委托一代理模型, 经定性描述、定量推导与求解, 确定了激励合同中最优激励强度系数的数量关系。张克勇和周国华建立了不确定需求下的

闭环供应链中的定价模型,并对非对称信息下该闭环供应链差别定价的协调机制进行了研究。晏妮娜等考虑环境立法对废钢回收的奖惩,在随机需求条件下研究了废钢回收的闭环供应链模型。马飞等研究了在经销商运营成本连续分布、信息不对称条件下,单一制造商和单一经销商构成的闭环供应链系统中的制造商最优合同设计问题。计国君和黄位旺在回收条例的约束下,根据消费者对新品、再制品的异质需求重构需求函数,基于博弈论的视角,研究企业在面临单独回收、集体回收两种回收责任时,企业再制造策略的选择以及两种责任对OEM回收激励效果。王文宾和达庆利设计了奖惩机制,建立了六种情形的决策模型,研究了四种情形下奖惩机制对于引导回收商提高回收量的有效性。

1.2.2 基于闭环供应链管理的再制造市场策略研究

Ferrer 建立了平稳环境下的两周期模型中垄断制造商开辟新产品和再制造产品市场时的闭环供应链模型。而 Groenevelt 和 Majumder 的文章则是第一篇在简单的背景下研究再制造竞争策略的文献。在两周期模型中,制造商在第1期销售新产品以及在第2期销售新产品与再制造产品,而且在第2期制造商面临来自本地再制造商(local manufacturer)的竞争。Ferguson 和 Toktay 在 Groenevelt 和 Majumder 的模型基础上,放松了新产品与再制造产品完全替代以及废旧产品分配是外生的假设。该研究表明,即使制造商没有兴趣提供再制造产品,它也可以通过回收废旧产品来阻止第三方从事再制造。Debo 等对上述部分文献进一步拓展,将可再利用率进行投资加入到新产品与再制造产品定价研究中。事实上,再制造产品的供应依赖于耐用性,并且接下来的定价决定了新产品的销售量在多大程度上受到潜在的影响。该研究又放宽两周期的模型限制,将研究扩展到无限周期内进行。Debo 等通过运用多周期的分散模型来研究联合生命周期的动态情况,从而进一步精炼了新产品与再制造产品之间复杂的关系。Ferrer 和 Swaminathan 对 Groenevelt 和 Majumder 的研究进行了扩展,考虑了多周期与无限周期下产品有区别与无区别两种模型,并且研究了再制造的竞争带来的影响,得出了制造商不生产再制造品的临界条件。然后分析双寡头垄断条件下,再制造竞争带来的盈利损失以及制造商为抵御再制造竞争采取再制造和优先强制收购废旧产品的进入威慑策略;Atasu 等在再制造背景下,通过引入低成本竞争者与一个更为普遍的市场结构,研究了市场侵蚀、OEM 竞争与产品生命周期之间的关系。

从现有研究看, Groenevelt 和 Majumder 首次明确考虑了再制造竞争的问题。该研究考虑了从事再制造的 OEM 与本地再制造商竞争的情况。在外生分配机制作用下,废旧产品分散给 OEM 与本地再制造商。在此情况下,两个企业进行价格决策。而两周期模型允许从动态的角度考虑该问题(图 1.2)。新产品在第

1 周期被销售, 而第 2 周期将决定有多少废旧产品可用于再制造。第二期的竞争发生在 OEM 的新产品、再制造产品与本地再制造商的再制造产品之间。

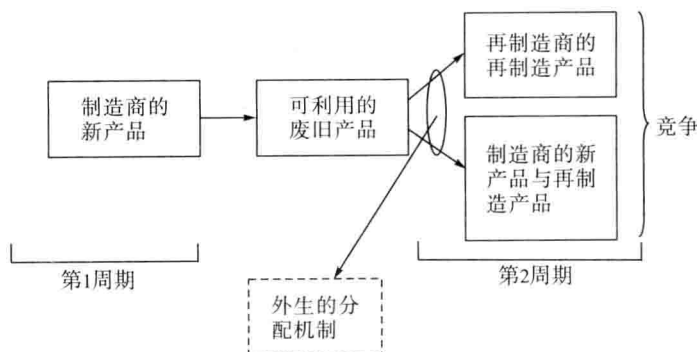


图 1.2 再制造的竞争

在该研究中, 假设新产品与再制造产品可相互替代, 但消费者能够区分再制造商与 OEM 提供的产品; 假设存在既定的废旧产品分配机制, 两个企业无需努力即可获得废旧产品; 假设在伯川德需求曲线情况下, 考虑两周期模型, 两个参与者进行博弈。Groenevelt 和 Majumder 的研究表明, ①OEM 从事再制造是面对本地再制造商竞争时的一种策略; ②回收废旧产品的分配机制选择不影响均衡结构; ③减少 OEM 再制造成本有助于 OEM 再制造产品的降价并且对消费者有利。然而, 高产量意味着更多的废旧产品, 而这对本地再制造商有利。

Ferguson 和 Toktay 的研究建立在 Groenevelt 和 Majumder 的研究基础上, 放松新产品与再制造产品完全替代以及废旧产品分配是外生的假设, 研究了 OEM 从事再制造可以作为阻止本地再制造商进入的战略角色(图 1.3)。垄断者也许出于再制造产品争夺新产品市场的考虑, 选择不从事再制造。类似于 Groenevelt 和 Majumder, 该研究在一个更为普遍的成本结构与外生的回收产品分配机制下展开。而且, 新产品与再制造产品有区别, 新产品与再制造产品之间存在竞争, 消费者对再制造产品的支付意愿低于对新产品的支付意愿。该研究指出, OEM 从事再制造有可能是一个阻止本地再制造商从事再制造切实可行的策略。而且, 再制造不是唯一阻止竞争者进入的手段。当回收成本相对于再制造产品成本较低时, 回收但不进行再制造也是可行的办法。

Debo 等考虑了废旧产品可再利用性的投资, 以此来增加废旧产品可用于再制造的可能性。该文献研究了选择最优投资的同时新产品与再制造产品定价的问题。可用于再制造的废旧产品既依赖于过去新产品的销售量, 也依赖于对产品耐用性方面的投资, 因此该研究明确考虑了新产品与再制造产品之间的相关性。该研究运用无限周期的动态规划模型, 研究了成本参数、消费者情况、技术选择以及行业结构对再制造盈利的影响。Debo 等的研究表明: ①新产品对再