

ZHENGFU JILI YU
ZAIZHIZAO
GONGYINGLIAN JUECE

政府激励与 再制造供应链 决策

舒彤 陈收 汪寿阳 肖雨晴 龙小凤 著



湖南大学出版社
HUNAN UNIVERSITY PRESS

国家自然科学基金资助项目

政府激励与再制造供应链决策

舒 彤 陈 收 汪寿阳 肖雨晴 龙小凤 著

湖南大学出版社
· 长 沙 ·

内 容 简 介

本书从政府对再制造产业的激励策略角度出发,探讨政府补贴激励策略对再制造供应链的回收价格、产品价格、产品需求以及对消费者、制造商和社会收益的影响。通过理论建模和实证分析,演绎构建再制造供应链决策与优化的多目标模型群,制定政府与企业决策的优化方案。分析闭环供应链中再制造商的回收再制造策略及政府补贴下存在消费者支付意愿差异和回收竞争的再制造决策,提出政府以旧换再补贴下的再制造供应链决策方法及政府补贴下存在碳税政策的再制造供应链决策方法,也研究不同政府激励策略下的再制造供应链决策问题。

图书在版编目(CIP)数据

政府激励与再制造供应链决策/舒彤等著. —长沙:湖南大学出版社,
2021.12
ISBN 978-7-5667-2335-2

I. ①政… II. ①舒… III. ①政策支持—作用—制造业—供应链管理—研究—中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第216392号

政府激励与再制造供应链决策

ZHENGFU JILI YU ZAIZHIZAO GONGYINGLIAN JUECE

著 者:舒彤 陈收 汪寿阳 肖雨晴 龙小凤

责任编辑:谌鹏飞

印 装:长沙市宏发印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16 印 张:11 字 数:210千字

版 次:2021年12月第1版 印 次:2021年12月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-2335-2

定 价:46.00元

出 版 人:李文邦

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88822559(营销部),88821691(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88822264(总编室)

网 址: <http://www.hnupress.com>

电子邮箱: presschenpf@163.com

版权所有,盗版必究

图书凡有印装差错,请与营销部联系

前 言

随着全球科学技术和生产力的高速发展,企业之间的竞争加剧,资源与环境问题凸显,如何兼顾经济发展和环境保护的双重目标,已成为各国亟须解决的重大问题。而以废旧产品回收再制造为特征的再制造供应链管理逐渐得到企业界、学术界以及政府部门的关注。近年来,无论从理论还是实践上都已认可生产和销售再制造产品所带来的经济和环保效益,而政府运用其政策制定、法律约束、行政管理等特殊手段,在再制造供应链的构建和运作中一直扮演着重要角色。

本书主要从政府对再制造产业的激励策略角度出发,探讨了政府补贴激励策略对再制造供应链的回收价格、产品价格、产品需求以及对消费者、制造商和社会收益的影响。通过理论建模和实证分析,演绎构建再制造供应链决策与优化多目标模型群,制定政府与企业决策与优化方案。

在本书完成之际,这里要对为本书付出辛勤劳动的所有人员表示感谢。在本书的撰写过程中,湖南大学工商管理学院的陈收教授以及中国科学院数学与系统科学研究院、中国科学院大学经济与管理学院、湖南大学工商管理学院的汪寿阳教授对本书的理论框架、思路和内容进行了细致的审阅与指导。感谢湖南财政经济学院工商管理学院的龙小凤老师、湖南工程学院管理学院的肖雨晴老师以及团队学生彭芝珍、汪墉坚、黄春芬对本书第2至第6章的重要贡献。最后,还要感谢团队学生曾华宝、程冲、周承检在书籍编撰、修改、校对等过程中的辛勤劳动!在本书的撰写过程中,参考了大量国内外同研究领域专家学者的研究成果,在此向这些专家学者表示衷心的感谢!

本书的出版得到了国家自然科学基金(编号:71771080,71521061,71988101)的资助,在此表示感谢!

由于水平有限,书中难免存在不足之处,恳请各位读者批评指正。

舒 彤

2021年2月

目 次

| | |
|--|----|
| 第 1 章 绪 论 | 1 |
| 1.1 本书的背景与意义 | 1 |
| 1.2 相关研究现状 | 5 |
| 1.3 本书的内容与体系结构 | 22 |
| 1.4 本书的研究方法与创新点 | 24 |
| 第 2 章 无政府激励机制下的再制造供应链回收与再制造决策 | 27 |
| 2.1 背 景 | 27 |
| 2.2 模型与假设 | 28 |
| 2.3 两阶段闭环供应链集中化生产决策模型 | 30 |
| 2.4 两阶段闭环供应链分散化生产决策模型 | 34 |
| 2.5 集中化生产决策模型和分散化生产决策模型对比分析 | 48 |
| 2.6 本章小结 | 50 |
| 第 3 章 政府补贴下存在 WTP 差异和回收竞争的再制造决策 | 52 |
| 3.1 背 景 | 52 |
| 3.2 模型与假设 | 53 |
| 3.3 模型分析 | 55 |
| 3.4 算例分析 | 69 |
| 3.5 本章小结 | 83 |
| 第 4 章 再制造补贴与碳税退税再制造供应链决策 | 85 |
| 4.1 背 景 | 85 |
| 4.2 模型与假设 | 87 |
| 4.3 模型制定与求解 | 91 |

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 4.4 | 不同模型的比较 | 95 |
| 4.5 | 算例分析 | 100 |
| 4.6 | 本章小结 | 103 |
| 第 5 章 | 政府补贴下存在碳税政策的再制造供应链决策 | 104 |
| 5.1 | 背景 | 104 |
| 5.2 | 模型与假设 | 106 |
| 5.3 | 模型分析和比较 | 109 |
| 5.4 | 算例分析 | 121 |
| 5.5 | 本章小结 | 130 |
| 第 6 章 | 不同政府激励策略下的再制造供应链决策 | 132 |
| 6.1 | 背景 | 132 |
| 6.2 | 模型与假设 | 133 |
| 6.3 | 模型求解 | 136 |
| 6.4 | 算例分析 | 143 |
| 6.5 | 本章小结 | 147 |
| 第 7 章 | 总 结 | 148 |
| | 参考文献 | 151 |

第 1 章 绪 论

1.1 本书的背景与意义

1.1.1 本书的背景

新时代背景下全球经济与科技保持飞速发展,工业化与城镇化趋势愈加明显,人类活动加速了资源的消耗,亦加重了各种污染气体的排放。由此引发人们对环境与气候变化问题的高度关注,越来越多的企业也不再拘泥于传统的盈利,纷纷树立绿色可持续发展的理念。保护地球环境、构建循环经济、保持社会经济可持续发展已成为世界各国共同关注的话题。而制造业作为人类经济生活的命脉,如何发展绿色制造以减少资源的消耗,实现经济的可持续发展,是当前及未来最重要的话题之一。而以废旧产品回收再利用为特征的闭环供应链管理开始越来越得到企业界、学术界以及政府部门的关注。近年来,无论从理论还是实践上都已认可了生产和销售再制造产品所带来的经济和环保效益,再制造产品在降低产品生产成本、提高资源的使用效率、减少环境污染等方面都显现出了其独特的优势。

闭环供应链(Closed Loop Supply Chains,简称 CLSC)包括正向供应链和逆向供应链。正向供应链主要涉及产品从上游供应商向下游客户的转移,而逆向供应链则涉及从用户到上游供应商的废旧产品的转移,以末端顾客的产品作为起点,经过退货、再利用、维修、再制造、再循环或废弃处理等逆向运作形成物流、资金流和信息流的闭环系统。对闭环供应链的研究不仅符合我国建立资源节约型和环境友好型社会的要求,而且可以为企业赢得绿色环保声誉和提高企业利润,因此闭环供应链管理已成为国际学术界和企业界研究的热点。

再制造是闭环供应链的一个关键环节,是通过专门的工艺和技术对废旧产品进行修复与改造,使其性能提升,回到与原有制造品相似的过程。该过程可能包括分拣、检查、拆卸、清洁、再加工和重新组装等,最终的再制造产品将是新部

件和使用过的部件的组合。再制造产业是以产品全寿命周期理论为指导,以实现废旧产品性能提升为目标,在原有产业的基础上,利用技术手段将废旧产品进行修复和改造的一种产业。据有关研究机构测算,再制造产品与新品相比可以节约成本 50%,节能 60%,节材 70%。

再制造产业最先开始于较发达国家和地区,通过多年的摸索与实践,一些国家再制造产业发展已初具规模,甚至已形成了较为成熟与规范的技术与工艺。美国作为经济最为发达的国家之一,也是再制造产业发展最早的国家。早在 20 世纪 90 年代,施乐(Xerox)、福特(Ford)等国际知名企业就已积极探索废旧产品的回收与再制造问题,并通过回收再制造获得了丰厚的回报,同时在环保方面也得到了社会的广泛认可。在欧洲,再制造产业已较为成熟,大约有五十年之久,主要国家有德国、英国、法国等。依靠于大众、雪铁龙及汽车零部件企业的逐渐兴起,欧洲再制造产业也逐渐发展,再制造产品数量迅速增加,比如其再制造汽车发动机数量在汽修配件市场上占比巨大,已达到 85%以上。日本一直以来都致力于环境保护建设,其再制造产业的政策体系较为完善,成为日本再制造产业发展的重要基石。

根据调查,中国每年因摩擦和腐蚀所造成的经济损失占 GDP 近 10%,几乎为发达国家的两倍,由此可见,我国再制造产业拥有巨大的发展潜力。而我国设备资产和耐用消费品达到了几十万亿元,只要我们对其 10%进行再制造,完成相关修复与改造,就能够带来经济的强有力增长,实现再制造产业价值。有关专家预测,在未来中国再制造产业规模将达到每年 100 亿美元。经测算,新生产一台汽车发电机或起动机,从生产到成品的能耗,是再制造一台同样产品的 14 倍。根据三立企业每年再制造的汽车发电机、起动机数量粗略计算,一年即可节约铜 100 多吨、铝数十吨、铁 1000 多吨,节水约 1 万吨。据公安部统计数据显示,截至 2020 年 6 月,全国机动车保有量达 3.6 亿辆,其中,汽车保有量达 2.7 亿辆,摩托车保有量达 6889.6 万辆,新能源汽车保有量 417 万辆。2019 年,全国机动车回收数量达到 229.5 万辆,同比增长 15.3%,其中汽车 195.1 万辆,同比增长 16.8%,摩托车 34.4 万辆,同比增长 7.1%。由于汽车市场快速增长,随后带来的报废规模、汽车报废回收数量也将爆发增长。可见中国再制造工业中汽车零部件将成为未来主要的发展潜力,成为再制造产业中的重要行业。进入新时代,我国的再制造发展被寄予更多希望,在一些产业经济专家看来,再制造不仅是实现经济发展的有效路径,也为中国制造新时代下的聚合发展闯出了新路。面对第四次工业革命的浪潮,中国制造唯有主动创新、大力发展再制造,才能在未来的竞争中占得主动。

然而,纵观中国市场,再制造产业才刚刚起步,尚未大规模展开,仍然存在许

多因素制约着再制造产业的成长。首先,再制造产品的界定不清晰、生产标准与规范不明确,导致了消费者对再制造产品质量的担忧,甚至难以认同再制造产品对于环保的贡献;其次,由于多数企业存在资金、技术等因素的制约,再制造产品的生产工艺与技术水平落后,也同样制约了再制造产品的性能;再次,有关于消费者购买再制造产品后的权益保护问题,如售后保修、退换货政策等也并未明确。以上因素令消费者对于回收再制造的产品总是存在顾虑,对购买再制造产品的偏好较低,较低的价格成了消费者购买再制造产品的前提条件,使得再制造产品长期处于市场竞争劣势^[1,2]。除此之外,生产企业缺乏对再制造产品科学的市场定位和分析,无法科学评估再制造产品对新产品的冲击与影响,也阻碍了再制造产业的发展。但近几年中国再制造产业发展速度迅速提高,企业与政府高度重视再制造产业发展,如何更大程度发展再制造产业成了当前热点。

在再制造产业发展的初级阶段,政府在促进产品消费、带动经济增长等方面发挥了重要作用。如在欧洲、日本和北美等地区,政府就早已通过立法、实施财政政策、利用相关金融工具来增强生产者环保、可持续发展等责任意识,在政府对生产商的高要求下,再制造获得了越来越多的关注。2005年,中国政府在《关于加快发展循环经济的若干意见》(国发〔2005〕22号)中已明确提出支持发展再制造产业,并展开了一系列的政策行动。2009年1月颁布的《中华人民共和国循环经济促进法》第一次从立法角度提出“再制造”,预示着再制造作为国家法律法规一部分,已经成为我国经济建设与环境保护的重要组成部分。2010年,发改委、财政部、工信部、质检总局制定了《再制造产品认定管理暂行办法》(工信部〔2010〕303号),从政策上为促进再制造产业健康有序的发展,规范再制造产品的生产,以及引导再制造产品的消费做出了努力。2013年,中国政府发布了《再制造产品“以旧换再”试点实施方案》(发改环资〔2013〕1303号),正式将政府补贴作为推广再制造产品的政策之一。随后,10家汽车制造商及发动机制造商被选为试点企业来实施“以旧换再”项目。直至2013年年底,我国在各种不同层面上制定的与再制造领域相关的法律法规多达30余项,包括法律、行政法规以及部门规章等。其中国家再制造专项政策法规20余项。工信部于2017年10月31日制定发布了《高端智能再制造行动计划(2018—2020年)》,并指出,到2020年,要突破一批制约我国高端智能再制造发展的关键共性技术,带动我国再制造产业规模达到2000亿元。

制造业在中国扮演着不可取代的重要角色,它是我国GDP快速增长的重要保障之一,而目前各行各业都在积极转型,谋求更高效的生产效率以及更有效的企业管理,再制造的浪潮应声开启,中国也逐渐形成具有特色的再制造产业发展模式。2017年国务院出台《中国制造2025》,强调了发展再制造产业的重要性,

提出了再制造发展方向,即努力向高端、智能化方向发展,实现可持续发展。再制造产业是高附加值产业,已成为我国培育新的经济增长点的重要方面,受到各地区的广泛重视,全国各地都在积极探索再制造产业发展的新模式,以集群与集约化发展为特点的再制造产业园区在这个过程中应运而生,目前国家发改委已批复建设江苏张家港、湖南长沙(浏阳、宁乡)、上海临港和京津冀(河北河间市)等国家再制造产业示范基地。这些示范基地的建立,一方面推进了再制造产业的系统性发展,促进经济可持续;另一方面依托科学与技术,在各企业与政府组织积极响应的背景下,开创了制造业转型升级的先河,成为当前经济发展的焦点,更有利于中国特色再制造产业的发展。

再制造产业所需的资源与能源远低于新产品所需的资源与能源,其“能源消耗低,环境污染小”,也是低碳环保节能产业,是我国实现节能减排和发展循环经济的重要途径。我国正在构建“国内循环为主,促进国际国内双循环”的新发展格局,这些与再制造在内的循环经济理念都是高度一致的,因此再制造产业具有明显的社会、经济、环保效益,前景十分广阔。

1.1.2 本书的意义

本书以消费者支付行为和心理为主要分析样本,针对目前再制造产品的生产、销售及回收现状,在充分借鉴以往关于再制造及相关领域研究成果的基础上,以消费者支付意愿差异下的闭环供应链为研究对象,分析影响消费者支付意愿差异的机理,提出针对闭环供应链决策的主要内容和框架结构。本书研究具有理论前瞻性和广泛的实践意义。

由于目前中国消费者对再制造产品的支付意愿较低,如果降低再制造产品的价格,将有效促进消费者购买再制造产品。以往专家学者们的研究也认为低价格战略是目前再制造产品占据市场的关键^[3,4]。而通过政府补贴降低再制造产品的价格,进而推进再制造产业的发展已成为一条有效途径,关于政府补贴政策的制定已成为目前研究关注的焦点^[5,6]。政府补贴政策如何高效地促进再制造产业的发展,供应链企业在面对政府干预时怎样进行策略选择,对再制造闭环供应链管理具有重大意义。

本书的研究立足于目前的实际问题,综合应用多学科知识,其研究成果不仅拓展了目前闭环供应链决策与协调的理论体系,还从闭环供应链渠道管理的角度为中国企业提供了重要的指导意义。对闭环供应链的研究丰富了可持续管理的内涵,促进循环经济理论的发展,拓展了传统供应链管理空间的外延。通过运用博弈论的相关知识研究制造商和再制造商的战略伙伴关系,有助于闭环供应

链管理模式的转型升级。

本书的研究成果可在实践上指导企业更合理地确定运营策略,安排生产计划。通过确定再制造产品的价格,降低再制造供应链的运作成本,指导企业及时有效地调度和整合各类回收资源,达到降低成本、节能环保和提升竞争力等目的。

从政府层面来看,本书在社会收益最大化下寻求最优政府补贴政策,可在一定程度上为政府引导消费者偏好以及为制造商的再制造生产决策管理提供相关指导建议,帮助政府管控回收市场的竞争程度,以竞争促进再制造,提高市场积极性。在不损害全新产品的利益下能更好地促进再制造产品的生产与消费、提高资源的使用效率、减少环境污染、建设绿色供应链、推进可持续发展战略,具有一定的现实意义。

1.2 相关研究现状

1.2.1 再制造

再制造被定义为拆卸旧产品的过程,旧产品的部件被修复,然后用于制造新产品。再制造源于修复,却显然不同于修理或制造^[7]。

再制造被认为是闭环供应链中的一个重要环节,研究者从不同的角度对其进行了研究。较多研究人员运用经济学原理,从经济效益角度来研究再制造供应链;有部分研究人员侧重于再制造供应链成员如何选择渠道,侧重于如何优化渠道结构^[8-11];还有部分研究人员将研究重点放在了再制造供应链的运营优化上,其中一个例子就是将系统动力学应用于检验再制造供应链的产能规划^[12-16]。

1.2.1.1 再制造中的制造策略研究

越来越多的研究探讨了再制造策略,如旧产品的收购、新产品和再制造产品之间的同类竞争以及原始设备制造商(Original Equipment Manufacturer,简称 OEM)和独立运营商(Independent Operator,简称 IO)之间的竞争。原始设备制造商总是面临着是否进行再制造的选择。许多制造商如果认为再制造可以蚕食新产品的高边际利润,就不会选择再制造。然而,当原始设备制造商不参与再制造时,专业的再制造商就会出现,这会损害原始设备制造商的利润。

Ferrer 等(1997)研究两周期模型中垄断原始设备制造商提供新产品和再制造产品时的定价问题^[17]。Debo 等(2005)研究了新产品、再制造产品有差异时

的消费者估值、成本参数、行业结构以及技术选择对再制造盈利模式的影响。新产品和再制造产品之间是相互替代关系又是互补关系^[18]。Bayindir 等(2007)研究了单周期产能限制下的再制造利润,新产品和再制造产品之间存在相互替代作用,但只对再制造产品的消费者有作用。当新产品缺货时,新产品消费者不会转向购买再制造产品^[19]。

最先,学者们探讨了原始设备制造商不参与再制造的情形。Heese 和 Cattani(2005)基于双寡头 Stackelberg 模型分析了原始设备制造商竞争中的再制造利润^[20]。Ferguson 和 Toktay(2006)假设原始设备制造商不参与再制造,并且原始设备制造商和再制造商之间不存在竞争。研究发现,原始设备制造商可能会损失部分潜在利润^[21]。当原始设备制造商可以通过再制造或首先回收旧产品来阻止来自第三方的竞争时,Ferrer 和 Swaminathan(2006)讨论了两阶段、多阶段或不确定的再制造模型。一方面,考虑了原始设备制造商的垄断,即制造新产品和再制造产品所需的关键条件。另一方面,还考虑了原始设备制造商和再制造商之间的寡头竞争^[22]。上述研究为理解再制造做出了重要贡献。

一部分学者认为再制造产品可以由原始设备制造商和独立运营商生产。就目前再制造产品的采购模式而言,制造商、零售商和再制造商可以销售他们的产品。对于原始设备制造商企业来说,新产品和再制造产品的市场可能会有冲突,因此许多原始设备制造商在生产再制造产品时并不活跃。例如,卡特彼勒公司将新产品市场与再制造产品市场分开。高德纳公司的报告显示,由于再制造产品的低成本竞争,制造商正在失去利润。2010年,他们损失了超过130亿美元,潜在的威胁迫使制造商重新考虑是否也应该提供再制造产品,以应对来自第三方再制造商的竞争^[23]。实际上,制造商已经有了销售再制造产品的模式^[24,25]。制造商和再制造商可以相互合作,相互补充。值得注意的是,制造商和再制造商都追求合作,因为制造商倾向于提升他们的企业形象和扩大他们的市场份额,而再制造商拓宽了市场;此外,再制造商销售再制造产品并不会对原始设备制造商销售新产品构成很大威胁。

一部分学者探讨了制造商是否该引入再制造产品以应对低成本竞争。Heese 等(2005)研究两周期中两个原始设备制造商竞争的模型。先采取行动的企业可以通过回收和销售再制造产品来提高成本优势和市场份额,还可以阻止其他竞争对手采取相同的竞争策略^[26]。Hauser 和 Lund(2008)指出,2000多家从事再制造的企业,只有6%的原始设备制造商企业引入再制造产品,其余94%的企业均为第三方再制造企业^[27]。Atasu 等(2008)探讨了存在绿色消费者时,消费者环保意识对再制造的影响、制造商提供再制品的条件,指出制造商进行再制造活动不仅可以降低成本、提高收益而且是一种有效的竞争手段^[28]。Wu

等(2015)考察了原始设备制造商和再制造商之间的双向竞争,考虑到制造商是否从事再制造,再制造商是否进入当地市场^[29]。高举红等(2017)运用 Stackelberg 博弈方法,在不确定需求的环境下研究了竞争的闭环供应链的定价决策^[30]。

1.2.1.2 再制造中的回收模式研究

产品价格的确定与产品成本息息相关,供应链成员对产品成本的控制会通过产品价格间接作用于消费者支付意愿,特别是产品回收模式及处理方式会影响再制造产品成本。

有大量关于 CLSC 的文献可被查阅(Karakayali 等, 2007; Srivastava 等, 2007; Atasu 等, 2008; Guide 等, 2009; Jayant 等, 2012; Chen 等, 2013; Amin 等, 2013; Choi 等, 2013; Khalili 等, 2015; Yoo 等, 2015)^[31-40],但大多数研究都反映了这样的假设,即客户只是想要淘汰他们使用过的产品,而不期望得到补偿,因此将回收率视为投资的函数。Savaskan 等(2004)研究了闭环供应链中由制造商回收、零售商回收和第三方回收情形下的再制造回收模式,通过定量分析和比较得出零售商回收是最优策略^[41]。Savaskan 等(2006)进一步调查了零售商之间存在竞争时制造商对回收渠道的选择。制造商可以选择单独回收或委托零售商回收,当使用直接回收系统时,渠道利润是由回收规模对回收努力的影响来驱动的,而在间接反向渠道中,供应链利润是由零售商之间的竞争互动来驱动的^[42]。Kumar 等(2007)考虑制造、使用和恢复过程对产品价值的影响,认为不同的回收产品质量会有不同处理,如再利用、再制造和直接处理等^[43]。Shulman 等(2010)分析了双边垄断时闭环供应链的回收模式选择,发现制造商回收模式下的收益最高^[44]。Teunter 和 Flapper(2011)研究消费者需求确定和不确定时再制造商的回收策略和再制造策略^[45]。Li 等(2012)着眼于多个再制造商之间的竞争,每个再制造商回收产品的数量取决于他们提供的价格,因此再制造商在回收中竞争。利用最优化理论和非合作博弈理论,发现竞争中的纳什均衡价格高于非合作均衡^[46]。Huang 等(2013)研究了制造商竞争时的产品定价和生产策略;探讨了竞争者在产品的第二个周期进入市场,与新产品的原始设备制造商竞争的情况^[47]。Guo 等人(2013)在消费者对新产品和再制造产品的意识存在差距时,考虑了原制造商再制造的进入条件,并将再制造作为竞争对手引入。他们表明,如果 OEM 在一定条件下进行再制造,新产品的市场会受到挤压,而低成本、低价格和大量的再制造可以弥补这种挤压造成的损失^[48]。Wang 和 Da(2013)调查了政府提供的奖惩机制对两家制造商竞争的供应链的影响。在奖惩机制中,回收率显著提高,这种效应在竞争中更为明显,此时,新产品的价格下

降,更有利于消费者^[49]。Zhu 和 Zhou(2014)探讨了制造商在汽车零部件行业与再制造商竞争时,政府补贴对供应链系统的影响,他们认为政府补贴可以有效促进再制造的发展,提高再制造商的收益^[50]。Bulmus 等(2014)研究了一个原始设备制造商和一个再制造商在销售和回收方面竞争的两阶段模型。在第一阶段,最初的制造商只生产新产品;在第二阶段,再制造企业从事再制造,在回收和销售再制造产品方面与原制造企业竞争。从而考察了原厂在第一阶段的生产策略^[51]。Gong 等(2014)认为闭环供应链系统由一个制造商、一个零售商和一个回收代理组成。零售商销售和回收产品,并与不参与销售的回收代理商竞争。结果表明,在回收竞争的背景下,政府补贴增加了零售商和回收商的回收量、回收成本和制造商、零售商和回收商的利润^[52]。郭军华等(2015)考虑消费者对新产品和再制造产品的支付意愿存在差异时,比较分析了制造商、零售商和第三方回收的模式^[53]。Wen 等(2016)在专利保护的背景下研究了再制造闭环供应链的定价决策,对供应链利润管理有重要的启示^[54]。Ma 等(2016)研究了闭环供应链中不同合作模式的渠道利润,他们发现合作战略可以共赢^[55]。

此外,Bhattacharya 和 Savaskan(2004)比较了三种回收模式,即制造商回收、零售商回收和第三方回收,发现在一定假设条件下,零售商回收是最好的模式^[56]。Gu 等(2008)从最优回收成本和闭环供应链成员利润的角度考察了制造商、零售商和第三方的回收模式,并表明制造商的回收是可取的^[57]。这些研究比较了在一定条件下哪个回收渠道是最优的,而现实是多渠道并存,多渠道之间竞争与合作并存。基于这些原因,Huang 等(2013)研究了零售商和制造商联合回收时制造商的最优定价和回收策略^[58]。Liu 等(2015)构建了双渠道回收的竞争模型,其中有拆解资质的回收商主导的正规渠道和无拆解资质的回收商主导的非正规渠道相互竞争,并描述了这两种渠道的回收处置方式和盈利模式^[59]。

简言之,闭环供应链成员根据自身的需求和对市场的理解,自行回收,或其他成员联合回收,或其他供应链成员通过契约合作回收。以往的研究将回收与销售作为一个独立的环节,以旧换新意味着回收与销售之间有着很强的联系,可以反映回收促进销售,销售促进回收。

1.2.1.3 再制造中的竞合策略研究

(1)独立再制造商的外部竞争影响研究。

独立再制造商的外部竞争对 OEM 再制造和竞争策略的影响是当前的研究主流之一。Majumder 和 Groenevelt(2001)考虑两周期模型下 OEM 和独立再制造商的竞争策略问题,研究发现在竞争环境下,OEM 采取再制造策略更有利,而且降低 OEM 的制造成本对消费者和独立再制造商均有利^[60]。Ferrer 等

(2006), Ferrer 等(2010)分别研究两周期、多周期以及无限周期下,新产品和再制造产品无差异和有差异时的模型,确定新产品与再制造产品的价格和生产数量以及他们之间的相互影响。随后分析了双寡头垄断条件下 OEM 采取再制造以应对再制造商竞争的临界条件^[61,62]。Ferguson 等(2006)考虑新产品、再制造产品存在差异下,OEM 面对独立再制造商竞争时的策略。结果表明,OEM 从事再制造活动或者优先回收是抵制独立再制造商进入市场的一种策略^[63]。Webster 等(2007)分析了两周期博弈模型,研究 OEM 以及独立再制造商竞争。研究表明,在一些情况下,回收法有助于制造商与再制造商的盈利,且有助于降低税收以及鼓励进行再制造生产活动;此外,回收法的存在会使得行业结构改变,只有在实施回收法的情况下再制造活动才能得到盈利,可见回收法存在的意义极大^[64]。Mitra 等(2008)探讨了只从事新产品的生产商,与两周期模型下既从事再制造产品又从事新产品的生产商竞争,除此之外,他们研究了生产商再制造时政府补贴的作用^[65]。Atasu 等(2010)的研究表明,在 IO 垄断后,OEM 很难进入再制造市场^[66]。Bulmus 等(2014)的研究不同,这里 OEM 只生产新产品。结果表明,销售市场的更大竞争将鼓励再制造商集中精力在回收市场提升经济规模,这对 OEM 也是有利的^[51]。Wu(2015)建立了一个再制造供应链模型研究 OEM 和再制造商的均衡价格和激励措施。OEM 和再制造商不仅在回收市场存在激励竞争,在销售市场上也会展开价格竞争^[67]。Sun 等(2017)研究了 OEM 如何应对外部再制造商的竞争问题,在竞争和合作模式下探讨了(再)制造商的最佳策略和供应链成员的利润^[68]。

(2) OEM 和独立再制造商之间的竞合关系研究。

部分论文研究了 OEM 和独立再制造商之间的合作与竞争的相互关系。Savaskan 等(2001)研究了逆向物流网络商和原始设备制造商之间的渠道合作问题,开创了探讨再制造商和原始设备制造商之间合作与竞争的先河^[69]。Karakayali 等(2007)构建了集中式模型和分布式模型,确定再制造产品的最优销售价格、最优的回收价格和协调式供应链的策略^[70]。Li(2010)以消费者支付意愿为前提,引入了来自非本地再制造商的竞争。在供应链中,消费者购买两家不同制造商产品的意愿不同,而购买新产品和再制造产品的意愿相同。结果表明,原制造商既可以获得利润,又可以防止竞争对手通过再制造进入市场^[71]。Jung 和 Hwang 等(2011)对比分析了第三方再制造企业 and 原始设备制造企业的合作和竞争策略,考虑降低污染的策略。结果表明,合作可以提高企业利润,而企业间的竞争可以提高产品回收率,降低大气污染^[72]。Chen(2012)研究了随机需求下 OEM 和再制造商之间的竞争合作关系。合作模式为 OEM 同时生产新产品和再制造产品;竞争模式为 OEM 生产新产品,再制造商生产再制造

产品^[73]。苏格兰政府在 2013 年的政府报告中指出制造商与再制造商之间可能在回收旧产品时建立合作关系^[74]。Wang 和 Xiong(2014)的研究表明,竞争情况下的收益低于合作情况下的收益,合作模式就可以建立,需要满足制造商的利益才会进行^[75]。Wang 和 Xiong(2015)的研究表明,合作模式有利于制造商,而竞争模式更有利于再制造商,也有助于市场开拓。但从收益角度来看,合作模式不一定优于竞争模式^[76]。Wu(2015)提到在汽车行业普遍存在制造商和再制造商之间的合作,但很少有论文提及,因此再制造商与制造商之间的合作与竞争关系,可以作为未来的研究方向,即再制造商回收旧产品,将回收的零部件供应给制造商,同时销售再制造产品,与制造商在回收市场合作,在销售市场竞争^[67]。

(3) 闭环供应链的博弈主体决策研究。

闭环供应链的博弈主体在不同渠道与利益结构下会有不同决策。已有的再制造研究多数以 OEM 为 Stackelberg 领导者(Savaskan 等, 2004; Bulmus 等, 2013)^[41,77],原因是这些研究中 OEM 通常是回收主体或者是再制造的决策主体。Wu(2012a, 2012b)考虑了一个回收并生产再制造产品的制造商和一个只生产新产品的原始设备制造商之间的竞争。两种产品通过一个共同的零售商销售,侧重研究价格和服务竞争对成员决策与收益的影响^[78,79]。Wu(2013)研究两阶段模型,OEM 决定产品设计和再制造商决定回收策略,发现 OEM 的产品设计策略能有效应对再制造商的竞争,但一定会对再制造商产生损害^[80]。当再制造成本优势减少时,独立再制造商有更多的机会回收旧产品,随着第二阶段中的市场规模扩大,OEM 为了保护市场份额会在第一阶段生产更少的新产品。Jena 和 Sarmah(2014)研究由两个相互竞争的制造商组成的闭环供应链,制造商销售新产品并通过共同零售商回收废旧产品,针对非合作系统、渠道合作系统和全球合作系统三种不同的情况制定了数学模型并做出最优决策,结果表明全球合作系统是三种情况下最好的^[81]。Zheng 等(2017)研究了正向渠道竞争和权力结构对由制造商、零售商和回收方组成的双渠道闭环供应链(CLSC)的影响,在不同的渠道权力结构下分析直接渠道与零售渠道之间的对称与非对称相对地位,探索集中与模式的定价决策^[82]。Li 等(2017)基于回收竞争闭环供应链,对再制造策略进行了研究,结果表明只有当供不应求和再制造成本低于制造成本时,制造商才会授权其进行再制造^[83]。Wang 等(2017)研究了两个顺序竞争厂商的闭环供应链(CLSC)的奖罚机制,结果表明奖罚机制能够维护市场竞争秩序,因为它保护了领导者市场领先地位的批发价格^[84]。Rezaee 等(2017)在数量折扣政策的竞争环境下,研究了闭环供应链优化和高效供应商选择的多目标模型。研究提出了一个考虑数量折扣政策的 CLSC 优化、供应商高效选择以及订

单分配的模型,是基于数据包络分析与纳什议价博弈相结合的多目标规划模型。在研究中,考虑了利润最大化、效率最大化、缺陷最小化和延迟率的函数^[85]。

(4) 正向竞争与反向竞争研究。

在再制造系统的竞争方面,Atasu等(2008)研究了当没有竞争并且全新产品的制造商与原始设备制造商竞争时,绿色消费者和产品生命周期对再制造利润的影响。他们的研究表明,这些因素能够对再制造利润产生巨大的影响;在竞争环境下,再制造可能是通过价格抑制竞争的有效市场策略^[86]。基于产品生命周期,黄永等(2013)考察了制造商竞争时的产品定价和生产策略;竞争者在产品的第二周期进入市场,与新产品的原始设备制造商竞争。他们的结果表明,原始设备制造商应该在两个周期、多个周期或无限周期内降低新产品的价格,以便在第二个周期内有足够的旧产品用于回收和再制造,从而通过低成本获得竞争优势^[87]。

实际上,零售商之间也可能存在竞争。当零售商之间存在竞争时,Savaskan和Van Wassenhove(2006)研究了制造商对回收渠道的选择。制造商可能选择单独回收或者委托零售商回收,结果是制造商直接回收时供应链的利润依赖于回收,零售商回收时依赖于零售商之间的竞争^[88]。

Östlin等(2008)列出了再制造中回收废旧产品的七种闭环结构:所有权型、服务合同型、直接订单型、存款型、信用型、回购型和自愿型关系,并讨论了这七种回收结构的优缺点,希望研究能提高读者对再制造闭环供应链的理解^[89]。这表明逆向供应链在再制造中起着至关重要的作用。然而,上述文献仅关注闭环供应链中的正向竞争,而闭环供应链中没有考虑反向竞争或回收竞争。Jena和Sarmah(2014)探讨了当制造商面临销售和回收竞争时,如何确定回收产品的比例和每个制造商的批发价^[90]。在此基础上,他们继续探索了当回收产品的随机需求和随机条件被添加到上述结构中时,价格和服务之间的竞争^[91]。Bulmus等(2014)研究了两阶段博弈模型,其中原始设备制造商和再制造商在销售和回收方面竞争。第一阶段,原厂商只做新产品;在第二阶段,再制造商从事再制造,并在回收和销售再制造产品方面与原始设备制造商竞争^[92]。原始设备制造商在第一阶段的生产策略因此被检查。此外,Wu(2015)考察了原始设备制造商和再制造商之间的双向竞争,考虑制造商是否从事再制造以及再制造商是否进入本地市场^[93]。

李响和李勇建(2012)研究了多个再制造商之间的竞争,每个再制造商回收产品的数量取决于它们提供的价格,因此再制造商在回收方面进行竞争^[94]。研究利用了最优性理论和非合作博弈理论,发现竞争中纳什均衡的价格高于非合作均衡。Chen和Chang(2014)在考虑随机需求的情况下,研究了再制造供应链