

废旧电器电子产品闭环供应链的 政府奖惩机制研究

Government's reward-penalty mechanism for waste electrical and
electronic equipment closed-loop supply chains

王文宾 著

非
外
借



科学出版社

废旧电器电子产品闭环供应链的 政府奖惩机制研究

王文宾 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

废旧电器电子产品回收再利用具有社会公益属性,因此,研究政府采取何种激励机制进行引导,以期实现政府、企业和消费者多方共赢,具有较大的理论价值和现实意义。本书在供应链协调与激励机制设计等理论的基础上,创新性地提出了政府奖惩机制,并设计了一种较易操作的奖惩机制。从市场结构、决策结构和信息结构多个视角分别探讨了奖惩机制的适用条件和管理启示。2016年,诺贝尔经济学奖授予了研究契约理论的学者奥利弗·哈特和本特·霍尔姆斯特伦,奖惩机制属于契约理论,本书提供了政府引导闭环供应链回收再利用废旧产品激励契约的理论工具。

本书适合致力于生产运作、供应链管理及资源环境管理研究的学者,且对从事生产制造、资源再生的企业及政府部门具有指导意义。

图书在版编目(CIP)数据

废旧电器电子产品闭环供应链的政府奖惩机制研究 / 王文宾著. —北京: 科学出版社, 2018.3

ISBN 978-7-03-056981-3

I. ①废… II. ①王… III. ①日用电气器具-废弃物-供应链管理-补偿性财政政策-研究-中国 ②电子产品-废弃物-供应链管理-补偿性财政政策-研究-中国 IV. ①F426.6 ②F812.457

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第051681号

责任编辑: 李涪汁 沈旭 邢华 / 责任校对: 王瑞

责任印制: 张伟 / 封面设计: 许瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencecp.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年3月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018年3月第一次印刷 印张: 16 1/2

字数: 333 000

定价: 99.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

个人简历

王文宾，男，博士、副教授、硕士生导师，美国匹兹堡大学（2013年9月～2014年9月）、清华大学（2015年9月～2016年9月）访问学者。主要从事物流与供应链管理等领域的研究工作。已主持完成国家自然科学基金项目1项。主持教育部人文社会科学基金项目1项，中国博士后科学基金项目1项，四川省循环经济研究中心重点项目1项，江苏省博士后科学基金项目1项，中央高校基本科研业务费专项资金2项（已结题1项）。除此之外，作为主要成员参与国家自然科学基金项目5项（已结题3项），参与院士科技咨询课题1项。

已在 *International Journal of Production Economics*、*Journal of Cleaner Production*、《中国管理科学》、《系统工程理论与实践》、《运筹与管理》、《管理工程学报》（排名以期刊笔画为序）等期刊发表论文40余篇，出版专著1部（该专著获华东地区、江苏省和徐州市的多项奖励）。兼任权威期刊《中国管理科学》、《管理科学学报》、《管理工程学报》和《系统工程学报》的审稿专家、国家自然科学基金委员会管理科学部通信评审专家。获华东地区大学出版社第九届优秀学术专著二等奖1项、江苏省哲学社会科学三等奖1项、《中国管理科学》最具影响力论文奖1项、中国管理科学学术年会优秀论文奖2项。

前 言

资源和环境是当前理论和实业界关注的重点问题。以废旧产品回收再利用为特征的逆向物流引起了学术界、企业界及政府部门的重视。逆向物流推动了供应链管理理论的发展,对应逆向物流的供应链称为逆向供应链。在此基础上,闭环供应链是2003年提出的物流供应链概念。它是指包括产品回收再利用的逆向物流的完整供应链循环,目的是对物料的流动进行封闭处理,减少污染排放和剩余废物,同时以较低的成本为顾客提供服务。闭环供应链不仅包括传统供应链,而且对可持续发展具有重要意义,所以传统的供应链不再完全适用于闭环供应链,闭环供应链成为物流与供应链管理的一个新的发展趋势。

调查显示,我国每年家电的理论报废量约为5000万台,报废量年均增长20%。废弃电器电子产品回收再利用可以实现经济、环境、社会的多赢。再制造作为再利用的一种高级形式,通过一系列技术处理使得废旧产品再利用后达到甚至超过新产品的质量,是符合可持续发展要求的先进制造模式,可以有效实现资源优化、环境保护和经济发展的综合目标。与新产品制造相比,再制造能够节约能源60%,节约成本50%,污染气体排放降低80%以上。在废旧产品回收再利用方面,废旧电器电子产品具有一定代表性。我国早在2005年就实施了《电子信息产品污染防治管理办法》。2011年《废弃电器电子产品回收处理管理条例》施行,指出政府设置基金用于废弃电器电子产品回收处理费用补贴。2015年环境保护部、工业和信息化部联合印发了《废弃电器电子产品规范拆解处理作业及生产管理指南》。实施可持续发展战略,有利于促进经济效益、环境效益和社会效益的统一。政府环境规制对供应链的可持续性具有较大影响,因此,废旧电器电子产品闭环供应链的政府引导机制问题值得深入研究。一般情况下,出于经济利益考虑,制造商和回收商缺少回收再制造的积极性,政府有必要对他们进行引导。近年来,申请者和研究者对再制造闭环供应链的政府奖惩机制展开研究,验证了奖惩机制作为政府环境规制机制的有效性。

本书主要包括四部分。依据从定性到定量,从简单到复杂的原则,层层深入地研究闭环供应链的政府奖惩机制问题。第一部分是定性研究,第二部分是不考虑竞争因素下再制造闭环供应链的政府奖惩机制的定量研究。在第二部分的基础上,第三部分进一步探讨竞争环境下闭环供应链的奖惩机制问题。在前面三部分的基础上,考虑信息的影响,第四部分讨论信息不对称环境下闭环供应链的奖惩

机制策略与方法。最后,根据这四部分的研究结论,第19章总结多种情形下废旧电器电子产品闭环供应链的政府奖惩机制设计方法、策略和一般规律,从而提出促进废旧电器电子产品回收再利用的对策建议、全书总结和研究展望。

第一部分是定性研究,包括第1章、第2章。第1章是概述,主要介绍问题的背景、意义及本书的研究思路和国内外研究现状的综述,通过对文献的梳理,进一步提出研究思路 and 方案;第2章定性地研究闭环供应链视角下废旧电器电子产品回收再利用的激励机制与对策,为接下来几部分的定量模型研究打下基础。

第二部分是不考虑竞争因素下再制造闭环供应链的政府奖惩机制的定量研究。包括第3~9章。第3~6章探讨回收责任分担下闭环供应链的政府奖惩机制模型,分别对回收责任分担视角以及不同渠道权力结构下的闭环供应链奖惩机制进行研究。在此基础上,第7章对拓展到逆向供应链的政府奖惩机制与税收-补贴机制进行比较,证明奖惩机制对引导逆向供应链成员积极回收再制造废旧产品比税收-补贴机制更有效。第8章为考虑政府决策目标的闭环供应链奖惩机制与补贴机制研究,第9章为不同政府决策目标下逆向供应链的奖惩机制研究。

第三部分探讨竞争环境下闭环供应链的奖惩机制问题。又可细分为两部分,①第10~13章,属于考虑制造商竞争的情况;②第14章,介绍考虑回收商竞争的情况。①又分别从只有制造商竞争的生产运作角度(第10章),拓展到制造商竞争的逆向供应链环境(第11章),进一步讨论碳排放约束下制造商竞争的逆向供应链奖惩机制(第12章),接下来拓展到闭环供应链环境进行研究(第13章)。②中考虑回收商的竞争考虑信息对称和信息不对称两种情形,并对两者的异同进行比较(第14章)。

第四部分讨论信息不对称环境下闭环供应链的奖惩机制策略与方法。第15章研究再制造商处理回收商回收能力隐匿的逆向选择问题和努力水平隐匿的道德风险问题。运用激励理论研究在双重信息不对称下,再制造商如何设计激励机制引导回收商努力回收废旧电子产品的问题。第16章考虑第三方回收商负责回收的逆向供应链中回收商的固定成本信息不对称的问题,探讨信息甄别契约及政府奖惩机制的有效性。第17章考虑零售商负责回收情况下零售商的回收努力程度信息不对称问题,设计信息甄别契约,进一步探讨政府奖惩机制下信息甄别契约及奖惩机制对制造商和零售商定价、回收率等决策及利润的影响。第18章在第16章和第17章的基础上,考虑制造商委托零售商和第三方回收商双渠道共同回收废旧产品,探讨零售商和第三方回收商的回收努力程度都是私人信息的信息不对称问题,基于该背景建立信息甄别模型,讨论政府奖惩机制对闭环供应链的影响。

最后,第19章总结多种情形下废旧电器电子产品闭环供应链的政府奖惩机制设计方法、策略和一般规律,从而提出促进废旧电器电子产品回收再利用的对策建议和全书总结及研究展望。

本书在编写过程中凝聚了不少研究生的辛勤劳动，尤其是张梦、邓雯雯、王晨晨、王智慧、杨斯奇、周姝娅、赵月、赵蕾、刘琳琳、蒋衍、赵聪、高红、苗星阳、丁军飞、蔡超、周云茜等，在此表示感谢。本书在编写和出版过程中得到了美国匹兹堡大学卡茨商学院、清华大学经济管理学院、东南大学经济管理学院和中国矿业大学管理学院一些老师的大力支持，以及前辈和同仁的支持、关心及帮助，他们提出了许多极为宝贵的建议，作者在此向他们致以由衷的谢意！谨以此书献给给予作者支持和帮助的同仁！

作 者

2018年1月

目 录

前言

第 1 章	概述	1
1.1	引言	1
1.2	国内外研究现状	4
第 2 章	闭环供应链视角下废旧电器电子产品回收再利用的激励机制与对策	10
2.1	引言	10
2.2	文献综述	11
2.3	我国 WEEE 回收再利用现状	12
2.4	国内外 WEEE 回收再利用的法律法规及企业界对回收基金的反应	13
2.5	CLSC 管理视角下 WEEE 回收再利用的结构	16
2.6	WEEE 回收再利用的激励机制	19
2.7	WEEE 回收再利用的管理对策	20
2.8	结语	23
第 3 章	废旧电器电子产品逆向供应链的奖惩机制基本模型及奖惩额度分配研究	25
3.1	引言	25
3.2	模型描述与基本假设	27
3.3	WEEE 逆向供应链的回收再制造决策模型	27
3.4	两种情形下逆向供应链回收再制造决策的比较及管理意义分析	30
3.5	算例分析	31
3.6	结语	33
第 4 章	回收责任分担下闭环供应链的奖惩机制模型研究	35
4.1	引言	35
4.2	模型描述与基本假设	36
4.3	闭环供应链的回收再制造决策模型	37
4.4	四种情形下闭环供应链回收再制造决策的比较分析	40
4.5	算例分析	41
4.6	结语	48

第 5 章 考虑零售商回收责任分担的闭环供应链奖惩机制模型研究	49
5.1 引言	49
5.2 模型描述与基本假设	50
5.3 闭环供应链的回收再制造博弈模型	51
5.4 两种情形下回收决策的比较分析	53
5.5 算例分析	54
5.6 结语	58
第 6 章 回收责任分担下考虑渠道权力结构的逆向供应链奖惩机制研究	60
6.1 引言	60
6.2 模型框架	61
6.3 无奖惩机制下的再制造逆向供应链博弈模型	65
6.4 奖惩机制下的再制造逆向供应链博弈模型	66
6.5 五种情况下逆向供应链博弈结果的比较分析	68
6.6 算例分析	70
6.7 结语	72
第 7 章 逆向供应链的政府奖惩机制与税收-补贴机制比较研究	73
7.1 基本假设与变量定义	76
7.2 逆向供应链的回收再制造决策模型	77
7.3 三种情形下逆向供应链回收再制造决策的比较	80
7.4 算例分析	82
7.5 结语	84
第 8 章 考虑政府决策目标的闭环供应链奖惩机制与补贴机制研究	86
8.1 引言	86
8.2 模型框架	88
8.3 无政府引导下闭环供应链的决策（基准情形）	90
8.4 政府奖惩制造商情形的闭环供应链模型（奖惩机制）	91
8.5 政府补贴回收商情形的闭环供应链模型（补贴机制）	93
8.6 比较与管理意义分析	93
8.7 算例分析	94
8.8 结语	98
第 9 章 不同政府决策目标下逆向供应链的奖惩机制研究	100
9.1 引言	100
9.2 模型描述与基本假设	101
9.3 奖惩机制下不同政府决策目标的逆向供应链决策	103
9.4 模型比较与管理意义分析	107

9.5	算例分析	109
9.6	结语	112
第 10 章	制造商竞争环境下废旧产品回收的奖惩机制研究	113
10.1	引言	113
10.2	模型假设与变量定义	115
10.3	只有一个制造商回收再制造情况下两制造商的竞争决策	115
10.4	两个制造商皆回收再制造的竞争决策	117
10.5	算例分析	119
10.6	结语	121
第 11 章	制造商竞争环境下逆向供应链的政府奖惩机制研究	123
11.1	引言	123
11.2	问题描述	124
11.3	模型建立	126
11.4	五种情形下逆向供应链的决策比较及分析	130
11.5	算例分析	132
11.6	结语	135
第 12 章	碳排放约束下制造商竞争的逆向供应链政府奖惩机制研究	136
12.1	引言	136
12.2	问题描述	137
12.3	模型描述	139
12.4	五种情形下逆向供应链的决策结果比较及管理规律分析	143
12.5	算例分析	144
12.6	结语	145
第 13 章	考虑制造商竞争的闭环供应链奖惩机制模型研究	146
13.1	引言	146
13.2	模型描述与基本假设	147
13.3	闭环供应链的回收再制造决策模型	148
13.4	三种情形下闭环供应链回收再制造决策的比较分析	151
13.5	算例分析	152
13.6	结语	155
第 14 章	回收商竞争环境下逆向供应链协调的激励机制设计研究	156
14.1	引言	156
14.2	模型描述	157
14.3	逆向供应链的激励机制设计	159
14.4	代理成本与监督成本的权衡及影响因素分析	163

14.5	算例分析	163
14.6	结语	164
第 15 章	双重信息不对称下闭环供应链的激励机制研究	166
15.1	引言	166
15.2	问题描述及符号说明	168
15.3	闭环供应链激励机制模型	170
15.4	信息甄别契约性质分析	174
15.5	算例分析	176
15.6	结语	178
第 16 章	不对称信息下第三方回收的逆向供应链奖惩机制研究	179
16.1	引言	179
16.2	模型描述与基本假设	180
16.3	模型建立	182
16.4	两种情形下逆向供应链的决策比较及分析	185
16.5	算例分析	187
16.6	结语	189
第 17 章	不对称信息下零售商负责回收的闭环供应链奖惩机制研究	191
17.1	符号说明和基本假设	191
17.2	决策模型	193
17.3	两种闭环供应链模型的比较分析	202
17.4	算例分析	203
17.5	结语	210
第 18 章	零售商与第三方回收商竞争回收的闭环供应链奖惩机制研究	212
18.1	符号说明和基本假设	212
18.2	决策模型	214
18.3	竞争回收与无竞争回收模型比较分析	232
18.4	结语	234
第 19 章	促进废旧电器电子产品回收再利用的对策建议和总结展望	235
19.1	对策建议	235
19.2	研究总结	242
19.3	研究展望	243
参考文献		245

第1章 概述

1.1 引言

经过工业革命 300 多年的掠夺式开采，全球 80% 以上可工业化利用的矿产资源，已从地下转移到地上，并以“电子垃圾”的形式集中在城市中，总量高达数千万吨，并还在以每年 100 亿 t 的速度增加。废旧电器电子产品就是人们常说的“电子垃圾”，也称为“城市矿山”。根据中国家用电器协会的数据，近两年来中国每年仅电视机、洗衣机、电冰箱、空调和电脑的报废量就超过 1.5 亿台。每年世界 70% 以上的电子垃圾流入我国。

我国当前电子垃圾被随意地填埋或焚烧，而日本正在大力推进“城市矿山”开发试点项目，成果显著。电器电子产品在生产过程中消耗了大量能源资源，并含有许多有毒有害物质，若回收再利用，既能够节约能源资源，又可以保护生态环境。

随着人类对资源与环境问题的关注，供应链管理领域产生了一个研究分支：闭环供应链管理。以回收再利用为主要特征之一的闭环供应链（closed-loop supply chain, CLSC）受到学术界关注。再制造作为再利用的一种高级形式，可以有效实现资源优化、环境保护和经济发展的综合目标。因此，再制造 CLSC 成为 CLSC 研究的重要组成部分。

政府引导下再制造 CLSC 的一般结构如图 1.1 所示，虚线框内的箭头表示产品的物流方向。其中回收商可以是第三方回收商，也可以由制造商或零售商等担

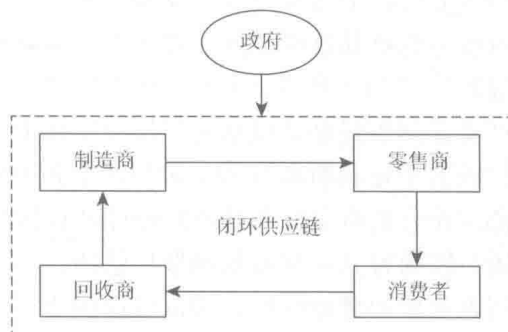


图 1.1 政府引导下再制造 CLSC 的一般结构

任。除了传统供应链的制造商、零售商和消费者,再制造 CLSC 的利益相关者还包括政府和回收商。他们的利益不同,只有有效协调其利益才能够提高再制造 CLSC 的系统效率。一般情况下,出于经济利益考虑,制造商和回收商缺少回收再制造的积极性,政府有必要对他们进行引导。

2002 年,欧盟颁布报废电子电气设备(waste electrical and electronic equipment, WEEE)指令,提出生产者延伸责任制(extended producer responsibility, EPR),要求制造商在产品的生命周期结束或将要结束的时候承担责任,主动完成废旧产品的回收再利用及废弃处理等工作。

我国也制定了相关法律。2005 年,正式实施《电子信息产品污染防治管理办法》,2009 年,国务院第 551 号令公布《废弃电器电子产品回收处理管理条例》,于 2011 年 1 月 1 日起施行。做了如下规定:一是对废弃电器电子产品实行多渠道回收制度;二是国家建立基金,用于废弃电器电子产品回收处理费用的补贴,并制定基金的征收和补贴标准;三是擅自处理电子垃圾者,最高罚款 50 万元。2009 年 6 月,财政部等部门联合出台了《家电以旧换新实施办法》。办法规定:政府对“以旧换新”的消费者和收购废旧产品的回收商给予补贴(奖励)。该办法进一步促进了废旧电器电子产品的回收。

与欧美相比,我国废旧电器电子产品回收至少具有以下四点不同。

(1) 消费者对废旧电器电子产品的认识不同。在欧美等发达国家,消费者视废旧电器电子产品为电子垃圾,属于垃圾范畴,他们愿意向回收商缴费,以便回收这些垃圾。而在我国,消费者认为废旧电器电子产品是一种特殊的商品,属于商品范畴,他们希望回收商提供令其满意的回收价,才愿意将其卖给回收商。消费者对废旧电器电子产品的不同认识必然导致政府引导废旧产品回收的机制差别较大。

(2) 立法内容不同。欧盟 WEEE 指令按照产品的重量计算回收率,而我国和美国一些州则是按照回收产品的数量来计算回收率。按照重量进行立法容易引起大件电器电子产品的回收量多,而重量轻的产品回收量小的结果,不能从根本上解决对环境的影响。也就是说产品重量的回收立法不一定有效,因为重量不是产品环境影响的衡量标准。

(3) 欧盟式的生产者延伸责任制难以落实。原中国家用电器协会副理事长刘福中表示,现在家电行业的平均利润率为 3%~5%。由此看来,我国家电生产企业的盈利水平普遍偏低,让它们再支付产品的回收处理费用,有一定难度。

(4) 权力结构不同。欧盟设立一个总的指导性法律,各成员国根据本国的情况细化该法律,而美国则是各州独立立法。根据我国国情,一般是由中央政府对废旧电器电子产品回收立法,地方政府执行的一种决策结构。需要指出的是,为了避免研究内容过多、重点不突出,本书中的政府是指中央政府,中央政府与地

方政府的委托代理关系不在本书的研究范围之内。

2010年5月,在国家发展和改革委员会产业经济与技术经济研究所主办的“中国废弃电器电子产品处理基金”研讨会上,中国家用电器协会理事长姜凤指出,基金补贴的重点应在最为困难的回收环节;青岛新天地科技有限公司认为,对生产企业来说,关注的问题是基金的征收额度;海尔集团建议谁受益谁承担,认为生产者独家承担不合理;TCL多媒体科技控股有限公司指出,目前我国的废弃电器电子产品回收渠道混乱,导致规范企业出现“吃不饱”的情况,回收基金补贴应当真正解决回收企业的问题,并建议政府鼓励制造商设立自己的处理厂,因为自己的产品自己会更好地进行拆解。

可见,欧美发达国家的废旧电器电子产品回收立法值得借鉴,但不完全适合我国,我国当前正在实施的《废弃电器电子产品回收处理管理条例》的一些规定不够细化,如何立足于我国实际,设计适合我国国情的本土废旧电器电子产品回收机制,亟须解决。

从近年来国内外的立法可以看出,目前政府的引导政策一般是单独运用奖励(补贴)或惩罚,未形成奖惩结合的引导机制。单纯的补贴政策是用全社会纳税人的钱补贴废旧电器电子产品回收,有失公平,单纯的惩罚政策则加剧了企业的负担,而奖励惩罚相结合,使得企业在回收领域展开竞争,可以引导企业走向积极回收的良性轨道,且如果机制设计合理,也不失公平。从当前再制造 CLSC 协调的研究来看,一部分集中在制造商设计契约引导回收商回收废旧产品等问题上,研究假设是制造商具有回收再制造的主动性,另有少量文献研究政府引导企业回收废旧产品。这些文献为本书的研究提供了重要借鉴。作者初步研究了信息对称且政府不是博弈方情况下制造商和再制造逆向供应链的政府奖惩机制问题,得到适度的奖惩力度和目标回收率能够起到提高 CLSC 的废旧产品回收率作用,政府给予制造商奖惩机制比给予回收商更能调动制造商和回收商的积极性等结论。

综上所述,本书研究再制造 CLSC 的政府奖惩机制问题,一是发展了供应链管理理论;二是为政府设计奖惩机制引导再制造 CLSC 回收再制造废旧产品提供理论指导;三是对于指导制造企业开展再制造 CLSC 管理,从而减少资源浪费,保护生态环境,提高企业环保形象。

研究这些内容有很重要的意义,总结如下。

(1) 探讨再制造 CLSC 的政府奖惩机制,可以丰富供应链管理理论。

当前 CLSC 协调的研究基本处于起步阶段。政府设计奖励与惩罚结合的激励机制引导再制造 CLSC 的研究尚为鲜见。通过探讨政府对于再制造 CLSC 的奖惩机制问题,提出适合政府引导再制造 CLSC 回收再制造废旧产品的策略与方法,是一个理论上具有挑战性的创新性研究。

(2) 为政府引导再制造 CLSC 回收再制造废旧产品的机制设计问题提供理论指导。

政府一般单独使用奖励或惩罚的办法, 未形成一般性的奖惩结合的机制。本书为政府引导再制造 CLSC 回收再制造废旧产品的机制设计问题提供强有力的理论指导。

(3) 有助于推动生产者延伸责任制的建立, 提高废旧产品回收率和再制造率, 节约资源, 保护环境。

再制造 CLSC 的政府奖惩机制有助于推动制造企业生产者延伸责任制的建立, 提高废旧产品的回收率和再制造率。废旧电子产品在生产过程中消耗了大量能源, 且含有毒物质, 回收再制造可以节约能源资源, 保护生态环境。

(4) 有助于提高再制造 CLSC 的运作效率, 并树立企业环保形象。

再制造 CLSC 的利益相关者较多, 各自以利益最大化为目标, 缺乏统一协调, 运作效率低下。政府奖惩机制可以指导链上成员企业建立战略合作伙伴关系, 合理分配利润、提高信息共享程度, 最终实现 CLSC 系统效率的提高。此外, 较高的回收率和再制造率还可以帮助企业树立环保形象, 赢得消费者的信赖, 从而扩大市场份额。

(5) 促进废旧产品回收再制造产业的形成, 从而为社会创造就业机会。

废旧电器电子产品的回收再制造是劳动密集型产业。对于我国这样一个人口众多的国家, 它能够创造更多的就业机会, 具有重要的社会意义。

CLSC 是供应链管理研究的热点问题之一, 再制造是大量废旧产品实现再利用的最佳途径, 再制造 CLSC 受到学术界的广泛关注。Guide 和 van Wassenhove^[1]指出, CLSC 经过 15 年的发展, 已成为供应链管理的一个重要分支, 他们将 CLSC 研究分为 5 个阶段, 从商业角度论述了有关文献。Klassen^[2]评论文献[1]时, 指出要扩展商业研究视角, 从经济、社会和环境三个角度研究 CLSC。达庆利^[3]认为政府法律法规和环保政策对回收再制造的影响是供应链管理领域值得关注的问题。Ilgin 和 Gupta^[4]从考虑环境的产品设计、CLSC 管理、再制造及拆卸四个方面论述了考虑环境的产品制造与回收问题, 初步探讨了环境规制和社会环境意识对企业和消费者的影响。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 闭环供应链回收再制造决策类文献

这类文献根据研究侧重点大致分为两类: 生产类和供应链类。前者侧重于回

收与再制造产品生产和定价决策,后者从 CLSC 系统角度对市场结构和决策结构等方面进行探讨。

Mukhopadhyay 和 Ma^[5]研究了三种情况下制造商使用新旧部件混合生产的采购和生产联合决策。Franke 等^[6]利用线性规划研究了手机再制造生产规划问题。Ferrer 和 Swaminathan^[7]提出了制造商管理新制造和再制造产品的问题,利用优化方法得到制造商的决策。在此基础上,Ferrer 和 Swaminathan^[8]探讨了新制造和再制造产品市场细分情况下制造商的生产决策。吴鹏和陈剑^[9]、易余胤和陈月霄^[10]分别考虑了回收数量不确定性、需求不确定性,研究生产、回收和再制造定价决策。Atasu 等^[11]研究了再制造的影响因素,探讨了完全垄断和竞争环境下制造商再制造的盈利情况。周垂日等^[12]、曹俊等^[13]分别针对产品替代、新制造商与再制造商竞争问题做了探讨。

李响等^[14]考虑了产率 and 需求均不确定的逆向供应链回收和再制造定价决策。Robotis 等^[15]提出把再制造产品作为零售商的战略工具,销售到二级市场或投资加工后销售到其他市场,得到了在一定成本结构下零售商采购再制造产品可以提高利润的结论。Heese 等^[16]研究了回收再制造对双寡头制造商竞争优势的影响,得出实施回收再制造的制造商不但能获取更多利润而且能够增加销售量的结论。Hong 等^[17]针对由回收商和再制造商构成的逆向供应链网络利用鲁棒优化方法探讨了其定价决策和协议设计问题。Kumar 和 Malegeant^[18]研究了制造商和非营利性生态组织的战略联盟问题,并以耐克鞋为例讨论了双方合作的优势。Zuidwijk 和 Krikke^[19]比较了两种应对 WEEE 指令的战略:实施产品生态设计与提高再利用技术,得出前者优于后者,再制造是再利用的最优选择等结论。易余胤^[20]研究了制造商领导、零售商领导以及市场无领导者三种力量结构下的闭环供应链模型,并进一步扩展到对具竞争零售商的再制造闭环供应链博弈模型进行研究。

1.2.2 闭环供应链的协调机制研究

Dekker 和 Fleischmann^[21]论述了 CLSC 系统决策,提出 CLSC 协调需要解决的三个问题:信息共享、激励机制及功能整合,定性分析了是否完全垄断时制造商的决策。

1. 信息对称情况

李响等^[22]建立随机回收环境下逆向供应链模型,提出双阶段定价合同协调机制。孙浩和达庆利^[23]考虑回收商或制造商的设施有容量限制,利用收入费用共享契约协调逆向供应链。黄颖颖等^[24]研究了由制造商、维修中心和零售商构成的逆

向供应链模型的定价与激励机制,设计了线性分成机制和基于不对称 Nash 协商模型的激励机制。包晓英等^[25]研究了新制造产品和再制造产品存在差异定价时集中式决策和分散式决策的差异,给出相应的两部收费机制协调闭环供应链。Kaya^[26]研究三种情况(完全再制造、消费者对再制造产品和新制造产品不区分以及再制造产品与新制造产品部分可替代)下的决策,并探讨了制造商引导回收商提供更多废旧产品的线性契约。

2. 信息不对称情况

邱海永和周晶^[27]比较了回收成本信息对称与不对称情况下逆向供应链的定价策略。肖迪和黄培清^[28]对制造商能否获得回收市场信息的情况,设计了提供给第三方的线性契约,并基于报童模型得到制造商的最优生产决策。

1.2.3 政府引导下的闭环供应链决策与协调机制

1. 政府引导企业回收再制造

废旧产品回收是一个涉及政府、企业和消费者的社会性问题。谢地^[29]认为政府规制是现代市场经济不可或缺的制度安排,在越来越多的领域发挥重要作用。拉丰^[30]初步探讨了发展中国家的规制机制问题。田旂卿等^[31]对部分电子生产企业和政府部门调查发现,企业和政府方面均认为废旧电子产品回收处理应由对方承担,政府与企业职责尚不明确。Subramoniam 等^[32]分析了汽车配件市场的影响因素,提出政府运用激励机制可以对再制造起到积极作用;再制造的利益相关者(政府、制造商、回收商及消费者)应加强协调。Mo 等^[33]通过对苏州调研,提出了政府运用税收激励政策引导企业再利用废旧资源,并对回收系统进行规制。Yu 等^[34]定性地探讨了我国废旧电器的管理问题,认为废旧电器回收示范项目无法回收足够的废旧电器的原因是示范项目支付消费者的价格没有非正规的回收再利用商高。提出两个建议:通过让消费者提供押金的方式分担废旧电器的责任,整合非正规和正规的回收再利用渠道。Chen 和 Sheu^[35]利用微分对策建立了环境规制下制造商的定价模型,得到制造商通过适当的定价策略能够实施生产者延伸责任制;政府应逐渐提高规制标准,以便引导制造商逐步提高产品回收再利用水平等结论。Aksen 等^[36]运用二层规划建立政府补贴制造商的两个模型,提出了相同的回收率和收益率目标下,支持性比立法性政策需要政府提供更多的补贴。Mitra 和 Webster^[37]探讨了政府的再制造补贴对制造商和再制造商利润的影响,通过比较只补贴再制造商、只补贴制造商以及