

双因素影响回收下 再制造闭环供应链契约协调研究

高文军◎著



经济科学出版社
Economic Science Press

013032294

F252
535

教育部人文社会科学研究规划基金项目 (编号:
山西省高等学校人文社会科学重点研究基地项目
山西师范大学哲学社会科学基金项目 (编号: YS1109)

双因素影响回收下 再制造闭环供应链契约协调研究

高文军◎著



经济科学出版社
Economic Science Press



北航

C1641073

图书在版编目 (CIP) 数据

双因素影响回收下再制造闭环供应链契约协调研究 /
高文军著. —北京: 经济科学出版社, 2013. 4
ISBN 978 - 7 - 5141 - 2983 - 0

I. ①双… II. ①高… III. ①供应链管理 - 研究
IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 021021 号

责任编辑: 段 钢
责任校对: 王凡娥
版式设计: 齐 杰
责任印制: 邱 天

双因素影响回收下再制造闭环供应链契约协调研究

高文军 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191537

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京密兴印刷厂印装

710×1000 16 开 10.25 印张 220000 字

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2983 - 0 定价: 36.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

前 言

环保法律法规的日益加强、闭环供应链本身所具有的复杂和不确定性特性、资源的稀缺特性、现实竞争从企业与企业之间的竞争转化为供应链与供应链之间的竞争等经济社会环境的巨大变化,要求利益相关企业对内必须在明确企业内部各部门、各生产活动环节职责与功能的基础上,促使各部门与各生产活动环节协调运作,对外则需结成战略联盟或虚拟联盟,在满足客户需求的前提下,对从供应商到制造商到零售商再到回收商的供应、销售与回收再造链条的各个活动环节进行集成综合协调管理,通过优势互补获得整体竞争优势,从而产生系统效应和达到多赢的目的。

然而,再制造闭环供应链由不同的经济实体组成,经济实体自身收益最大化的理性行为往往使供应链系统收益受损。契约能够有效降低这种损失提供制度性安排,甚至能够使分散式再制造闭环供应链发挥出集成式再制造闭环供应链的系统效率,因而成为协调再制造闭环供应链的一种主要形式。

但值得注意的是,目前对再制造闭环供应链契约协调的研究具有两个特点:一是相关研究主要是在假设废旧产品回收量为当期回收价格的线性函数或当期销售量某一比例的基础上展开的。但废旧品回收量为回收价格的线性函数假设没有考虑当期新产品销售量的替换效应对回收量的影响,割裂了当期销售量与废旧品回收量之间的联系;而废旧产品回收量为当期销售量某一比例的假设则又未虑及回收价格对回收量的影响,割裂了回收量与回收价格之间的关系。现实中,废旧产品回收量是受回收价格与当期销售量的共同影响的。二是已有研究较少考虑再制造闭环供应链节点企业的风险规避特性,即使少数文献考虑了风险规避特性,也是仅考虑了零售商的风险规

避特性，没有考虑制造商的风险规避特性。但现实中诸如市场需求、废旧产品回收质量与处理及信息不对称等外部环境的不确定性，常常使得供应链中的零售商与制造商均具有不同程度的风险规避特性，会因为害怕风险而选择规避风险的行为。因此，本书的主要工作是从再制造闭环供应链参与主体的风险特性出发，深入研究了废旧品回收量受当期销售量与回收价格共同影响时再制造闭环供应链的定价与契约协调问题，节点企业风险规避特性对双因素影响回收下再制造闭环供应链的决策与利润的影响等问题。

本书的出版得到了教育部人文社会科学研究规划基金项目（编号：12YJAZH114）、山西省高等学校人文社会科学重点研究基地项目（编号：2011020）、山西师范大学哲学社会科学基金项目（编号：YS1109）及山西师范大学学术著作出版基金的资助，在此表示感谢。

由于笔者水平有限，谬误和不妥之处在所难免，敬请学术界同仁和读者给予批评指正，本人将不胜感激。

高文军

2012年12月于临汾

目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 现实背景	1
1.1.2 理论背景	7
1.2 研究目的和研究意义	9
1.2.1 研究目的	9
1.2.2 研究意义	10
1.3 CLSCR 契约协调研究综述	11
1.3.1 线性市场需求下 CLSCR 的契约协调研究现状	12
1.3.2 随机市场需求下 CLSCR 的契约协调研究现状	15
1.3.3 文献述评与启示	17
1.4 研究内容及拟解决的关键问题	19
1.4.1 研究内容	19
1.4.2 拟解决的关键问题	21
1.5 研究方法与技术路线	23
1.5.1 研究方法	23
1.5.2 技术路线	25
第2章 CLSCR 的特征和失调及契约协调分析	26
2.1 CLSCR 的特征和失调分析	26
2.1.1 CLSCR 与 CLSC	26
2.1.2 CLSCR 的特征分析	27
2.1.3 CLSCR 失调原因分析	29

2.1.4	CLSCR 失调对绩效影响分析	30
2.2	CLSCR 契约协调分析	31
2.2.1	CLSCR 协调及其分类	31
2.2.2	CLSCR 协调障碍	33
2.2.3	CLSCR 协调契约——克服 CLSCR 协调障碍的 有效方法	33
2.3	本章小结	39
第3章	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 契约协调研究	40
3.1	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 模型	40
3.1.1	问题描述	40
3.1.2	符号说明	40
3.2	模型研究假设	42
3.3	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 分散决策模型	43
3.4	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 集中决策模型	46
3.5	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 的协调性分析	46
3.6	双因素影响回收与线性需求下 RT-CLSCR 协调契约设计	47
3.6.1	收益共享契约	48
3.6.2	收益共享—费用共担契约	49
3.7	数值算例分析	50
3.8	本章小结	54
第4章	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 契约协调研究	56
4.1	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 模型	56
4.1.1	问题描述	56
4.1.2	符号说明	57
4.2	模型研究假设	58
4.3	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 分散决策模型	60
4.4	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 集中决策模型	62
4.5	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 的协调性分析	63
4.6	双因素影响回收与线性需求下 TPT-CLSCR 的协调契约设计	64
4.7	数值算例分析	65

4.8	双因素影响回收与线性需求下两种回收渠道的比较分析·····	69
4.9	本章小结·····	70
第5章	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 契约协调研究 ·····	72
5.1	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 模型·····	72
5.1.1	问题描述·····	72
5.1.2	符号说明·····	73
5.1.3	模型研究假设·····	74
5.1.4	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 分散 决策模型·····	76
5.1.5	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 集中 决策模型·····	77
5.1.6	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 的协 调性分析·····	78
5.1.7	双因素影响回收与随机需求下 RT-CLSCR 的协 调契约设计·····	79
5.1.8	数值算例分析·····	81
5.2	双因素影响回收下基于 CVaR 的 RT-CLSCR 模型·····	84
5.2.1	条件风险值 CVaR ·····	86
5.2.2	问题描述·····	86
5.2.3	符号说明·····	87
5.2.4	模型研究假设·····	88
5.2.5	CVaR 模型的建立 ·····	88
5.2.6	零售商基于 CVaR 的优化决策模型 ·····	91
5.2.7	RT-CLSCR 基于 CVaR 的优化决策模型 ·····	92
5.2.8	RT-CLSCR 基于 CVaR 的协调决策模型 ·····	93
5.2.9	数值算例分析·····	95
5.3	风险规避与风险中性条件下 RT-CLSCR 的决策比较分析·····	98
5.4	本章小结·····	99
第6章	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 契约协调研究 ·····	101
6.1	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 模型·····	101

6.1.1	问题描述	101
6.1.2	符号说明	102
6.1.3	模型研究假设	103
6.1.4	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 分散 决策模型	105
6.1.5	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 集中 决策模型	106
6.1.6	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 的协 调性分析	106
6.1.7	双因素影响回收与随机需求下 TPT-CLSCR 的协 调契约设计	107
6.1.8	数值算例分析	108
6.2	双因素影响回收与随机需求下两种回收渠道的决策比较分析 ..	112
6.3	双因素影响回收下基于 CVaR 的 TPT-CLSCR 模型	113
6.3.1	问题描述	113
6.3.2	符号说明	113
6.3.3	模型研究假设	115
6.3.4	CVaR 模型的建立	115
6.3.5	零售商与第三方回收商基于 CVaR 的优化决策模型	118
6.3.6	TPT-CLSCR 基于 CVaR 的优化决策模型	119
6.3.7	TPT-CLSCR 基于 CVaR 的协调决策模型	120
6.3.8	数值算例分析	122
6.4	风险规避与风险中性条件下 TPT-CLSCR 的决策比较分析	125
6.5	不同回收渠道下基于 CVaR 的决策比较分析	126
6.6	本章小结	126
第7章 研究结论与展望		129
7.1	研究工作与结论	129
7.2	主要创新点	133
7.3	研究不足与未来展望	133
附 录		136
附录 1: 3.3 节的公式推导过程		136

目 录

附录 2: 3.4 节的公式推导过程	139
附录 3: 4.3 节的公式推导过程	140
附录 4: 4.4 节的公式推导过程	142
参考文献	143
后记	155

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 现实背景

(1) 环保法律法规要求制造企业对废旧产品进行回收与再制造

随着人们生活水平的提高和消费的日趋个性化,电子产品更新换代的速度越来越快,报废或者“被报废”的各类家用电器、计算机及手机等电子废旧产品日益增多。如在美国,每年仅丢弃的电子废旧产品就有 200 万吨,具体包括 1.3 亿部手机和 5000 万台计算机;在欧盟,每年的废弃电子产品则更是高达 600 万~800 万吨,而且总量每 5 年还增加 16%~28%^[1];在我国,自 2003 年起每年至少报废 500 万台电视机、500 万台洗衣机、500 万台计算机、400 万台电冰箱以及上千万部手机,并且总量还以每年 5%~8% 的速度增长,而且将很快攀升到 10% 以上。我国已经成为仅次于美国的世界第二大电子废旧产品产生国^[2]。世界上其他国家同样每年也产生大量的电子废旧产品^[3]。

由于废旧产品尤其是电子废旧产品常常富含铅、镉、汞、锂、黄金、钛、银、锑及钴等金属,因此学者们形象地将其称为“城市矿山”。如一台 21 英寸电视机的阴极射线管就大约含有 1 千克的铅,在不进行回收再造的情况下,我国按照每年报废 500 万台彩电的保守报废量来计算,仅铅污染一项指标每年就可达到 5000 吨。此外,多方面的资料也证实,从 1 吨废旧手机中可以提炼贵金属黄金约 400 克、银 2.3 千克和铜 172 克;从 1 吨废旧的个人计算机中可提取出贵金属黄金 300 克、银 1 千克、铜 150 克和稀有金属近 2 千克。《金属时评》这一日本专业杂志对日本本国“城市矿山”中电子产品中的金属

储量进行了估计,估算结果为:金 6800 吨,储量排名第一,约占全球天然矿山储量的 16%;银 60000 吨,储量排名第一,约占全球天然矿山储量的 23%;铜 1700 吨,储量排名第一,约占全球天然矿山储量的 38%;铅 5600000 吨,储量排名也是第一;另外,钨与锂的储量分别为 2500 吨和 150000 吨,储量排名分别为第三位和第六位^[4]。

综上所述,大量废旧电子电器产品中含有许多有害物质和数量可观的有用资源,若将其直接随意抛弃或作简单掩埋或焚烧处理,不仅会浪费掉许多有用的宝贵资源,还会造成严重的环境污染,不利于环境友好型和资源节约型社会的构建,不利于可持续发展战略目标的实现。因此,越来越多的国家纷纷制定了严格的法律法规,要求企业对废旧产品进行回收循环利用,从而实现降低资源消耗和环境成本,使经济、社会和生态环境同时获益的可持续发展战略目标^[5-6]。如美国政府为了确保废旧家电的回收利用过程能够达到其所规定的各项要求和技术指标,早在 20 世纪 90 年代就针对废旧家电的回收利用与处理制定了一些强制性条例,在 2002 年又出台了一系列法律法规,进一步明确规定了从事回收废旧家电产品中制冷剂的人员资格、使用的设备以及回收应达到的比率等。除此之外,美国还通过干预各级政府的采购行为,确立有再生成分的产品在政府采购中占据优先地位,以此推动包括废旧家电在内的废旧产品的回收再造和利用;通过征收填埋和焚烧税来促进有关企业回收利用废旧产品^[7]。欧盟在环境保护和资源节约方面的立法也非常广泛和深入,广泛采用生产者责任延伸制及生态补偿原则,尽量促使环境外部性内部化。如 2003 年 2 月 13 日欧盟出台的废弃电子与电器产品处理指令(WEEE)规定原生产商(OEM)在 2005 年 8 月 13 日以后必须负责回收处理进入欧盟的废弃电气与电子产品,并硬性要求在该时间以后投放市场的电气和电子产品必须加贴回收标志。欧盟的有些法律法规甚至规定如果原生产商不在本国,则相应的进口商和经销商必须负责废旧产品的回收。这些法律法规和标准不仅约束欧盟成员国的企业,而且对在欧盟国家销售相关产品的企业同样有效,因此将产品出口到欧盟成员国的企业以及为欧盟成员国企业提供某种零部件的供应商等都必须为自己所生产的部分承担相应的回收责任^[8-9]。日本这一资源极度贫乏的国家更是看重废旧产品回收再利用的价值,制订了《家用电器回收法》,规定从 2001 年 4 月 1 日开始,家电生产企业必须承担回收、处理和再利用废旧家电的义务,家电销售商有回收废旧家电产品并将其送交生产企业再利用和再制造的义务,同时还规定了生产企业回收再利用废旧家电必须达到的比例^[10]。韩国政府制定了“废

弃物再利用责任制”法规,规定家用电器等18种废旧产品须由生产企业进行回收和循环利用,如果生产企业回收和利用的废旧产品达不到一定的比例,则政府将对相关企业进行处罚^[11]。为了贯彻落实科学发展观,推进低碳经济与循环经济的发展,我国从2003年起也要求电子电器产品生产企业必须负责废旧产品的回收与处理。2006年,信息部、商务部、质检总局、环保总局等六部委联合起草出台了《电子信息产品污染防治管理办法》,规定生产企业的产品设计、生产与包装等生产活动要有利于产品废旧后的回收与利用。2010年,国家发改委等11部门又联合印发了《关于推进再制造产业发展的意见》,明确了我国当前再制造产业存在的问题和不足,明确了未来一段时期再制造产业发展的指导思想、重点领域、主要任务和对策。相关环保法律法规的逐步完善意味着我国废旧电子产品的回收、再制造和再利用等将进入一个新阶段^[12]。

(2) CLSCR 管理成为制造企业提升竞争力的有效途径之一

法律法规要求制造企业在追求经济利益的同时须承担一定的社会责任,因此传统的单纯以经济利润为中心,以提高竞争力和降低成本为目的,缺乏可持续发展理念的单向线性流动结构供应链管理模式的许多制造企业尤其是电子电器产品制造企业而言已经不再适用。而在传统单向流动供应链活动基础上新增废旧产品回收、检测/筛选和再制造等一系列活动环节和相关网络,将各个逆向活动置身于传统供应链框架下,并对所有活动流程进行重组整合的再制造闭环供应链(Closed-loop Supply Chain with Remanufacturing, CLSCR)管理模式则正好适应这一要求,能够实现对产品全生命周期的有效管理,减少供应链活动的环境外部性,有效实现制造企业追求经济利益与承担社会责任合二为一的目标和提升竞争力的目标。

CLSCR是由传统前向供应链与逆向供应链组合而成的有机整体。传统前向供应链的活动主要包括产品研发与设计、产品生产、市场营销和配送以及售后服务等活动环节。企业在研发与设计环节就考虑产品的环保特性,实施生态设计战略,可最大限度地消除制约企业获得竞争优势的环境问题瓶颈^[13-15];在采购环节选择环境影响低的材料,在生产环节采用优化企业生产技术、减少材料使用和延迟制造战略,在配送环节使用可回收或可重复使用的包装材料、减轻包装重量和减少包装以及优化物流配送系统的战略,在营销环节采用优化销售系统的战略,在售后服务环节采用延长产品生命周期的战略^[16],均可不同程度地减少资源消耗、降低生产成本和减轻环境污染。

逆向供应链是传统前向供应链的有机延伸,具体主要包括废旧产品回收、检测/分类、产品再造等活动环节。在废旧产品回收环节,选择适合自身特征的回收渠道,打破不同运输方式及部门之间的传统界限,实现物流设施的统一利用,减少对流、倒流、空驶和运力不当等各种不合理运输现象,可以有效提高废旧产品的回收数量和回收效率;在检测/分类环节采用回收商初步分类和制造商二次精确分类的策略可以提高分类筛选效率,降低回收成本;在产品再造环节通过推动技术合作与构建信息平台,可以促进供应链资源的整合,实现对废旧产品的再循环、再利用和再制造,从而进一步降低再制造成本^[17]。

综上所述,企业实施 CLSCR 管理虽然给其对制造与再制造过程的监控和库存管理等活动增加了许多额外的限制条件^[18],但如果在各活动环节采用与之匹配的有效管理策略和对贯穿产品全生命周期的各种活动进行综合规划与协调,再制造闭环供应链管理的确能够提升制造企业的竞争力^[19]。这种作用可概括为以下几个方面:首先,再制造闭环供应链管理的实施能迫使制造企业在产品生命周期的各个环节尽可能地提高原材料和资源的利用率。如通过逆向供应链与传统前向供应链共用相同的设施、对回收的废旧产品进行维修与再造、采用可回收或可重复使用的包装等,均可不同程度地降低供应链成本,减少资源消耗量和减轻环境污染^[20],从而为企业赢得绿色声誉和潜在的获利机会;其次,再制造闭环供应链管理要求制造企业在产品研发与设计环节就要考虑产品的易拆解特性和再造特性,而对产品研发与设计的关注能够增强企业快速响应市场变化的能力;再其次,当突发事件发生后,若正常的原材料供应不足或中断,则制造企业可以通过提高废旧品回收价格来增加回收量和扩大再造生产,从而一定程度上缓解突发事件对企业运营造成的灾难性影响,增强企业应对突发事件的能力^[21];最后,企业通过逆向供应链的回收服务可以相对准确地获得产品和服务的反馈信息,从而促进产品和管理创新^[22]。

许多企业的 CLSCR 管理实践也验证了上述部分结论。如在欧洲和北美,施乐通过回收与再利用 60% 以上的墨盒,仅在 1998 年和 1999 年两年就减少了 30 万吨垃圾填埋量,降低了 45% ~ 60% 的制造成本;又如柯达公司从 20 世纪 90 年代初开始,10 年间先后一共回收了 3.1 亿台一次性照相机,回收的范围覆盖了全球 20 多个国家和地区,不但有效减轻了环境污染,还获得了巨大的经济收益。在我国,潍柴动力再制造有限公司依托潍柴动力有限公司在自身再制造理念与发展规划指引下,在保证产品质量的前提下,通过再制造使发动机的制造成本降低了 50% 以上,而其市场价格却仅有新产品的 1/3,具有非常高

的性价比；再如陕西法士特汽车传动集团再制造公司的汽车零部件再制造产品与新产品相比，能节约材料 70% 以上，节能 60% 以上，降低成本约 50% 左右。

制造企业有效实践 CLSCR 管理的确可以提升自身竞争力，文献^[23]通过实证研究将这种竞争力的提升细分为以下五种：新产品开发能力的提升、制造能力的提升、运作效率的提升、市场智能的提升以及竞争优势的提升。

(3) IT 与先进制造、再制造及预测技术等为企业实践 CLSCR 管理提供了实践支撑

CLSCR 虽然存在诸如原材料供应的不确定性、市场需求的不确定性和废旧产品回收数量与质量等的不确定性问题，但信息技术尤其是物联网技术的快速发展、制造与再制造以及科学统计预测技术的提升等为制造企业降低这些不确定性，进而有效实施再制造闭环供应链管理提供了坚实的实践支撑。

诸如条形码、射频识别技术、传感器、电子数据交换、管理信息系统、物联网以及基于网络的分布式决策支持系统等很多信息技术领域的成果能帮助制造企业实现对产品全生命周期的自动化跟踪、定位和测试，因而可以在很大程度上降低再制造闭环供应链中各种活动的不确定性和双向渠道发生冲突的可能性，使跨时域、跨地域和跨渠道协调管理再制造闭环供应链这个复杂的系统成为可能^[24-25]；而面向产品全生命周期的模块化设计、大规模定制和延迟制造等先进制造技术则为产品将来废旧之后的回收、拆解、再制造和零部件再利用等提供了方便，而且也利于传统前向供应链与逆向供应链的整合管理和成本降低^[26]；先进的再制造拆解技术可以显著提高零部件等无损坏地被拆解出来的概率，达到直接利用和再制造的目的，从而显著地提高再制造效益^[27-29]；而诸如表面工程技术、毛坯快速成型技术、修复热处理技术和产品性能升级技术等再制造技术的提升则可以使再制造得以深入发展并趋向产业化；不断改进和日趋成熟的统计预测技术则在一定程度上有利于制造企业利用自身数据信息发现再制造过程中不确定性现象背后隐藏的客观规律，进而利用这种客观规律实施再制造闭环供应链管理。

(4) 零售商回收 (RT) 与第三方回收 (TPT) 成为 CLSCR 的主要回收渠道

再制造闭环供应链的回收渠道主要有零售商回收 (RT)、制造商直接回收 (MT) 和第三方回收商回收 (TPT) 三种形式^[30]。但随着经济社会的快速发展

展,产品更新换代速度的加快,废旧产品数量越来越多,回收再制造压力逐渐增大,单个企业特别是技术和经济实力相对更为弱小的中小企业,一方面因为通常难以完全依靠自身力量建立起完善的逆向回收渠道;另一方面也为了更好地关注自身的核心竞争能力,因而常常将废旧产品的回收任务外包给零售商或第三方回收商,最终使零售商回收渠道与第三方回收渠道成为再制造闭环供应链的主要回收渠道。已有理论模型分析与实证研究均证明了上述结论。

Savaskan 等^[31]分析了再制造闭环供应链的最优渠道结构问题,证明了在其限定假设条件下零售商负责逆向回收职能的渠道结构优于制造商负责逆向物流的渠道结构,甚至更优于将逆向物流任务外包给第三方回收商的渠道结构。王素娟^[32]的研究认为当供应链成员的废旧产品回收吸引力指数相同时,相对于制造商回收模式而言,零售商回收模式能赢得更多的市场需求和利润。在实证研究层面,李明^[33]关于废旧电子产品回收与处理现状的调查研究指出有 12% 的被调查对象通过零售商回收渠道处理其所拥有的废旧产品。零售商回收有助于激励零售商降低市场零售价格、增加产品订货量、提供产品反馈信息和降低逆向物流成本,进而增加利润。

由于专门负责废旧产品回收的第三方回收商的专业性经营能够产生规模经济效应,因此制造企业将逆向物流业务外包给第三方不但可以减轻其在建立逆向物流回收网络上的投资压力,还可以为其提供相对廉价的再制造材料,从而一定程度上降低制造企业的回收再造成本,进而实现企业间的合作共赢^[34-36],所以第三方回收渠道逐渐成为再制造闭环供应链的另一种主要回收渠道。李明^[33]关于废旧电子产品回收与处理现状的调查研究表明有 85% 的被调查对象通过第三方回收渠道处理其所拥有的废旧产品。

(5) CLSCR 的协调问题成为业界关注的热点之一

环保法律法规的日益加强、再制造闭环供应链本身所具有的复杂特性和不确定性特性、资源的稀缺特性、现实竞争从企业与企业之间的竞争转化为供应链与供应链之间的竞争等经济社会环境的巨大变化,要求利益相关企业对外必须结成战略联盟或虚拟联盟,在满足客户需求的前提下,对从供应商到制造商到零售商再到回收商的供应、销售与回收再造链条的各个活动环节进行集成综合协调管理,通过优势互补获得整体竞争优势,从而达到多赢的目的;对内则必须在明确企业内部各部门、各生产活动环节职责与功能的基础上,促使各部门与各生产活动环节协调运作,从而产生系统效应^[37-38]。总而言之,不论是

对内还是对外,协调问题已经成为再制造闭环供应链管理的核心内容,因而引起了业界的广泛关注。

1.1.2 理论背景

再制造闭环供应链有两种相互联系和相互影响的生产活动:一种是利用新鲜原材料进行的生产活动;另一种是通过将回收的废旧产品进行必要的拆卸、检修和零部件更换等,将废旧产品恢复得在功能上如同采用新鲜原材料生产的新产品一样的再制造生产活动。再制造闭环供应链管理改变了传统物料的单向线性运作模式,在一定程度上能够减轻传统供应链带来的资源浪费和环境污染,改善制造企业和整个供应链的绩效,因此成为供应链领域学者们研究的重要内容。在有关再制造闭环供应链的研究中,分析主导节点企业如何有效引导和激励零售商和回收商做出有利于供应链系统整体最优的零售定价(订货)决策、回收定价决策以及如何协调供应链节点企业间的利润分配是非常重要的管理决策问题。

再制造闭环供应链的研究虽然时间不长,但其实际应用 in 欧美一些国家已经早就展开了,而且在我国也正处于增长势头,特别是国家对构建资源节约型与环境友好型两型社会政策和推进再制造产业化政策的大力倡导,为再制造闭环供应链的发展提供了广阔的空间和前景。当前国内外学者从不同角度对再制造闭环供应链管理的诸多问题进行了研究,其中对定价(订货)策略、利润分配和协调机制的研究产生了大量成果,丰富了闭环供应链的基础理论,推广了供应链的契约类型。如在线性市场需求与废旧品回收量受回收价格或当期销售量影响假设下,文献^[31,39-52]对逆向渠道选择与定价、再制造产品竞价、不同市场主导力量下的定价、制造产品与再制造产品定价与奖惩激励背景下的定价等问题进行了研究;文献^[53-54]对再制造闭环供应链的利润分配问题进行了研究;文献^[55-64]则对再制造闭环供应链的契约协调问题进行了研究,除了将传统的收益共享契约、夏普里(Shapley)值法与两部收费制契约引入到再制造闭环供应链中之外,还将传统的收益共享契约进行了拓展,设计了收益共享—费用共担契约,实现了供应链的协调。在随机市场需求与废旧品回收量受回收价格或当期销售量影响假设下,文献^[65-68]对不同构成类型的再制造闭环供应链的定价决策与订货决策以及利润分配等问题进行了研究;文献^[69-70]将传统供应链中的二部定价契约引入到了再制造闭环供应链之中,实现了供应链