

流程制造企业的碳成本:分类、核算与控制^{*}

周志方^{**} 黄 玥 李世辉

(中南大学商学院/两型社会与生态文明协同创新中心,长沙 410083)

摘 要:针对目前碳成本分类、核算方式不统一导致企业难以控制碳成本的问题,结合流程制造企业行业特点,将碳成本分为预防成本、检测成本、碳排放成本和或有成本四大部分;引入元素流和物质平衡理念,以株冶集团为案例,对分类后的碳成本进行具体核算并提出相关控制建议。对比案例分析结果发现,流程制造企业主动进行低碳设计、改善工艺流程、发展低碳技术并积极响应碳排放相关政策将有效控制碳成本,促进企业的低碳可持续发展。

关键词:碳成本;分类;核算;控制;株冶集团

中图分类号:F205 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2016.02.035

Classification, Calculation and Control of Carbon Cost in Process Manufacturing Companies^{*}

ZHOU Zhifang^{**} HUANG Yue LI Shihui

(Business School, Two Types of Social and Ecological Civilization Collaborative Innovation Center, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: The current carbon cost classification and calculation methods in practice are not standardized, leaving enterprises without any reliable way to control carbon cost. Considering the characteristics of process manufacturing enterprises, carbon cost is divided into four factors: prevention, detection, carbon emissions, and contingency. Element flow and material balance theories are introduced to facilitate carbon cost accounting, and a case study of Zhuzhou Smelter Group is examined to calculate the carbon cost of the production process and offer carbon control advices. As the case study shows that if process manufacturing enterprises take the initiative in low-carbon design, technological process improvement, low-carbon technologies development and response actively to the related policies, the overall carbon cost will be effectively reduced, which is beneficial to enterprises sustainable and low-carbon development.

Key words: carbon cost; classification; calculation; control; Zhuzhou smelter group

1 引言

在全球变暖的背景下,人类传统的高碳排放经济发展方式亟待转型,碳减排日益成为全球瞩目的问题。长期以来,由于温室气体排放的外部性,碳成本并未被纳入传统成本核算之中。工业革命以来,温室气体排放所产生的环境代价由全人类共同负担^[1]。然而,随着 1997 年《京都协议书》的实施,国际碳交易市场发展迅速,希望通过市场机制有效调节温室气体在全球的排放总量^[2],其核心在于使碳排放造成的外部性成本内部化,将碳成本纳入企业

成本核算体系。

目前,我国的流程制造企业通过优化工艺,逐渐降低了单位产量的 CO₂ 排放量。但因近年来流程制造企业的总产量大幅度增加,行业 CO₂ 排放总量实际仍在增长,节能减排的潜力巨大^[3]。关注流程制造企业的碳成本问题能为企业节约成本、提高市场竞争力,更能减少环境负担,促进可持续发展。因此,本文重点探讨了碳成本的分类、核算及其控制问题,以为碳减排工作的实施提供参考借鉴。

2 碳成本分类

碳成本以碳排放为核心,由环境成本细分演化而来。广义的碳成本存在于产品全生命周期中,包括生产、制造、物流等过程中为预防碳排放所付出的成本或碳排放带来的相应代价^[4]。

碳成本分类研究目前尚不独立,往往依附于环境成本的概念^[5],而环境成本的构成也存在不同标准。美国环境总署提出了“私人环境”和“社会环

2015-09-06 收稿,2015-10-29 接受,2016-04-25 网络发表

^{*} 国家社科重大招标项目(11&ZD166),国家自然科学基金青年项目(71303263),教育部人文社科青年项目(11YJC790312),教育部博士点基金(新教师类)(20130162120045),财政部、发改委节能减排综合示范项目(CSCG-HNSZ-DY20131002),湖南省社科基金项目(13YBA353)资助

^{**} 通讯作者,E-mail:zzf3721@qq.com

境”的概念,认为环境成本包括传统成本、隐藏成本、或有成本和形象与关系成本;德国引进“剩余成本”的概念,并强调预防成本和后期改良成本的区别。基于企业价值链,日本环保机构考虑到“行政成本”和“环境治理成本”,将环境保护成本分为环境成本、管理成本、环境治理成本和其它管理成本^[6]。经济学家 Gray R^[7]基于生命周期的角度,认为碳成本包括生产过程中已发生或可能发生的全部成本。综合以上有关环境成本的概念和视角,国内学者尝试对碳成本进行分类。从发生目的角度,肖序、熊菲等^[8]将碳成本分为事前成本、检测成本和损失成本;鞠秋云^[9]认为碳成本与企业经济利益或损失的流出、成本控制、环境破坏和环境保护密切相关,于是将碳成本分为碳管理成本、碳排放成本、减排成本、污染控制成本和污染损害成本。借鉴德国和日本环境署的环境成本分类,王琳等^[10]指出应将碳成本融入企业整个价值链流程,综合考虑预防成本、超额碳排放交易成本和碳排放环境损害成本。

分类是核算的基础,但从现有文献研究可知,有的研究注意到预防成本,但是忽视了生产过程和运输中的碳成本;有的研究重视碳成本的内外部分类,但没有考虑企业生产前后的碳成本,缺乏系统性和全面性,阻碍了企业进行碳减排活动。本文综合考虑了企业生产前预防成本、生产中碳排放与检测成本以及生产后的碳相关或有成本,将碳成本重新分为预防成本、检测成本、碳排放成本和或有成本四大类,以期为企业的碳成本控制提供参考。具体分类如图 1 所示。

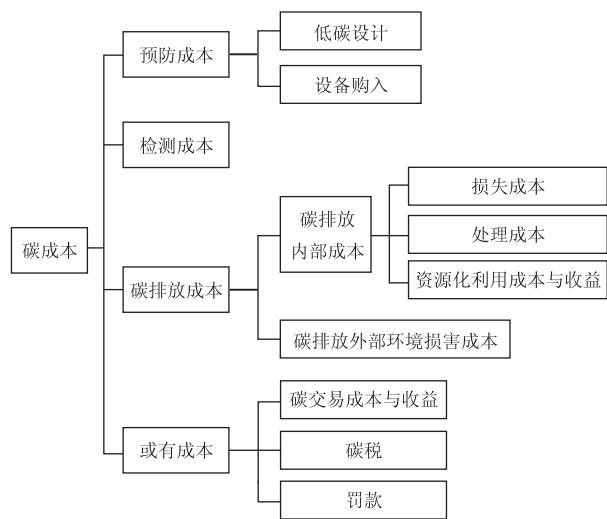


图 1 碳成本分类

1)预防成本。企业为了提高能源、材料的碳效率,减少温室气体及含碳废弃物排放,对企业的设备投入、产品设计、用料选择、运输方式等方面进行规划,即进行低碳设计。企业应权衡长、短期经济利益,综合考虑企业节能减排技术与产品的研发、能源、材料品种、碳排放处理设备、生产设备、物流模式、销售手段的选择等。预防成本在一定范围内与 CO₂ 的排放量成反比。

2)检测成本是指在流程制造企业生产过程中为了检查设备运行情况并测量碳排放量而发生的费用,包括检测人员的工资、检测设备的维修费和检测设备的折旧等,这部分成本相对稳定。

3)碳排放成本分为碳排放内部成本和碳排放外部环境损害成本。碳排放内部成本包括损失成本、处理成本及资源化利用成本与收益;损失成本为负制品成本(相对于正制品而言,即产出的非需要产品成本或废弃物成本),包括含碳能源、材料、系统的负制品成本;处理成本是指运用碳减排装置,对排放的 CO₂ 进行处理所付出的成本,包括设备运行成本、人员工资等;资源化利用成本与收益主要包括企业进行碳回收等资源化措施而产生的成本或为企业带来的利益。碳排放外部环境损害成本指企业向外排放 CO₂ 或含碳废弃物对环境造成的损害价值,物流和宣传的碳排放也计入此项。

4)或有成本。或有成本与企业碳排放量和政府发放的免费碳排放配额相关,主要包括三个部分:碳交易成本与收益、碳税与罚款。碳交易成本与收益为企业根据政府发放的免费碳排放配额与企业的实际碳排放量来购买的碳排放配额成本或出售多余配额所获得的收益;碳税是根据燃料的碳含量或 CO₂ 排放量征的税,征收碳税会给企业增加压力,促使其实现减排目标^[11];罚款为企业碳排放量超过免费碳排放配额后不购买碳排放配额而受到的处罚。

3 流程制造企业的碳成本核算与控制

有关碳成本核算,从国家层面看有 IPCC 方法,以 CO₂ 排放量为主,将企业划分为若干部门,分别计算^[11]。在微观企业层面上,Ratnatunga J^[12]提出运用行业平均值估算运输、原材料处理、生产和废物处理等环节的碳排放成本;通过针对汽车行业中的碳核算,Ki-Hoon Lee^[13]认为碳成本核算应关注供应链中的碳元素流动。有关碳排放量,Collins^[14]提出公式:CO₂-e = Q × EC × GWP,其中 Q 代表具体生产

活动消耗的能量(单位:kg),EC 代表某一类型燃料的能量含量(单位:J/kg),GWP 为 CO₂ 在排放的各种温室气体中的占比。

近年来,我国碳成本核算研究也取得了一些进展。肖序等^[15]提出,对碳成本进行解析应基于资源价值流的角度,将外部碳因子引入碳成本核算。利用能源含碳比例、平均标准煤系数、碳和氢燃料的质量比可以计算二氧化碳总排放量(CO₂-e)。引入国际碳足迹测量标准后,碳成本核算应基于企业的碳材料流量测量,首先确定特定活动的碳消耗;其次,将间接碳排放成本分配给各生产部门;最后,根据成本动因分配率计算每个产品碳排放相关的成本^[16];杨蓓等^[17]构建了长、短期碳排放成本决策模型,找出了碳排放量和碳排放成本的最优结合点,为碳成本的计量和管理提供了方向。

综合以上国内外有关碳成本核算的理念与方法,结合流程制造企业特点,本文以碳排放成本核算为核心并综合考虑全流程碳流运动成本,具体分析了流程制造企业的碳成本核算步骤与方法。

3.1 流程制造企业基于碳平衡的碳排放量计算

流程制造企业生产中的碳素含量遵循碳平衡的原理,分析计算流程制造企业任何一道生产工序的碳素流,可以计算企业的碳排放量,如图 2 所示。

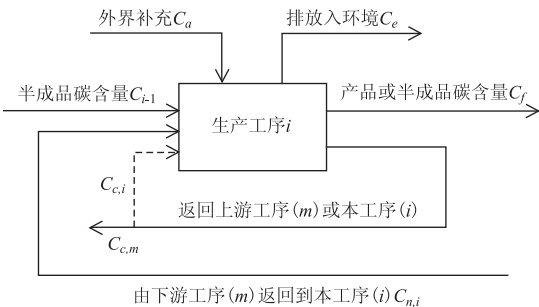


图 2 流程制造企业单位工序 C 元素流

- 1)输入碳素流,第 $i-1$ 工序流程的含碳半成品作为原料输入第 i 工序,其碳元素含量为 $C_{i-1}(t)$;
- 2)外加碳素流,补充加入到第 i 工序生产的含碳原料,碳元素含量为 $C_a(t)$;
- 3)输入循环物质流,下游第 n 工序生产的含碳不合格品或废品作为原料,重新加入第 i 工序,其碳元素含量为 $C_{n,i}(t)$;
- 4)排放碳素流,第 i 生产工序向外部环境排放的各种含碳废弃物,其碳元素含量为 $C_e(t)$;
- 5)输出循环物质流,第 i 工序生产的含碳不合

格品中可以继续参与循环的部分,作为原料加入到本工序或上游工序,其碳元素含量为 $C_{e,m}(t)$ 及 $C_{e,i}(t)$;

- 6)输出碳素流,第 i 工序生产的含碳半成品或合格品(半成品进入下一环节,合格品流出整个生产环节),其碳元素含量为 $C_f(t)$ 。

根据物质守恒原理可以得出:

$$C_{i-1} + C_a + C_{n,i} + C_{e,i} = C_e + C_f + C_{e,m} + C_{e,i}$$

(1)

根据元素的质量配比可知 CO₂ 中分子质量为 44 单位,其中 C 占 12 单位,所以,

碳排放量 = ($\sum M_i \times$ 碳素含量 $i - \sum M_j \times$ 碳素含量 j) $\times 44 / 12$

(2)

其中,碳排放量单位为 t, M_i 为碳输入物质的消耗量,单位为 t 或 kWh 或 m³, M_j 为碳输出物质的产生量,单位为 t 或 m³^[18]。

3.2 碳成本的计算

3.2.1 流程制造企业碳排放内部成本计算

碳排放内部成本包括碳排放损失成本、处理成本及资源化利用成本与收益。其中,碳排放处理成本、资源化利用成本与收益主要与预防成本相关联,依投入设备运行情况而定,计算相对简单。因此,碳排放内部成本的重点在于损失成本的计算。流程制造企业按各工序碳素流划分,将各工序内投入的含碳材料、能源、人工成本进行量化,进行含碳物质全流程物量和价值信息的核算。结合碳素流和物质守恒规律,将投入材料、能源与系统成本(维修、折旧等)区分为有效利用价值(正制品)和废弃物价值(负制品),在各生产工序中进行分类计算。

损失成本 = [(材料成本 + 能源成本 + 人工成本 + 制造费用) $\times$ 废弃物碳元素含量] / (合格品碳元素含量 + 废弃物碳元素含量)

(3)

3.2.2 流程制造企业碳排放外部环境损害成本计算模型

流程制造企业含碳负制品的外排会造成环境污染,给企业带来相应的环境成本。在新的气候变化背景下,低碳经济和可持续发展的方向促使企业必须切实将外部成本纳入成本规划中。目前,外部成本的货币化计量可运用多重方法,且相关数据库也日益成熟。具体方法包括基于端点模型的生命周期环境影响评价方法(LIME)、荷兰的 Eco-indicator

99 系数、日本环境政策优先指数(JEPIX)、最大限界削减成本法(MAC)等。

其中,日本基于端点模型的生命周期环境影响评价方法(LIME)包含范围广泛,数据库资源丰富,且能够将损害具体转化为货币价值进行分析、评价^[19]。因此,本文引入 LIME 计算碳排放外部损害成本,计算公式如下:

$$WEIV_i = \sum_{j=1}^{m,n} WEI_{ij} \times UEIV_{ij}$$

(4)

式中, WEI_{ij} 为第 i 工序或流程的 j 种造成环境影响废弃物的排放量; $UEIV_{ij}$ 为第 i 工序或流程的 j 种废弃物的单位环境损害值。

3.3 碳成本的控制

企业在满足投资者的利益需求时,需兼顾经济、社会和环境问题。对企业碳成本进行控制符合当前气候环境的需求,有利于企业的长远发展。

Jui-Sheng Chou 等^[20]认为对企业碳成本的控制应从碳排放量和碳减排潜力入手,找出高碳排放环节并分析其碳减排能力,权衡长远利益对相关环节进行优化改造。另外,碳成本的高低还取决于不同国家、不同地区政策的差异,企业应根据自身所处地域与享受的政策优惠来规划控制碳成本。国内学者肖序、熊菲^[21]提出用 PDCA(plan,do,check and action)方法控制企业诸如碳成本之类的环境成本,强调计划与操作的优化循环。

本文将汇总后的碳成本按照生产流程进行分类比较分析,重点关注碳成本高的环节,并有针对性地进行碳减排工作。根据碳成本的分类,企业可从源头上开始控制,加大预防成本的投入,如低碳产品研发、低碳物流、低碳广告方式的选择等。其次,应关注国内外有关碳排放的政策,尽量将企业碳排放控制在国家免费配额的范围内,以免产生超额排放的支出。另外,碳排放成本是碳成本的关键所在,因此可以做出碳排放成本双维度分析图,并画出碳成本的改进方向,进而为企业进行具体的碳减排活动提供方向。

图 3 中的虚线部分为理想的改善方向,着眼于减少碳排放成本;而实线部分则为错误整改方向,反映整改反效果,导致碳排放内部或外部甚至两部分成本同时增加的情况。优化改造后将碳成本相关数据与之前的进行对比,检验是否按照计划方向改善,总结经验并寻找其他进一步的改善途径,实现对企业碳成本的合理控制。

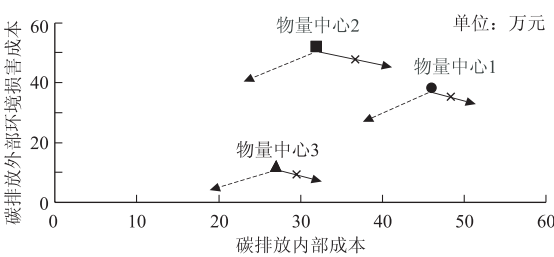


图 3 碳排放成本理想改善图

4 案例研究——以株洲冶炼集团为例

株洲冶炼集团是湖南有色集团下属的控股子公司,是我国最大的铅锌生产基地。作为全国第一批资源节约型、环境友好型企业创建试点企业,株冶集团以绿色冶炼为己任,以科技进步与创新为支撑,落实节能减排工作。

4.1 确认企业生产流程

2009 年,株冶集团引进世界上最先进的基夫赛特直接炼铅工艺,目前已投入生产,主要包括配料制粒、底吹熔炼和鼓风还原三个生产流程。

4.2 株冶集团碳成本核算

4.2.1 预防成本与检测成本

株冶集团在低碳技术、产品的研发和碳减排设备上共花费 150 万元。在检测过程中的人工费、检测设备的保养维修费等每年约 60 万元。

4.2.2 株冶集团碳排放内部成本计算

株冶集团碳排放内部成本计算见表 1。

表 1 株冶集团碳排放内部成本计算表(单位:万元)

项目分类	成本项目	配料制粒	底吹熔炼	鼓风还原
本物量中心投入	能源成本	82.44	191.83	239.39
	材料成本	352.31	703.55	0.00
	系统成本	69.57	141.95	89.77
上一物量中心转入	能源成本	0.00	80.79	229.01
	材料成本	0.00	3452.65	3491.20
	系统成本	0.00	68.18	176.51
合计	能源成本	82.44	272.62	468.39
	材料成本	0.35	0.42	0.35
	系统成本	69.57	210.13	266.28
	合计	7350.24	9277.89	8451.76
正制品碳排放分配率		96%	97%	84%
负制品碳排放分配率		4%	3%	16%
正制品成本	能源成本	79.14	264.45	393.45
	材料成本	3382.18	4031.51	2932.61
	系统成本	66.79	203.82	223.67
	合计	3528.11	4499.78	3549.74
损失成本	能源成本	3.29	8.18	74.94
	材料成本	140.92	124.69	558.59
	系统成本	2.78	6.30	42.61
	合计	147.01	139.17	676.14
碳排放处理成本			1.81	
资源化利用成本			1.57	
资源化利用收益			2.51	

4.2.3 株冶集团碳排放外部成本计算

采用日本 LIME 法计算本例中株冶集团三个生产工序及销售（主要为广告印制）和物流碳排放所产生的外部环境损害成本（含碳废弃物或 CO₂ 排放量 × 相应的 LIME 系数）。计算结果见表 2。

表 2 含碳材料外部损害成本及 CO₂ 外部环境损害成本¹⁾

成本项目	配料制粒	底吹熔炼	鼓风还原	销售	物流
能源负制品量(吨)	0.87	0.82	1.96	0.14	1.53
能源负制品损害成本(万元)	3.79	3.55	8.53	0.62	6.64
材料负制品量(吨)	0.42	3.38	3.42	0.45	0.00
材料外部损害成本(万元)	18.45	14.66	14.85	1.97	0.00
CO ₂ 排放量(吨)	1320.61	6279.38	4427.63	2720.54	5830.27
CO ₂ 外部损害成本(万元)	11.88	56.52	39.85	24.49	52.47

1) 含碳废弃物综合 LIME:4.3432 万元/吨;CO₂ LIME:0.0090002 万元/吨。

4.2.4 或有成本

株冶集团外部碳排放总量为 2.1 万吨,碳交易成本价格取 2015 年 9 月深圳交易平均价格 33 元/吨,假设株冶集团获得政府免费分配的碳排放配额为 1.5 万 t,经计算可知,碳交易成本 19.89 万元。碳税取 10 元/吨,株冶集团需交碳税 21 万元。

4.3 株冶集团碳成本分析与控制

株冶集团考虑到企业的长远发展,预防成本占比 10%,但企业碳排放总量仍有较大减排潜力。企业应选取环境污染小的能源、材料,同时继续进行低碳技术研发,提高能源利用率。另外,在销售环节减少印制方面的广告、路牌宣传,增加污染较少的电子网络广告;在物流环节采取物流外包形式,减少能源消耗和大气污染;生产环节更新碳排放处理装置与生产设备。

企业碳排放成本中的碳排放内部成本占比 66%,为企业碳成本的主要构成部分;外部损害成本达到 18%,必须针对有潜力的流程尽快改善。其中,鼓风还原环节碳排放成本最大,可以通过优化生产技术进行改造,有巨大碳减排潜力。企业可以将高铅渣快转为液态铅渣送入鼓风炉还原以降低能耗,减少 CO₂ 排放。配料制粒环节使石灰石、干铅精矿、干渣料和混和烟尘湿润,可减少烟尘和 CO₂ 的排放;底吹熔炼和鼓风还原环节着重回收碳氧化物,减少含碳污染物排放。

改造前和改造后株冶集团碳成本分布情况如图 4 所示。其中,碳排放成本的改善对比效果如图 5 所示。

从图 4 和图 5 中可以看出,由于预防成本增加,碳排放成本在量和比例上均有所下降。底吹熔炼环节碳排放外部损失成本下降显著,鼓风还原环节则

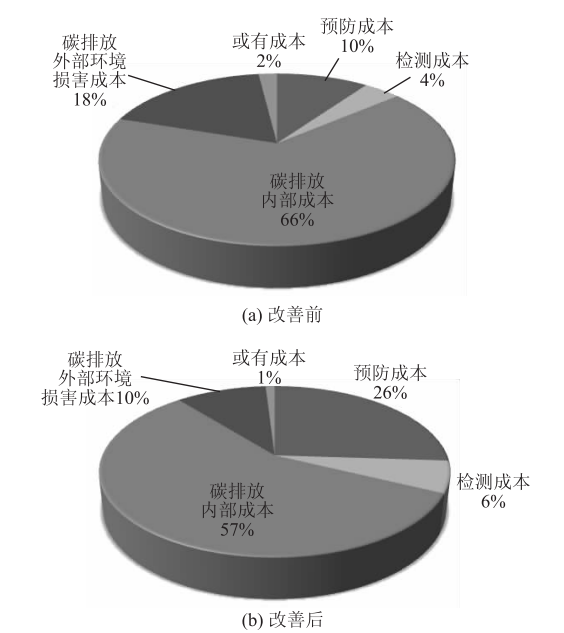


图 4 株冶集团低碳改造前后碳成本分布图

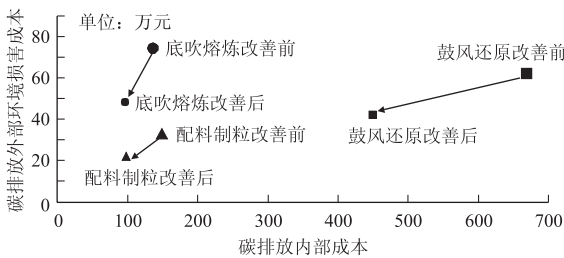


图 5 株冶企业流程改善前后碳排放成本对比图

节约了大量碳排放内部成本,配料制粒环节的碳排放内、外部成本均得到有效控制。通过计算,总成本降低了 344.78 万元,碳排放内部成本降低了约 33%,碳排放外部损害成本降低了约 38%。特别地,由于宣传和物流方式的改变,有效减少了 CO₂ 的排放,节约成本 32.75 万元。然而值得注意的是,企业预防成本并不是越多越好,株冶集团改造后碳排放内部和外部成本比重都有了明显的下降,但是预防成本增加了一倍,在碳减排日益达标并成熟后应保持或减少此类投入。

5 结论

在气候变化的大背景下,流程制造企业对碳成本的分析与控制是保持企业竞争力以及实现可持续发展的重要条件。本文研究了碳成本的分类、核算与控制,结合株冶集团案例,得到如下结论和启示:

1) 流程制造企业应着眼于长远经济利益,主动落实碳减排工作。企业应重视预防成本,从源头最优化成本:首先应选择低污染能源和材料;其次要加

大低碳技术研发与碳排放处理设备的投入;另外可考虑将分散的物流运输集中化或专业外包,选择绿色宣传方式,减少印制广告,从多方面控制碳成本。

2) 流程制造企业应该注重改善工艺流程,发展低碳技术。流程制造企业的碳排放内部成本占比较大,主要依靠技术推动,应该加大碳减排设备的投入,以大力推进清洁生产,确保公司向绿色、低碳企业转型。

3) 流程制造企业要密切关注国家和国际相关政策,在控制碳排放量问题上做到未雨绸缪,争取竞争优势地位。根据政策要求,做好减排措施将有助于企业享受补贴优惠,减少低碳违约支出,甚至可以将多出来的碳排放配额转为企业资产,在竞争中占据主动地位。

参考文献

[1] 曹海霞,张复明. 低碳经济国内外研究进展[J]. 生产力研究, 2010,(3):1-6.

[2] 刘婷,黄国良. 低碳经济下碳排放成本内部化理论与实务探讨[J]. 会计之友,2011,(5):68-69.

[3] 王社斌,许并社. 钢铁生产节能减排技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009:273-274.

[4] 涂建明,李晓玉,郭章翠. 低碳经济背景下嵌入全面预算体系的企业碳预算构想[J]. 中国工业经济,2014,(3):147-160.

[5] 何崇恺,顾阿伦. 碳成本传递原理、影响因素及对中国碳市场的企业——以电力部门为例[J]. 气候变化研究进展,2015,11(3): 221-226.

[6] FRANCES B, BETTINA W. Carbon accounting: Negotiating accuracy, consistency and certainty across organisational fields [J]. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 2011, 12 (24) : 1022-1036.

[7] GRAY R, BEBBINGTON J. Corporate Accountability and the Physical Environment; Social Responsibility and Accounting Beyond Profit

[J]. Business Strategy and the Environment, 1993, 2(2):1-11.

[8] 肖序,熊菲,周志方. 流程制造企业排放成本核算研究[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(5):29-35.

[9] 鞠秋云. 基于低碳经济视角的企业环境成本会计核算研究[D]. 沈阳:东北财经大学工商管理学院,2011.

[10] 王琳,肖序. 低碳经济下钢铁企业碳成本分析与定量研究[J]. 求索,2013,(6):25-27

[11] LUO Le, TANG Qingliang. Carbon tax, Corporate Carbon Profile and Financial Return [J]. Pacific Accounting Review, 2014, 26 (3) : 351-373.

[12] RATNATUNGA J. Carbonomics; Strategic Management Accounting Issues [J]. Journal of Applied Management Accounting Research. 2008, 6(1):1-10.

[13] LEE K H. Carbon Accounting for Supply Chain Management in the Automobile Industry [J]. Journal of Cleaner Production. 2012, (36):83-88.

[14] FRANK C. 2nd Generation Concrete Construction; Carbon Footprint Accounting[J]. Engineering, Construction and Architectural Management, 2013, 20(4):330-344.

[15] 肖序,郑玲. 低碳经济下企业碳会计体系构建研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(8):55-60.

[16] 宋晓梅,田海龙,秦涛. 考虑碳成本与收益的森林和林地资源实物期权定价理论研究[J]. 科技管理研究,2014,16(5):200-204.

[17] 杨蓓,汪方军,黄侃. 适应低碳经济发展的企业碳排放成本模型[J]. 西安交通大学学报:社会科学版,2011,31(1):44-47.

[18] 黄丽文,部龙江,贾艳艳. 钢铁企业碳排放的计算与分析[J]. 冶金能源,2013,32(3):3-5

[19] 周志方,肖序. 国外环境财务会计发展评述[J]. 会计研究, 2010,(1):79-86.

[20] CHOU JUI-SHENG, YEH KUAN-CHIH. Life Cycle Carbon Dioxide Emissions Simulation and Environmental Cost Analysis for Building Construction[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 101(8):137-147.

[21] 肖序,熊菲. 环境管理会计的 PDCA 循环研究[J]. 会计研究, 2015,(4):62-69.