

低碳经济发展模式下供应商选择问题研究

刘荣娟^{1,2}, 赵道致¹

(1. 天津大学 管理与经济学部, 天津 300072; 2. 天津工业大学 教务处, 天津 300387)

摘要: 供应商选择问题是供应链运营的核心, 在碳排放约束下, 对供应商的选择有了新的要求。从企业能力、碳排放水平和服务水平等三个方面评价供应商。采用熵权法, 构建供应商评价指标体系和评价模式, 完善供应商评价理论, 研究低碳经济发展模式下, 考虑碳排放成本存在差异的供应商选择问题。通过算例分析, 为制造商选择供应商提供实践指导。

关键词: 低碳经济; 碳排放; 供应链; 供应商选择

中图分类号: F252 文献标识码: A 文章编号: 1672-8106(2014)01-0008-07

A Study on the Supplier Selection under Low Carbon Economic Development

LIU Rong-juan^{1,2}, ZHAO Dao-zhi¹

(1. School of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Teaching Affairs Department, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: Supplier selection is the core link in the supply chain operations. With the restrictions on carbon emissions, new requirements emerge in regard to the supplier selection. Three aspects of enterprise capability, carbon emission and service level should be respectively considered when evaluating suppliers. This paper tries to establish the supplier evaluation index system and evaluation model by using the entropy method, and thus enrich the supplier evaluation theory, and provide a practical guidance for manufacturers through the example analysis.

Key words: low carbon economy; carbon emission; supply chain; supplier selection

一、引言

瑞典物理化学家阿累利乌斯早在 1896 年就指出化石燃料燃烧将会增加大气中二氧化碳的浓度, 导致全球变暖; 科学界从 20 世纪 50 年代后期开始关注全球气候变化与温室气体的关系问题; 各国政府、科学界和工业界直到 20 世纪 90 年代初, 才意识到人类向大气中排放温室气体是全球温暖化的主要原因; 联合国政府间气候变化专门委员会于 2007 年发布的第四次评估综合报告中

再次指出, 全球气候变暖有超过 90% 的可能是由人类的活动导致。

英国政府于 2003 年颁布了能源白皮书——《我们能源的未来: 创建低碳经济》, 其中首次正式提出了“低碳经济”。低碳经济是一种新的经济增长方式, 即通过政府引导、财政支持、政策倾向、商业激励等来促使企业采用低碳技术、开发低碳产品, 从而促使经济结构的整体发生转变, 形成高效、低能耗、低污染、低排放的可持续发展模式。低碳经济与可持续发展理念和资源节约型、环境

收稿日期: 2013-08-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(71072155); 天津市高等学校人文社会科学研究项目(20132141)。

作者简介: 刘荣娟, 女, 山东蓬莱人, 天津大学管理与经济学部博士生。研究方向: 物流与供应链管理、低碳经济。

赵道致, 男, 江苏无锡人, 天津大学管理与经济学部教授。研究方向: 运营管理、供应链管理。

友好型社会的要求是一致的,与节能减排和循环经济也有密切联系^[1]。

在市场经济环境下,任何一个企业都与其他企业共生于某个或某几个供应链系统之中,企业之间的竞争已经演变为供应链之间的竞争。随着供应链竞争的不断深化,合作伙伴的重要性日益突显,供应商选择问题成为企业关注的焦点。近年来生态环境急剧恶化,能源危机不断加剧,全球碳排放问题引起广泛关注,现代市场经济活动中任何最终产品或服务的碳排放都是从原材料到中间产品、产成品全过程的累积,供应链成员企业碳减排能力直接影响供应链整体碳排放水平,供应链整体的竞争力决定了企业的发展空间,因此,在低碳经济发展模式下,供应链合作伙伴的选择问题是函待解决的关键问题。

二、碳排放约束下供应链研究现状

Seuring 等(2008)^[2]和 Benjaafar 等(2013)^[3]对国际顶级学术期刊中关于供应链的研究进行了汇总,认为关于低碳经济发展模式下供应链运营的研究仍处于初级阶段,主要集中在以下几方面:

(一)碳排放约束下运输方式选择问题

Hoen 等(2011)^[4]对实际数据进行分析,发现调整运输方式可以大幅降低碳排放量。Hoen 等(2010)^[5]研究了排放成本和排放限制两种碳排放规制对供应链中运输模式选择影响,结果表明:排放成本对运输方式的选择影响很小,而排放限制对运输方式的选择影响较大,因此政府在企业碳减排行为中发挥重要作用。Hoen 等(2011)^[6]在此基础上,以一个实行运输外包的自愿减排的企业为对象,研究了其运输方式的选择和定价问题。

Hoen 和 Fransoo 等人组成的研究小组虽然将碳排放成本和碳排放规制纳入到供应链运输方式的选择中,但他们的研究都是建立在供应链网络空间结构相对不变的基础上的。众所周知,在实际经济活动中,供应链成员、供应链成员之间合作程度等都是动态变化的,而供应链空间结构不是一成不变的。

(二)碳排放约束下考虑碳交易的供应链结构选择问题

由于供应链空间结构的相对变化,空间结构的再设计必然影响供应链的碳足迹,从而对供应链整体的运营产生影响。由于供应链成员碳减排

能力存在差异,因此碳减排成本不同,碳资源具有价值属性,所以部分学者研究了考虑碳交易的供应链结构设计问题。

Cholette 和 Venkat(2009)^[7]发现不同的供应链结构会导致葡萄酒分销的碳强度不同。Diabat 和 Simchi-Levi(2009)^[8]通过混合整数规划模型(MIP),研究了如何设计供应链中工厂和配送中心的布局,在碳排放限额约束下,实现成本最小化。Ramudhin 等(2008)^[9]介绍了一种综合考虑“碳市场敏感性”和“绿色供应链网络设计”的数学模型,研究存在碳交易时的供应链网络设计问题。Chaabane 等(2012)^[10]研究了供应链网络设计中生命周期评价问题。Cachon(2009)^[11]不仅研究了碳足迹影响下的供应链空间结构设计,还分析了碳足迹的减少对供应链运营的影响。Cachon(2011)^[12]在考虑消费者影响的基础上,研究供应链零售商下游网点布局如何在满足碳排放约束的同时使运营成本最小化。

Du 等(2011)^[13]在考虑碳排放权交易情况下,提出一种新型供应链,由传统非营利绿色环保组织和碳排放权依赖企业两类企业组成,将前者作为碳排放权供应商,他们基于报童模型分析了排放依赖型供应链双方的博弈过程。

(三)碳排放约束下企业生产决策问题

Benjaafar 等(2010)^[14]将碳足迹参数引入到各种优化模型中,分析如何通过运营决策的调整减少碳排放,研究供应链中企业合作对成本和碳排放降低的影响。在此基础上,Chen 等(2013)^[15]利用经济订货批量模型进行数值分析,研究何种情况下可以通过修改订货批量降低碳排放,何种情况下碳排放量的相对减少量高于成本的相对增加,并研究排放量减少和成本增加的影响因素,同时将这一问题扩展到设施选址模型和报童模型。Abdallah 等(2010)^[16]则将研究集中在采购上,研究了在一个碳敏感性供应链中如何通过绿色采购最小化供应链碳排放。国部克彦教授等正在开展一项“包括亚洲地区在内低碳型供应链的构筑和制度化研究”的项目。他们利用物质流投入产出模型作为基本框架,基于其提出的物质流成本会计核算方法来计算供应链上物质消耗实物量的分布。但该项研究只是从供应链各环节消耗的“实物量”上来考察碳成本,并没有考虑到减排成本差异和排放造成的外部成本。

(四)碳足迹的分布问题

国务院发展研究中心课题组(2009)^[17]认为,合理界定并严格执行各国温室气体排放权是实现全球温室气体减排目标和全球减排资源最优配置的关键。产品碳足迹分析是一种评价碳排放影响的全新测度方法,通过具体分析某种产品全寿命周期或某种活动过程中直接和间接相关的碳排放量,发现碳排放量较大的环节,并采取针对性的减排措施。

供应链上某一环节的碳排放量或减排努力程度会影响产成品总的碳排放量及其他企业的减排行为。分析整个供应链的碳足迹,并将该碳足迹分解到供应链中的各个主体,这样才能确定各企业的减排责任,研究最优的减排分布。Sundarakani等(2010)^[18]分别针对静态供应链和动态供应链,应用拉格朗日和排队论建立了碳排放衡量模型。Keskin等(2011)^[19]研究了在联合生产中如何将碳排放量分配到生产流程的各个环节。Caro等(2011)^[20]也通过建立模型,研究集中决策和分散决策时的供应链联合减排问题。

Braithwaite和Daniel(2009)^[21]研究了供应链碳足迹的评价方法,Lam等(2010)^[22]研究了给定区域内生物能源供应链最小碳足迹的优化方法。

由上述分析可知,目前关于碳排放约束下供应链运营的研究主要集中在运输方式的选择、供应链结构的选择、生产决策等方面,而对供应商选择、供应链协调、企业行为演化等方面涉及较少。本文研究低碳经济发展模式下,考虑碳排放成本存在差异的供应商选择问题,从而充实供应商评价理论,为企业的实际运营提供参考。

三、基于熵权的低碳经济发展模式下供应商评价

低碳经济对供应链运营产生了巨大影响,供应链各成员企业在追求利润最大化、客户满意度最大化的同时,均负有减排义务。企业在选择供应商时,除了考虑经济因素,更需关注合作企业的碳排放水平,即应考虑:选择哪一个或哪几个供应商才能使供应链在满足整体减排要求下,实现整体效益最大化。在低碳经济发展模式下,供应链整体效益有了新的内涵,突出体现在两方面:首先是提高经济效益,其次是控制供应链整体碳排放量。付秋芳等(2012)^[23]基于珠三角经济区 31 家

制造企业,研究供应链多阶碳足迹的构成,发现供应链多阶碳足迹绝大多数来自于供应商和制造商节点企业的碳排放量的累积,因此供应商和制造商面临着更大的减排压力。

基于上述研究,本文以由一个制造商和多个供应商组成的二级供应链为研究对象,立足于制造商,试图在碳排放约束下,考虑碳减排边际成本存在差异时,建立一套客观、精准的供应商评价指标体系和具有综合评价能力的评价模式,为制造商选择供应商提供定量依据。

(一)评估指标体系

1. 供应商评语集

供应商评语集是对供应商在各种指标下做出可能结果的集合,可请专家进行评估定级。根据供应商考核的评价目的,建立评语集为 $V=\{V_1, V_2, V_3\}=\{\text{良好, 一般, 较差}\}$ 。供应商评语不同,对应不同的选择策略。

V_1 型的供应商: 被评供应商与期望的相近度 $T_j < 0.1$, 供应商严格符合制造商期望,可直接合作;

V_2 型的供应商: 被评供应商与期望的相近度 $0.1 \leq T_j \leq 0.5$, 供应商虽与制造商期望有差距,但具有改进潜力,可将其作为备用供应商;

V_3 型的供应商: 被评供应商与期望的相近度 $T_j > 0.5$, 供应商不符合制造商期望,放弃合作。

2. 评价指标集合

关于供应商的选择问题,很多学者做了大量的研究工作。主要侧重于使用成本、质量、响应时间、服务能力等指标来评价供应商。而在低碳经济发展模式下,碳排放水平已经成为制约供应链可持续发展的关键问题,因此,本文将碳排放水平纳入评价供应商的指标体系之中,更能体现现代市场经济特征。

在低碳经济发展模式下,制造商和供应商之间必须建立新型的合作伙伴关系,通过共享信息、协调行为,达到双赢的目的。选择低碳供应商是低碳经济的要求,也是应对国际贸易中“绿色壁垒”的有效手段。供应商评价指标体系的设计必须满足低碳环境要求,考虑供应链的动态性。

随着科技水平的飞速进步,科技产品日新月异,计算机已经走进千家万户。计算机业是全球性行业,计算机产品是技术和资金密集型的,产品

开发费用巨大, 规模经济效益和经验曲线效应都非常明显。计算机行业全球化表现在大型计算机制造商利用全球资源, 实现研发、生产、采购和销售在全球范围内优化配置。人们所熟知的计算机制造商实质是计算机组装商, 计算机制造商之间的竞争实质是他们所在的供应链之间的竞争。本文立足于计算机制造商, 分析其在碳排放约束下选择供应商的问题, 建立如图 1 所示的三层评价指标体系。

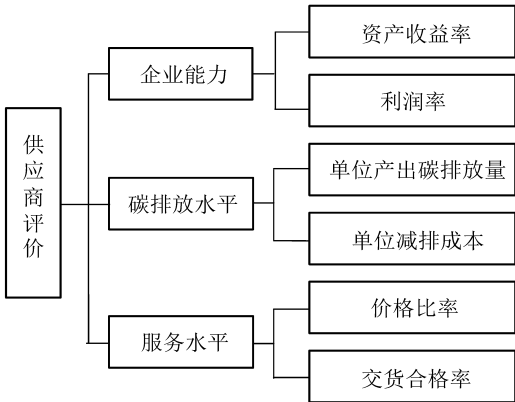


图 1 零部件供应商评价指标体系

由图 1 可知, “供应商评价”为一级指标, 对应结果为: {良好, 一般, 较差}; {企业能力, 碳排放水平, 服务水平}为二级指标; {资产收益率, 利润率, 单位产出碳排放量, 单位减排成本, 价格比率, 交货合格率}为三级指标即品质因素集, 可表示为: $\{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$ 。

供应商评价是一项复杂的系统工程: ①要实现多个子目标; ②各个子目标遵循不同的评价原则(如效益优先、成本优先、接近固定值优先等); ③子目标之间可能存在矛盾; ④子目标之间不可比较。因此供应商选择过程中的决策问题属于多目标决策问题, 需要通过建立一种可以度量的指标来进行决策评估。

(二)混合多目标决策方法的可行性分析

设 S 为某一待评价的供应商, 具有参加评分的品质因素集: $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 对于具体制造商而言, 参与评价的供应商个数 n 是一个常数。对于品质因素集的每个子集 A , 都对应地赋予一个介于 0 与 1 之间的实数 $\mu(A)$, 它是 S 凭借 A 中品质因素所能得分的最高限额, 可以用来描述因素集合 A 的重要程度。

显然 μ 满足: ① $\mu(S)=1, \mu(\emptyset)=0$; ②若 $A \subseteq B$, 则 $\mu(A) \leq \mu(B)$ 。

由于 S 具备有限个品质因素 $u_i (i=1, 2, \dots,$

$n)$, 因此 μ 为 (S, A) 上的模糊测度, 称为重要性测度, 重要性测度是评判专家们某种经验的数量化, 同时也是公认的评判准则。重要性测度可以通过多种方法得到。

在对 S 评价的过程中, 某一位评价人员对 S 的每一个品质因素 u_i 打分, 表示为 $f(u_i) \in [0, 1] (i=1, 2, \dots, n)$, 则该评判员对客体 S 的综合评价值为

$$E = \max \sum_{i=1}^n f^{(i)} \mu(A^{(i)}),$$

此处 f^i 为 $\{f(u_i)\}_{i=1}^n$ 按从大到小重排后的第 i 个, $A^{(i)} = \{u^{(1)}, u^{(2)}, \dots, u^{(n)}\}$ 为 $\{u_i\}_{i=1}^n$ 按相应大小重排后的前 i 个, 而 E 是评分函数关于重要性测度的模糊积分。

由于存在人为因素, 单个评判员对客体 S 品质的评判结果受评判员的主观性影响, 而客体 S 的各项品质因素 u_i 都有其固有的品质指标 $g_i = g(u_i) (g(u_i) \in [0, 1]) ; (i=1, 2, \dots, n)$ 。

因此对 S 的理想评判应该是可测函数 g 关于重要性测度 μ 的模糊积分 $E_0 = \int_u g d\mu$ 。为了减少个人主观片面性的影响, 随机选取 m 位评判员, 让他们对客体 S 同时进行评判, 各自对 S 的各项因素 u_i 作出评分 $f_j(u_i) (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ 。

令 i 固定为某一个值, m 位评判员对 S 的品质因素 u_i 的无数次评分是具有数学期望 g_i 的母体 F_i , 而 m 位评判员对 u_i 的某一次评分 $\{f_1(u_i), f_2(u_i), \dots, f_m(u_i)\}$ 是母体 F_i 的一个容量为 m 的简单随机子样, 由 Kolmogorov 强大数定律可知, 在概率 1 意义下有:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j(u_i) = g_i (i=1, 2, \dots, n)$$

再由模糊积分的收敛定理得

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_u \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j \right] d\mu = \int_u g d\mu = E_0$$

按概率 1 成立, 因此当 $m \rightarrow \infty$ 时, $\int_u \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j \right] d\mu$ 依概率收敛于 E_0 , 即只要 m 足够大, 由 $\int_u \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j \right] d\mu$ 求得的评判值一般总是无限接近于客观评判值 E_0 , $\int_u \left[\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j \right] d\mu$ 称为近似客观评判值^[24]。

(三)确定权重

熵权法通过各指标之间的内在联系, 计算出

各个指标相对于上层指标的权重,是一种客观的赋权方法。这种方法将主观判断与客观计算相结合,增强了权重的可信度,因此本文利用熵权法确定指标权重。

设有 p 个评估指标, q 个待评价供应商,经过标准化的多方案、多指标评价矩阵为

$$R' = (r'_{ij})_{p \times q}$$

规范化处理可得: $R = (r_{ij})_{p \times q}$ 。

根据对应的指标类型不同,可以将 r_{ij} 分别表示

$$r_{ij} = \frac{(\max_j r'_{ij} - r'_{ij})}{(\max_j r'_{ij} - \min_j r'_{ij})},$$

其中 $i \in I_1$ (I_1 为收益型指标),企业追求利润最大化,因此 r_i 越大越好;

$$r_{ij} = \frac{(r'_{ij} - \min_j r'_{ij})}{(\max_j r'_{ij} - \min_j r'_{ij})},$$

其中, $i \in I_2$ (I_2 为成本型指标),企业追求经营成本最小化,因此 r_i 越小越好;

$$r_{ij} = 1 - \frac{|r'_{ij} - r_i|}{\max_j |r'_{ij} - r_i|},$$

其中 $i \in I_3$ (I_3 为固定型指标), r_i 越接近某一固定值越好。

本文对供应商评价的指标体系设计中,三级指标有以下 6 项:

① 资产收益率(u_1):反映供应商全部资产的营利水平, $u_1 = \text{税后利润} / \text{总资产} \times 100\%$;

② 利润率(u_2):反映经营效率, $u_2 = \text{税后利润} / \text{总支出} \times 100\%$;

③ 单位产出碳排放量(u_3):反映碳排放水平, $u_3 = \text{总碳排放量} / \text{总产量}$;

④ 单位减排成本(u_4):反映处理碳排放能力, $u_4 = \text{总碳处理支出} / \text{总产量}$;

⑤ 价格比率(u_5):反映企业价格竞争力, $u_5 = \text{单位产品价格} / \text{最优产品价格}$;

⑥ 交货合格率(u_6):反映提供优质产品的能力, $u_6 = \text{合格产品数量} / \text{总产量} \times 100\%$ 。

上述 6 项指标中,收益型指标包括: u_1, u_2, u_6 ;成本型指标包括: u_3 和 u_4 ;由于产品在生产过程中有必然消耗,如果单纯追求低价格,可能导致产品质量不达标,因此 u_5 是固定型指标。

将第 i 个评价指标的熵定义为

$$H_i = -k \sum_{j=1}^q f_{ij} \ln f_{ij} \quad (1)$$

其中, $i = 1, 2, \dots, p$ 。

$$\text{式(1)中, } f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^q r_{ij}}, 0 \leq r_{ij} \leq 1, k = \frac{1}{\ln q},$$

k 表示决策的不确定程度。

假设当 $r_{ij} = 0$ 时, $f_{ij} \ln r_{ij} = 0$, 因此第 i 个评价指标的熵权可表示为

$$\omega = \frac{1 - H_i}{p - \sum_{i=1}^p H_i} \quad (2)$$

由熵权的表示公式可知熵权具有如下性质:

①被评价供应商如果在某一项指标 i 上的值完全相同,即 $H_i = 1, \omega = 0$ 。则指标 i 未向决策者提供任何有价值的信息,可以直接删除该指标。

②各被评价供应商如果在某个指标上 i 的值差别较大,即 H_i 较小,而 ω 较大,则指标 i 向决策者提供了有价值的信息,需要重点借鉴该指标。

因此,当评价指标确定以后,可根据熵权的大小对评价指标进行修订,使得评价指标能更准确衡量供应商的优劣。同时也可用熵权对某些指标评价值的精度进行调整,甚至可以重新确定评价值和精度。

(四)构造指标矩阵

构造加熵权的规范化指标矩阵 A

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1q} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{p1} & \cdots & a_{pq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 r_{11} & \cdots & \omega_q r_{1q} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \omega_p r_{p1} & \cdots & \omega_p r_{pq} \end{bmatrix} \quad (3)$$

(五)最理想供应商描述

选择最佳供应商的方案为

$$U^* = (u_1^*, u_2^*, \dots, u_p^*)^T, \quad (4)$$

其中 $u_i^* = \max_{1 \leq j \leq q} \{a_{ij}\}$ 。

(六)待评供应商评价

1. 待评供应商离制造商期望的差距可表示为

$$d_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^p (a_{ij} - u_i^*)^2} \quad (5)$$

其中, $j = 1, 2, \dots, q$ 。

2. 待评供应商与期望的相近度可表示为

$$T_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^p a_{ij} u_i^*}{\sum_{i=1}^p (u_i^*)^2} \quad (6)$$

根据求得的 T_j 值,可对多个供应商进行排

序,从而给出对应的评价,为选择合作供应商给出定量参考依据。

四、算 例

采用多目标决策方法对供应商进行评价,既满足低碳化要求,又实现利润最大化,符合现代市场经济要求。在综合决策时,需要综合考虑(资产收益率,利润率,单位产出碳排放量,单位减排成本,价格比率,交货合格率)6个指标。

结合我们调查的实际数据,以某电脑制造商为研究对象,研究其在碳排放约束下,选择标准化零部件供应商时的多目标决策问题。假设有 4 个供应商可供选择,分别为供应商 I、供应商 II、供应商 III和供应商 IV,评价指标包括资产收益率、利润率、单位产出碳排放量、单位减排成本、价格比率以及交货合格率等 6 个方面,将各指标最高分设定为 10 分,最低分设定为分,通过专家打分法,可得供应商评价表,如表 1 所示。

表 1 供应商评价表

指 标	供应商			
	I	II	III	IV
资产收益率	7	5	8	8
利润率	9	7	9	5
单位产出碳排放量	9	7	5	7
单位减排成本	9	7	7	6
价格比率	7	5	6	5
交货合格率	9	7	5	7

根据表 1,通过公式(1)和(2)可计算出各指标的熵权值,如表 2 所示。

表 2 各指标熵权值

指标	资产收益率	利润率	单位产出碳排放量	单位减排成本	价格比率	交货合格率
熵 H_i	0.7805	0.7595	0.7500	0.6839	0.4593	0.7500

由表 2 可知,资产收益率、利润率等 6 个指标均为评价供应商的重要指标;价格比率和单位减排成本两个指标熵值相对较小,因此决策者需要重点借鉴这两个指标。

继而,各供应商的相近度可求,如表 3 所示。

表 3 各供应商与理想供应商的相近度

供应商	供应商 I	供应商 II	供应商 III	供应商 IV
相近度 T_j	0.0679	0.6632	0.5159	0.6081
按相近度排序	1	4	2	3

由表 3 可知, $T_I < 0.1$, 供应商 I 与期望值相近度很高,因此对供应商 I 的评语为“良好”,而

T_{II} 、 T_{III} 和 T_{IV} 均大于 0.5,离理想值较远,因此评语为“较差”,计算机制造商可与供应商 I 合作。

在本算例中,有且仅有一个供应商符合计算机制造商要求,两者之间结成合作关系,其他供应商由于离制造商理想值较远而不予合作。对于计算机制造商而言,标准零部件由单一供应商提供虽然可以在短时间内获得数量折扣且供应商管理成本较低,但对企业的长期发展有很多威胁:①缺货、断货风险大;② 制造商讨价还价能力差;③ 供应商缺乏改进动力等。

因此,计算机制造商在确定供应商 I 为合作伙伴的基础上,根据比较优势理论,借鉴表 2 的结果,即优先考察“价格比率”和“单位减排成本”两个指标,分析其余三个供应商能力,由表 1 可知,供应商 II 的“单位产出碳排放量”和“单位减排成本”两项指标值均较高,即供应商 II 具有较强的碳减排能力,而其“资产收益率”和“价格比率”两个利润指标值相对较低。因此,计算机制造商为了摆脱单一供应商的弊端,需要利用自身优势,通过技术指导、知识转移、资金支持等手段对供应商 II 进行扶植,使其快速成长为自己的备用供应商。

五、结 语

低碳经济发展模式下,企业在追求利润最大化的同时,负有低碳化发展的责任和义务,传统供应商评价指标体系已经不能体现经济发展的新要求。因此本文在供应商评价指标体系中增加了“碳排放水平指标”,充实了供应商评价指标体系;采用熵权法评价供应商,完善了供应商评价理论,为解决多目标决策问题提供依据;定性定量方法相结合,针对供应商的评价结论更具有借鉴性。

参考文献:

[1] 金乐琴,刘瑞. 低碳经济与中国经济发展模式转型[J]. 经济问题探索, 2009, (1): 84— 87.

[2] SEURING S, MÜLLER M. From A Literature review to A Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management[J]. Journal of Cleaner Production, 2008, 16: 1699— 1710.

[3] BENJAUFAR S, LI Y Z, DASHIN M. Carbon Footprint and the Management of Supply Chains: Insights From Simple Models[J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2013, 10(1): 99— 117.

[4] HOEN K, TAN T, FRANSOO J, et al. Effect of Car-

- bon Emission Regulations on Transport Mode Selection Under Stochastic Demand[R] . Working Paper, School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology, 2011.
- [5] HOEN K, TAN T, FRANSOO J, et al. Effect of Carbon Emission Regulations on Transport Mode Selection in Supply Chains[R] . Working Paper, School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology, 2010.
- [6] HOEN K, TAN T, FRANSOO J, et al. Switching Transport Modes to Meet Voluntary Carbon Emission Target[R] . Working Paper, School of Industrial Engineering, Eindhoven University of Technology, 2011.
- [7] CHOLETTIS S, VENKAT K. The Energy and Carbon Intensity of Wine Distribution: A Study of Logistical Options for Delivering Wine to Consumers[J] . Journal of Cleaner Production, 2009, 17(16): 1401—1413.
- [8] DIABAT A, SIMCHI-LEVI D. A Carbon-Capped Supply Chain Network Problem[C] // IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009: 523—527.
- [9] RAMUDHIN A, CHAABANE A, KHAROUNE M, et al. Carbon Market Sensitive Green Supply Chain Network Design[C] // Industrial Engineering and Engineering Management, 2008: 1093—1097.
- [10] RAM UDHIN A, CHAABANE A, KHAROUN M, et al. Design of Sustainable Supply Chains Under the Emission Trading Scheme[J] . Int. J. Production Economics, 2012, 135: 37—49.
- [11] CACHON G. Carbon Footprint and the Management of Supply Chains[C] // The Informs Annual Meeting, San Diego, 2009.
- [12] CACHON G. Supply Chain Design and the Cost of Greenhouse Gas Emissions[R] . Working Paper, University of Pennsylvania, 2011.
- [13] DU S, MA F, FU Z, et al. Game-Theoretic Analysis for An Emission-Dependent Supply Chain in A “cap-and-trade” System[J] . Annals of Operations Research, 2011.
- [14] BENJAAFAR S, LI Y, DASKIN M. Carbon Footprint and the Management of Supply Chains: Insights from Simple Models[R] . Working Paper, 2010.
- [15] CHEN X, BENJAAFAR S, ELOMRI A. The Carbon-Constrained EOQ[J] . Operations Research Letters, 2013, 41(2): 172—179.
- [16] ABDALLAH T, DIABAT A, SIMCHI-LEVI D. A Carbon Sensitive Supply Chain Network Problem with Green Procurement[C] // Proceedings of the 40th International Conference on Computers and Industrial Engineering, 2010: 1—6.
- [17] 国务院发展研究中心课题组. 全球温室气体减排: 理论框架和解决方案[J] . 经济研究, 2009, (3): 4—13.
- [18] SUNDARAKANI B, SOUZA R D, GOH M, et al. Modeling Carbon Footprints across the Supply Chain[J] . International Journal of Production Economics, 2010, 128(1): 43—50.
- [19] KESKIN N, PLAMBECK E. Greenhouse Gas Emissions Accounting: Allocating Emissions from Processes to Co-Products[R] . Working Paper, Stanford, 2011.
- [20] CARO F, CORBETT C, TAN T, et al. Carbon-Optimal and Carbon-Neutral Supply Chains[R] . Working Paper, Anderson Graduate School of Management-Decision Operations and Technology Management, UC Los Angeles, 2011.
- [21] Braithwaite A, Knivett D. Evaluating a Supply Chain's Carbon Footprint[J] . Logistics & Transport Focus, 2009, 11(1): 18—22.
- [22] LAM H L, VARBANOV P, KLEME J. Minimizing Carbon Footprint of Regional Biomass Supply Chains[J] . Conservation & Recycling, 2010, 54 (5): 303—309.
- [23] 付秋芳, 忻莉燕, 马健英. 制造业供应链多阶碳足迹的构成研究——基于珠三角经济区 31 家制造企业[J] . 战略决策研究, 2012, (6): 72—80.
- [24] 刘慧, 戴锋, 吴松涛. 军事决策方案首选机制的熵权决策分析法[J] . 情报杂志, 2003, (5): 62—63.

(责任编辑: 张雅秋)