

# 基于主成分分析的我国物流业低碳化发展路径

段向云, 张英华

(天津财经大学 商学院, 天津 300222)

摘 要: 在探讨低碳物流发展的基础上, 采用主成分分析法提炼出发展低碳物流的主成分影响因素, 分析和研究了我国发展低碳物流的路径, 并具体提出了实施对策。

关键词: 主成分分析; 低碳物流; 发展路径; 物流能源效率; 物流能源结构; 碳汇

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.22.023

中图分类号: F252

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)22-0096-04

## 0 引言

发展低碳经济、构建低碳理念已开始融入我国社会经济发展的主线<sup>[1]</sup>。国内对低碳的研究方兴未艾, 但研究层面尚处在介绍国外发展低碳经济的经验、初步探讨我国发展低碳经济的途径与潜力等方面, 不仅研究深度亟待提升, 而且研究广度, 如对具体行业、企业等个体的低碳化研究也需加强, 目前低碳物流还鲜有研究。众所周知, 我国物流业已被国家确定为十大振兴产业之一, 然而物流业是仅次于制造业的第二大油品消费行业, 油品的高消耗量和气体排放量使物流业必然成为节能减排的重点行业。面对既要实现绿色物流目标, 又要避免国际物流市场的贸易保护壁垒, 我国物流业将面临一场新的革命, 具体反映为在不影响我国物流业振兴发展的前提下, 如何尽可能最大限度地减少碳排放量?

基于以上思考, 本文在探讨影响低碳物流发展的因素基础上, 采用主成分分析法提炼出主成分影响因素, 并研究了我国发展低碳物流的路径, 最后基于路径分析提供了实现低碳物流的对策。

## 1 我国发展低碳物流的主成分影响因素分析

在满足经济发展需求的前提下, 实现低能耗、低污染、低排放是物流业低碳化的必然表现。本文认为影响我国物流业低碳化发展的因素有: 能源结构、产业发展水平、能源效率、基础设施状况、发展速度、经济规模扩张对物流需求的增长、科技进步水平以及碳汇能力等。

以上影响因素用指标可以表示为: X1 为物流油料能源消耗占物流能源消耗总量的比重、X2 为单位物流增加值的能耗、X3 为物流总费用占 GDP 的比值、X4 为我国森林面积、X5 为森林覆盖率、X6 为物流业固定资产投资、X7 为

运输路线长度、X8 为单位 GDP 的物流需求系数、X9 为物流业增加值同比增长, X10 为研发经费占 GDP 比重。具体指标数值根据相关年度的《中国统计年鉴》、《中国物流年鉴》以及国家发展改革委、国家统计局、中国物流与采购联合会联合公布的《全国物流运行情况通报》中的相关数据整理和计算。

考虑到数据的可得性, 本文主要统计了上述指标在 2004—2008 年的数据, 利用 SPSS15.0 对影响因素进行了主成分分析, 具体分析如下:

### 1.1 公共因子方差分析

表 1 公共因子方差分析

	Initial	Extraction
X1	1.000	0.990
X2	1.000	0.953
X3	1.000	0.965
X4	1.000	0.994
X5	1.000	0.994
X6	1.000	0.991
X7	1.000	0.992
X8	1.000	0.996
X9	1.000	0.950
X10	1.000	0.999

表 1 中的公共因子方差给出了该次分析从每个原始变量中提取的信息。一般要求, 主成分至少提供原始变量 85% 以上的信息才符合要求。在此次分析中提取的公共因子方差均在 95% 以上, 表明各原始变量信息均被主成分很好地提取出来, 可信度比较高。

### 1.2 总方差分析

从表 2 来看, 前 3 个因子的特征根分别为 6.398、2.124、1.302, 特征根均大于 1, 分别解释了原始变量总方差的 63.975%、21.243% 和 13.023%, 因子贡献占总方差的比例达 98.242%, 较全面地反映了原始数据的绝大部分信息。根据主成分特征根大于 1 和主成分累计贡献率大于等于 85% 的原则, 提取 3 个主成分分析比较合适, 即通过对影响我

收稿日期: 2010-08-20

作者简介: 段向云(1980-), 女, 河南洛阳人, 天津财经大学商学院博士研究生, 研究方向为运营管理; 张英华(1950-), 男, 天津人, 天津财经大学商学院院长, 教授, 博士生导师, 研究方向为管理创新与运营管理

国物流业低碳化发展因素的提炼, 可以提取 3 个主成分影响因素。

表 2 总方差解释

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative(%)	Total	% of Variance	Cumulative(%)
1	6.398	63.975	63.975	6.398	63.975	63.975
2	2.124	21.243	85.218	2.124	21.243	85.218
3	1.302	13.023	98.242	1.302	13.023	98.242
4	0.176	1.758	100.000			
5	4.67E-016	4.67E-015	100.000			
6	2.10E-016	2.10E-015	100.000			
7	1.57E-016	1.57E-015	100.000			
8	1.66E-017	1.66E-016	100.000			
9	-6.98E-017	-6.98E-016	100.000			
10	-1.64E-016	-1.64E-015	100.000			

表 3 主成分载荷矩阵

	Component		
	1	2	3
X1	0.990	-0.099	0.021
X2	-0.553	0.770	0.233
X3	-0.800	0.571	-8.51E-005
X4	0.718	0.380	-0.579
X5	0.718	0.380	-0.579
X6	0.993	0.071	0.002
X7	0.935	-0.339	0.045
X8	0.686	0.519	0.506
X9	0.788	-0.200	0.537
X10	0.700	0.691	0.176

### 1.3 主成分分析

表 3 中, 第一主成分主要由变量 X1、X3、X6 和 X7 决定, 4 个变量的载荷较大, 与第一主成分的相关系数较高; 第二主成分在 X2 的载荷较大, 与第二主成分相关程度较高; 变量 X4 和 X5 在第三主成分上的载荷较大, 与第三主成分关系密切。从另一角度讲, 第一主成分主要包括物流油料能源消耗占物流能源消耗量的比重(X1)、物流总费用占 GDP

的比值(X3)、物流业固定资产投资(X6)、运输路线长度(X7), 反映的是物流业的能源结构和发展状况对物流业低碳化发展的影响; 第二主成分主要包括单位物流增加值的能耗(X2), 反映的是物流能耗效率对物流业低碳化发展的影响; 第三主成分主要包括我国森林面积(X4)和森林覆盖率(X5), 反映的是碳汇能力对物流业低碳化发展的影响。综合上述分析, 我国物流业低碳化的主成分影响因素包括: 能源结构和产业效率、产业自身发展状况和碳汇能力。

## 2 我国发展低碳物流的路径

基于主成分影响因素的分析, 我们发现要实现物流业低碳化发展, 不仅要在能源结构、能源效率以及自身发展水平等内源式发展上做文章, 而且要把发挥碳汇能力等外延式发展作为工作的重点, 也即内源式发展和外延式发展齐头并进, 具体路径如图 1 所示:

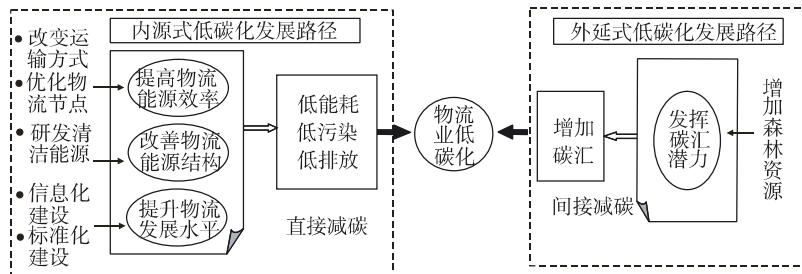


图 1 我国物流业低碳化发展路径

(1)提高物流能源效率, 实现低能耗。能效的高低决定了能耗的大小, 提高能效可以从源头上控制碳源。我国物流需求随着经济的快速发展而急剧上升, 物流业的能源消耗量与经济增长速度、物流规模扩张也呈正相关变化。仅 2004—2008 年 5 年间, 物流能源消耗从 2004 年的 15 104 万 t 标准煤上升至 2008 年的 22 088 万 t 标准煤, 增速达 46.24%, 年均增长速度为 9.25%, 而同期物流业增加值的年均增长速度为 13.86%, 能耗增速仅略低于产值增速的 4.61%。探究导致我国物流业高能耗的根源, 主要在于我国物流运输方式落后、物流节点的优化程度不高。目前我国物流基本依赖于汽车公路运输, 从节能角度来看, 长距离的公路运输并不是经济环保的运输方式; 相比而言, 铁路在中、长距离大宗货运中具有较大优势, 公路在高附加值商品以及短途货运中具有机动灵活、时效高的优势, 水路运输在大宗和散装货物中优点显著, 而航空运输则适于大

中城市间长距离的旅客运输。同时, 由于车站、港口、物流园区和仓储地物流节点的设置欠缺合理化, 导致重复运输、交错运输以及无效运输等不合理运输现象普遍存在, 铁路、公路货运空载率长年居高不下, 这都进一步加剧了物流业的高能耗。因此, 物流业亟待提高能源效率, 这既有助于实现物流的低碳化, 又能够有力地促进低碳经济的发展。

(2)改善物流能源结构, 做到低排放。改善能源结构, 可以最大可能地减少碳源。与运输方式相匹配, 我国物流业的能源消耗以油料等非再生能源为主, 近 5 年的油料消耗量占物流能源消耗总量的比重在 60%上下波动, 油料消耗又以柴油和汽油高污染型能源为主, 柴油和汽油消耗量占全国柴油和汽油消耗量的比例均高达 50%以上, 物流业已成为名符其实的“油老虎”行业。高污染能源消耗势必加大温室气体和大气污染排放, 因此物流业要实现低排放,

调整和优化能源结构是其与环境、经济协调发展的客观需要和战略要求。改善物流业能源结构,需要逐步建立低碳的能源系统,创新发展可再生能源技术、节能减排技术,同时加快低碳科研成果向现实生产力的转化,实现能源的多元化和清洁化发展<sup>[2]</sup>,共同推动物流业低碳化发展,而这些都依赖于科技实力的提高。未来需要加大低碳科研投入,依靠低碳科技进步推进核电、水力、风力、太阳能等可再生、清洁型能源的研发,同时开发节能高效、有替代能源的运输工具;减少甚至替代高污染能源,使用清洁型、可再生能源,物流能源结构的改善对物流业必然产生新的革命。

(3)提升物流业发展水平,力求低污染。产业发展水平的提高,有利于降低碳排放量。与国外发达国家的物流业相比,我国物流业发展起步较晚,产业增长模式尚处于高投入、高消耗的粗放发展阶段。目前由于尚未形成标准化体系,影响了物流网络节点、设施、器具等的合理应用,突出问题有:运输方式间由于装备标准的不兼容性,影响了我国综合运输的发展;物流器具标准不配套,严重影响了货物在运输、仓储、搬运过程中的机械化、自动化水平的提高;物流包装标准与物流设施标准间存在缺口,严重影响了运输工具的装载率、装卸设备的载荷率以及仓储设施的空间利用率等。同时受规模和实力限制,物流企业无法在全国建立物流运作网络和信息网络,全球物流网络更是无从谈起,物流网络和信息化建设的滞后直接造成了我国物流业的服务内容和手段过于简单,使它们根本没有能力全面开展物流信息服务、订单管理、库存管理、物流成本控制、物流方案设计以及供应链管理以物流管理软件为基础的物流增值服务。物流业的信息化和标准化程度直接影响了我国物流业的发展水平<sup>[3]</sup>,并且由于整体发展水平不高,使物流企业根本无力顾及碳污染、碳处理等问题,这样直接影响了物流业的低碳化发展。降低碳污染,推进物流业信息化和标准化建设,提升物流业的发展水平,势在必行。

(4)发挥碳汇潜力,增加碳汇。如果说以上渠道是实现我国物流业低碳化发展的内源式路径,那么发挥碳汇能力则属于外延式路径。内源式发展路径主要针对我国物流业的自身状况和特点,采用减法战略控制碳源、通过节能减排降低碳排放量,而外延式发展路径则是根据森林生态系统的功能和原理,采用加法战略——通过增加碳汇方式,增加森林生态系统的碳贮量和碳吸收,以达到间接减碳目的。森林碳汇具有工业减排不可比拟的优势,如成本低、综合效益好,可以有效地吸收和减少CO<sub>2</sub>。发挥森林在减排中的作用和优势已成为国际社会的共识,据第七次全国森林资源清查结果显示,目前我国森林面积为19 545.22万ha<sup>2</sup>,森林覆盖率达20.36%;中国林科院根据清查结果和森林生态定位监测结果进行评估,认为我国森林生态系统年吸收大气污染物0.32亿t,森林植被总碳储量达78.11亿t,仅固碳释氧、涵养水源、保育土壤、净化大气环境、积累营养物质及生物多样性保护6项生态服务功能的年价值高达

10.01万亿元<sup>[4]</sup>,大致相当于目前我国年GDP值的1/3。未来随着森林数量和质量的提高,碳汇林的大力培育以及森林资源保护和合理利用的加强,森林生态系统的整体固碳能力还会进一步增强,为我国低碳物流和低碳经济的实现发挥重要作用。

### 3 我国发展低碳物流的对策

通过对我国物流业低碳化发展路径的分析,我们发现,要实现低碳化发展,既需要选择环保节能和经济的运输方式,依靠完善高效的物流网络、信息化智能物流技术等软硬件的支撑来优化物流运力结构、降低物流单位能耗和提高物流效率的直接减碳对策,又需要发挥森林碳汇的间接减碳策略。具体来说,低碳化对策主要有:

(1)建立综合运输体系,发挥多式联运优势,降低能耗。相对于单一运输方式,综合运输体系是把公路、铁路、水路、航空等各种运输方式有机联系在一起,并交织成一个安全、节约、高效和环保的完整便捷系统。通过多种运输方式的分工协作,形成效率更高、效益更好的,运输能力及各种运输方式能够各尽其长的运输系统。综合运输体系的建立,需要政府和物流企业进行统筹规划和优化资源组合,完善综合运输网络布局,同时加强各种运输方式的有效衔接和配套,使铁路、港口码头、机场及公路实现“无缝对接”,以充分发挥多式联运优势,从而降低能耗。

(2)提高物流业信息化程度,促进节能减排。我国物流业信息化程度普遍不高影响了物流业的发展水平,增大了物流能源消耗和碳排放量,因此需要提高物流业的信息化水平。目前要改变这一现状,需要物流企业运用现代信息技术,如条形码、智能标签、商品辨识系统、物流管理信息系统、物流信息跟踪系统等,在运输、仓储、包装等物流环节以及物流运作模式方面优化物流管理。物流信息化程度的不断提升将提高物流运输工具的实载率和仓储设施利用率,优化运输路径和搬运装卸系统,必然带来物流成本的节约、物流管理效率和水平的全面提高,从而促进物流业的节能减排。

(3)推进物流业标准化建设,提高物流运营效率,减少碳污染。物流是一项跨行业、跨地区,甚至跨国界的系统工程,只有在规范的市场秩序、完善的物流管理及技术标准引导下,才有可能提高物流企业的运营效率。物流标准化已成为实现物流管理现代化的重要手段、保证物流产品质量的体系保证、提高物流效益的有效措施以及进军国际物流市场的通行证。我国物流业的标准化工作相对滞后,影响了物流运营效率,增大了污染物排放量。要提高物流运营效率、减少碳污染,必须推进物流标准化建设,而它需要政府部门、行业协会、物流企业以及相关企业的共同努力,在充分借鉴、采用国外先进物流标准的基础上,逐步形成供应链内部、行业内部、全国以及与国际接轨的物流标准化体系。

(4)提升科技实力,依靠科技推动清洁能源的研发,降低碳排放量。面对日益增长的能源需求、国际石油价格高涨的外部环境,物流业的发展将受到能源和环境的双重制

约。因此, 依靠科技进步, 积极发展核电、风电、水电等清洁优质能源和节能技术, 通过优化能源结构来解决能源与环境问题已经刻不容缓。从资源禀赋来看, 我国水力等资源蕴藏丰富, 为推进能源研发和科技进步提供了自然条件, 目前需要政府和物流企业把发展清洁能源和环境保护作为新的增长点来考虑, 增加低碳新能源的科研投入。此外还要加强与世界各国的技术交流与合作, 建立能源合作长效机制, 充分利用国内外两种资源, 优化能源结构, 协同促进能源清洁生产和循环利用, 以有效保护生态环境。

(5) 发挥政府在增加碳汇工作中的引导、调节和监管职能, 实现物流业碳循环的良性发展。政府通过加强宣传引导, 提高社会和物流企业的责任意识, 鼓励和支持社会各界“参与碳补偿, 消除碳足迹”活动, 倡导企业自愿捐资植树造林, 增加森林增汇; 加大对林业的扶持力度, 提高营造林项目的补助标准, 通过补助加快荒山荒地的造林绿化步伐, 促进碳汇林基地建设, 增加森林资源; 加强植树造林工程和森林管理活动, 通过开展以增加碳汇为目的的造

林和控制毁林活动, 提高森林数量和质量, 防止由毁林和森林退化造成的碳汇能力下降, 增加森林生态系统的碳贮量和碳吸收。此外, 政府还可以通过税收方式, 向物流高碳排放企业征收碳汇税, 将碳汇税专用于增加森林碳汇项目上, 努力增加碳汇, 推动物流业碳循环的良性发展。

参考文献:

- [ 1 ] 鲍健强 苗阳 陈峰. 低碳经济: 人类经济发展方式的新变革 [ J ]. 中国工业经济, 2008(4) : 153-160.
- [ 2 ] 莱斯特·R·布朗(美). B 模式: 拯救地球延续文明 [ M ]. 暴永宁, 林自新, 译. 北京: 东方出版社, 2003 : 67-69.
- [ 3 ] 王长琼. 面向可持续发展的绿色物流管理 [ J ]. 科技进步与对策, 2002(2) : 23-25.
- [ 4 ] 严冰 孔俊彬. 不容易啊, 20% 森林覆盖率! [ N ]. 人民日报海外版, 2009-12-05 : 3.

(责任编辑: 胡俊健)

## Research on Development Path to Domestic Low-carbonated Logistics Based on Principal Component Analysis

Duan Xiangyun, Zhang Yinghua

(Commerce Department, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** Based on the study of influence factor of low-carbonated Logistics, the principal component influence factors were abstracted by using Principal Component Analysis. Then, the paper has studied the development path to low-carbonated Logistics, and put forward some countermeasures.

**Key Words:** Principal Component Analysis; Low-carbonated Logistics; Development Path; Logistics Energy Efficiency; Logistics Energy Structure; Carbon Sink