

电网企业绿色供应链发展评价体系及应用场景研究

瞿恒亮¹, 胡永焕², 陈之浩², 袁一鸣¹, 董凤娜³

¹国网上海市电力公司浦东供电公司, 上海

²国网上海市电力公司, 上海

³上海久隆企业管理咨询有限公司, 上海

收稿日期: 2022年11月3日; 录用日期: 2022年11月14日; 发布日期: 2022年12月27日

摘要

本文落实国家“碳达峰、碳中和”战略部署, 以绿色发展内涵特征为指引, 围绕业务线上化、供应低碳化、资源高效化、采购绿色化、制造洁净化、产业去碳化等维度, 充分考虑供应链碳盘查、供应商绿色能力等指标需求, 设计绿色发展评价指标, 运用层次分析法分配指标权重, 从而构建供应链绿色发展评价框架体系, 并依托ESC平台实用化工具, 建立供应商画像、绿色采购评审、供应商评价等应用场景, 全面促进业务供应链绿色转型, 服务社会去碳化。

关键词

绿色供应链, 绿色发展评价, 碳盘查, 绿色能力

Research on Evaluation System and Application Scenario of Green Supply Chain Development for Power Grid Enterprise

Hengliang Qu¹, Yonghuan Hu², Zhihao Chen², Yiming Yuan¹, Fengna Dong³

¹State Grid Shanghai Electric Power Company Pudong Power Supply Company, Shanghai

²State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

³Shanghai Jiulong Management Consulting Co., Ltd., Shanghai

Received: Nov. 3rd, 2022; accepted: Nov. 14th, 2022; published: Dec. 27th, 2022

Abstract

The paper implements the national strategic plan of “Carbon Peak, Carbon Neutralization”, guided by the connotation and characteristics of green development, which centers on the dimensions of online business, low-carbon supply, efficient resources, green procurement, clean manufacturing and decarbonization of industry, and fully considers the indicators of carbon inventory in supply chain and green capability of suppliers. The analytic hierarchy process is used to allocate the index weight, so as to construct the evaluation framework system of green development of supply chain, and relying on the practical tools of ESC platform, the application scenarios of supplier portrait, green procurement evaluation, and supplier evaluation are established to promote the green transformation of business supply chain and serve the decarbonization of society.

Keywords

Green Supply Chain, Green Development Evaluation, Carbon Inventory, Green Capability

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着数字化、自动化技术的广泛应用，绿色化、减量化、标准化成为企业发展方向[1] [2]。《国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》和商务部等八部门联合印发的《关于开展供应链创新与应用试点的通知》，都将“构建绿色供应链”列为重点任务，整合上下游供应链伙伴共同推进绿色环保实践[3] [4] [5]。电网企业是服务双碳的重点环节，其供应链运营关联外部企业业务，为推动内部运营绿色减碳，引领供应链上下游共同减碳，势必需要建立电网企业供应链绿色发展评价体系，科学有效评估供应链内外协同减碳成效，明确供应链上下游绿色发展要素，挖掘供应链绿色发展水平及去碳潜力，从而制定精准的绿色减碳策略，促进电网企业供应链绿色转型高质量发展。

2. 背景和意义

我国提出“碳达峰、碳中和”目标，亟需加快能源转型，清洁电力应用将成为趋势，研究构建绿色供应链管理是保障能源行业实现绿色低碳转型的重要手段。电网企业贯彻落实“双碳”相关工作要求，将绿色发展理念融入供应链管理各个业务环节中，在节能设备采购、绿色物流、绿色供应商管理、业务智慧运营等方面积极探索实践，取得了一定绿色转型的实施成效，推动供应链绿色转型发展。

为加快推进供应链绿色低碳转型，不断提升供应链减碳成效，电网企业亟待建立一套基于“双碳”目标的绿色供应链发展指数评价模型及评价实施方案，定期评估供应链去碳减排实施成效，掌握物资供应链绿色发展水平，准确锁定优化升级的方向，既助力电网企业迈向绿色低碳未来时，又推动物资供应链管理水平再升级。同时，基于绿色供应链发展指数评价模型及评价实施方案，以现代智慧供应链业务运营为优化重点，探索产业链供应链绿色转型路径，提升电力行业产业链供应链去碳化、数字化、智能化的特性，带动产业链供应链上下游绿色减碳，进一步推动产业链供应链绿色可持续发展，引领和促进产业链供应链低碳转型及高质量发展，服务国家“双碳”目标。

3. 理论和案例研究

1) 绿色供应链管理理论

美国密歇根州立大学在 1996 年“环境负责制造(ERM)”的研究中，首次提出绿色供应链是综合考虑环境影响和资源效率的供应链管理新模式，融合绿色制造理论和供应链管理技术，降低产品全生命周期对环境的影响，提升资源利用效率。同时，绿色供应链管理依托上下游企业间的供应关系，以核心企业为支点，主要通过绿色供应商管理、绿色采购等工作，带动整个供应链持续提升绿色绩效[6] [7] [8]。

2) 华为绿色供应链管理模式

华为公司发布《2013 年华为可持续发展报告》中明确提出“绿色供应链计划”。对产品进行全生命周期管理，建立循环型经济商业模式。围绕构建绿色供应链管理机构、推行绿色采购、制定绿色供应商管理机制等维度，开展工作部署并构成评价体系，努力实现资源的可持续利用、公司的可持续发展。详见图 1 所示。



Figure 1. Huawei's green supply chain management model

图 1. 华为公司绿色供应链管理模式

3) 理论案例研究小结

通过对绿色供应链理论的研究，绿色供应链管理将产品生命周期各业务升级转型成绿色低碳运营新模式，建立绿色标准选择优质伙伴。结合物资供应链运营特点，运用绿色供应链设置指标评价体系，精准评估绿色供应链能力提升水平，开展绿色供应链评价标准建设；通过对华为公司案例的研究，在绿色供应链管理上融合绿色发展新思路，建立多维度的绿色评价体系，强化供应链绿色发展提升能力，结合物资供应链特征进行对比借鉴，为构建绿色供应链发展评价体系的方法带来了启示。

4. 面临的挑战和问题

电网企业供应链绿色发展至今，通过诸多绿色减碳措施，实现供应链运营部分环节绿色转型升级，但电网企业尚未全面对已取得初步成效进行精准评估，从而排摸供应链绿色发展水平，难以较短时间内制定业务绿色转型策略和措施，产生绿色效益集聚规模。主要问题包括：

1) 有待建立供应链碳盘查监测指标

“双碳”目标背景下，开展碳盘查已成为供应链绿色发展必不可少的重点工作。随着供应链碳盘查

相关工作的开展，全链环节逐步显现碳盘查带动减排举措实施的成效，但是碳盘查尚未构成监测指标，不利于解析供应链减排成效的变化趋势。因此，供应链绿色发展评价体系融入碳盘查监测指标成为必然，亟待评估绿色发展碳排放水平，结合新趋势和电网企业战略，指引供应链运营绿色发展方向。

2) 有待构建上游企业绿色能力指标

上游企业产品与电网企业绿色采购策略强关联，供应链绿色发展势必着眼源头，通过外部协同促进产品生命周期绿色转型，推动上游企业运营管理整体绿色转型，实现产业链共同绿色发展，但对于产品生命周期的碳排放管理，供应链绿色管理体系尚未构建供应商绿色转型评估指标，从而难以推动运营管理绿色发展。

由此可知，供应链绿色发展需内外协同互助，形成绿色发展双循环作用，激发内部运营绿色减碳，促进外部产品绿色转型，其基础支撑在于构建供应链绿色发展评价体系，对全链环节全面系统评估，探索供应链绿色发展新提升点。

5. 建立体系框架设计

针对供应链绿色发展遇到的问题，其首要任务是建立供应链绿色发展评价体系，融合碳排放测算和供应商绿色评价的绿色要素，围绕业务线上化、供应低碳化、资源高效化、采购绿色化、制造洁净化、产业去碳化等维度开展评价指标设计，并设置各个指标的权重分配，从而形成供应链绿色发展评价框架体系。

首先，供应链绿色发展评价指标设计，包括6项一级指标、25项二级指标，突显供应链绿色发展去碳化、数字化、智能化的内涵特征。针对供应链碳盘查监测指标缺失问题，在产业去碳化维度下设置内部运营减排贡献量、外部服务去碳贡献量等指标，监测供应链减排举措成效；在制造洁净化维度下设置供应商碳足迹追踪执行等指标，监测供应商产品碳足迹变化。针对上游企业绿色能力指标缺失问题，在采购绿色化维度下设置节能产品采购增长率、节能产品检测合格率、节能品类技术规范覆盖率等指标，评估节能环保产品入网的成效；在制造洁净化维度下设置绿色供应商规模增长率、供应商业务协同覆盖率、供应商绿色制造水平、物流绿色作业水平等指标，评估上游企业制造环节绿色管理能力。评价指标见表1所示。

Table 1. Evaluation form for green development of supply chain

表 1. 供应链绿色发展评价表

序号	评价维度	评价说明	评价指标
1			计划线上审查执行率
2			供应商线上投标普及率
3	业务线上化	评估现代智慧供应链平台推动业务线上迁移，引导业务集约化发展，在降低活动排放、提升环境效益等方面的带动效应。	供应商线上签约普及率
4			供应商线上结算普及率
5			设备在线监造普及率
6			废旧线上拍卖普及率
7			到货验收及时率
8	供应低碳化	评估供应链通过数智技术提高物资供应效率，反映供应链履约供应低碳化水平。	绿色仓库改造率
9			物流配送精准率
10			物流配送清洁率

Continued

11	资源高效化	评估供应链通过设施改造、成本压降等措施实现绿色降碳，反映供应链软硬件绿色转型产生的效益。	全链运营成本压降率
12			废旧物资处置执行率
13			物资调配利用执行率
14	采购绿色化	评估供应链促进采购绿色产品，反映物资供应链对保护资源的推动作用。	节能产品采购增长率
15			节能产品检测合格率
16			节能品类技术规范覆盖率
17	制造洁净化	评估供应链协同供应商业绿色数智转型实施情况，反映业务数据支撑对供应商绿色转化的促进作用。	绿色供应商规模增长率
18			供应商业协同覆盖率
19			供应商碳足迹追踪执行
20			供应商绿色制造水平
21			物流绿色作业水平
22	产业去碳化	评估供应链管理减排与服务社会去碳成效，反映物资供应链绿色发展水平。	供应商减碳实施规模
23			供应商环保信息披露
24			内部运营减排贡献量
25			外部服务去碳贡献量

其次，测算各个指标的权重占比，依照 AHP 层次分析法，构建一级、二级指标判断矩阵，组织专家对判断矩阵用 1~9 标度进行重要度评分，标度值越大，代表重要度越高。以一级指标的判断矩阵为例见表 2 所示。

Table 2. Primary index judgment matrix

表 2. 一级指标判断矩阵

一级指标	业务线上化	供应低碳化	资源高效化	采购绿色化	制造洁净化	产业去碳化
业务线上化	1.00	0.95	1.19	0.95	0.95	1.19
供应低碳化	1.05	1.00	1.26	1.00	1.00	1.26
资源高效化	0.84	0.79	1.00	0.79	0.79	1.00
采购绿色化	1.05	1.00	1.26	1.00	1.00	1.26
制造洁净化	1.05	1.00	1.26	1.00	1.00	1.26
产业去碳化	0.84	0.79	0.79	1.00	0.79	1.00

从上述判断矩阵中可以发现，业务线上化与供应低碳化、采购绿色化、制造洁净化相比稍弱，比资源高效化、产业在去碳化稍微重要。

接着，采用判断矩阵数值计算各指标权数。通过排序原理，得到各行的几何平均数，然后计算指标的权数。计算公式 1 如下：

$$\bar{a} = \sqrt{a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{im}} = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m a_{ij}} \tag{1}$$

随后对指标权数进行一致性检验。计算判断矩阵的随机一致性比率：

$$CR = \frac{CI}{RI} \leq 0.1 \quad (2)$$

式(2)中 RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标，根据判断矩阵中指标个数查表 3 取值。当 $CR < 0.1$ 时，判断矩阵满足要求，构造的综合评价指标权数合理。

Table 3. Value of average random consistency index RI

表 3. 平均随机一致性指标 RI 取值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46

完成上述步骤之后，绿色供应链发展评价各指标都获得权重系数，以一级指标权重为例如表 4 所示：

Table 4. Level 1 indicator weight settings

表 4. 一级指标权重设置

一级指标	业务线上化	供应低碳化	资源高效化	采购绿色化	制造洁净化	产业去碳化
权重	17%	18%	14%	18%	18%	14%

最后，得到完整的绿色供应链发展评价框架体系，以便后续收集评价材料，用于电网企业精准评估绿色供应链发展水平，挖掘业务降碳空间，鼓励绿色减碳行动，提升供应链上游企业绿色管理能力，带动产业链上下游共同绿色转型。

6. 构建体系应用场景

在明确供应链绿色发展评价应用标准的基础上，为解决供应链碳盘查指标、上游企业绿色能力指标的数据采集问题。利用信息技术，以开发实用化应用工具将指数模型部署至 ESC 平台，推动常态化绿色发展评价。应用场景(详见图 2)包括：

供应商画像：将绿色供应商评价结果应用于供应商画像场景中，根据评价内容和指标给供应商设计一系列绿色标签，可以增加供应商画像的维度，扩展供应商画像内容，使供应商整体画像更加准确、充实。

绿色采购评审：将绿色评价结果应用于电网企业后续招标采购活动中。在供应商同等资质水平条件下，有利于招标人优选绿色水平高的供应商，采购能耗低、环境污染小的绿色装备，构建新型电网，提高电力系统绿色水平。

供应商评价：将绿色供应商评价应用于供应商评价工作中，在原有评价内容的基础上增加绿色评价内容，丰富了供应商评价内容，评价结果更加接近实际情况。供应商也可根据评价结果找差距，并采取一系列低碳环保措施来提高自身绿色水平，促使行业绿色水平整体提升。

行业对标：电力行业物资供应商规模庞大，电网企业开展绿色供应商管理和评价工作，势必会引导绝大多数供应商对战略目标、管理体系、生产发运等物资全寿命周期中各环节进行改造提升，达到行业整体水平的提升。通过横向与其他行业的对标，找出与先进行业的差距和不足，进而改进提升，对于一些未开始绿色供应商管理和评价或绿色水平较低的行业，也会起到良好的示范作用。

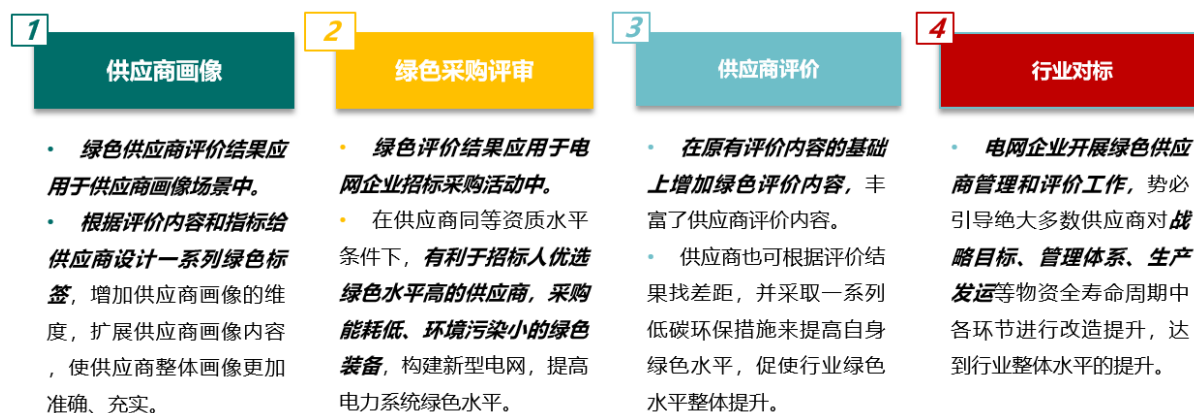


Figure 2. Application scenario of green supply chain development evaluation system
图 2. 绿色供应链发展评价体系应用场景

7. 总结

通过构建供应链绿色发展评价体系，有机融合供应链绿色发展的去碳化、数字化、智能化内涵特征，围绕业务线上化、供应低碳化、资源高效化、采购绿色化、制造洁净化、产业去碳化等六个维度，制定绿色评价标准和权重分配，依托 ESC 平台实用化工具，结合信息化技术手段，建立供应商画像、绿色采购评审、供应商评价、行业对标等实际应用场景，全面促进业务绿色转型，加快减碳行动步伐，推动产业链上下游企业共同绿色发展。

参考文献

- [1] 连捷. 基于供应链管理的绿色物流发展路径探析[J]. 商业经济研究, 2021(9): 94-96.
- [2] 江怡洒, 冯泰文. 绿色供应链整合: 研究述评与展望[J]. 外国经济与管理, 2022, 44(6): 135-152.
- [3] 曹洪军, 陈泽文. 内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应——高管环保意识的调节作用[J]. 南开管理评论, 2017, 20(6): 95-103.
- [4] 陈秋俊, 贾涛, 王能民, 等. 制度压力对绿色供应链管理实践的影响研究——创新能力的调节作用[J]. 工业工程与管理, 2021, 26(3): 40-47.
- [5] 刘军军, 冯云婷, 朱庆华. 可持续运营管理研究趋势和展望[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(8): 1996-2007.
- [6] 毛涛. 碳达峰碳中和背景下绿色供应链管理的新趋势[J]. 华北电业, 2022(10): 76-80.
- [7] 周京. 电力企业绿色供应链管理标准体系研究[J]. 华北电业, 2022(10): 18-19.
- [8] 杨柳欣. 绿色供应链管理下供应商选择问题探讨[J]. 商展经济, 2022(21): 84-86.