

doi:10.3969/j.issn.1000-7695.2018.04.032

基于解释结构模型的风电产业价值驱动因素分析

刘吉成, 付晓旭, 何丹丹, 王刚

(华北电力大学经济与管理学院, 北京 102206)

摘要: 在分析风电产业价值链及其价值驱动因素的基础上, 设计风电产业价值链架构, 构建风电产业价值驱动因素解释结构模型, 论述各个层级之间的关系, 为风电企业实施价值管理提供理论参考。

关键词: 解释结构模型; 风电产业; 价值驱动因素; 价值链; 价值增值

中图分类号: F426

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2018) 04-0218-08

Analysis on Value-driven Factors of Wind Power Industry Based on ISM

Liu Jicheng, Fu Xiaoxu, He Dandan, Wang Gang

(School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Based on the analysis of the industry value chain and the value-driven factors of wind power, the structure of the wind power industry value chain is designed, and the ISM of the wind power industry value-driven factors is constructed in this paper, providing theoretical reference for wind power enterprises to implement value management.

Key words: ISM; wind power; value-driven factors; value chain; value added

风电产业链涉及到风电产业的上、中、下游各个相关环节, 包括原材料供应、零部件加工、整机组装、风电场建设、运营等活动。近年来我国风电产业发展迅速, 产业链不断趋于成熟^[1]。但是依旧存在产业链盈利模式单一、整体性不强、缺乏动态性等缺点, 造成风电产业产品单一、投资回报率低等问题的出现^[2]。因此, 引入价值链理论, 分析风电产业价值链运作机理及形成流程, 探究影响风电产业的价值驱动因素及其相互之间的关系, 研究风电产业的整体价值及竞争力提升途径就显得尤为重要。

国内外学者在风电产业链、供应链领域进行了相关研究。Vojdani^[3]等阐述了海上风电面临的威胁与挑战, 建立了海上风电场供应链网络。Stentoft^[4]等以降低海上风力发电的成本为目标, 构建了海上风电产业供应链框架。Wu^[5]等详细分析了我国风电产业面临的问题, 进一步设计了新的风电产业链模型。Zhao^[6]等在分析风电产业的基础上, 构建了风电产业供应链、技术链及价值链, 并从这三方面分别对其进行评价。Li^[7]等构建了影响风电产业链柔

性的评价指标体系并利用物元可拓模型加以论证。Yuan^[8]等通过运用供应链从利益相关者、政策的角度对风电产业进行了全面的评估。纵观国内外学者的研究, 大多集中在风电产业链、供应链领域, 极少涉及到风电价值链相关内容, 并且对风电产业价值驱动因素也还没有比较清晰的认识。为此, 探索基于价值链的风电产业价值驱动因素成为大势所趋。

风电产业价值驱动因素有主要、次要之分, 从价值链出发, 采用价值管理方法, 可以全面分析风电产业价值驱动因素, 为风电企业提升价值及核心竞争力提供理论依据。因此本文以价值链系统为出发点, 以价值管理为手段, 以解释结构模型为方法, 以实现价值增值为目标, 全方位、系统地分析风电产业价值驱动因素, 以为风电产业的快速健康发展奠定一定的理论基础。

1 风电产业价值链的构建及价值驱动因素甄选

1.1 风电产业价值链及价值驱动因素分析

风电企业的价值包括内在价值及外在价值。内在价值指风电企业现有的及未来的获利能力之和,

收稿日期: 2017-05-08, 修回日期: 2017-07-11

基金项目: 国家自然科学基金项目“智能电网运营风险元扰动与传递理论模型及其应用”(71271084), “能源互联网电力与信息深度融合的风险元传递理论模型与应用研究”(71671065)

风电企业通过一系列的活动获得最大的利润，从而使债权人、投资人的投资得到回报，企业员工的待遇得以改善。外在价值是指风电企业以用户的需求为导向，通过对生产要素进行有效的组合以最大限度地满足不同客户的需求^[9]。内在价值与外在价值相辅相成，共同构成风电企业的价值。同时，风电企业之间通过外在价值进行联系，相互交织，共同构成风电产业价值链。

推动风电产业价值增值的决策变量称为价值驱动因素，即价值影响因素。从价值链视角出发探索影响价值的关键因素及其相互作用关系，能够为风电企业实施价值管理提供可靠的理论依据，有效的

价值管理有助于风电企业创造价值，对企业的高价值活动进行战略安排，进一步提升企业竞争力。

1.2 风电产业价值链的构建

风电产业价值链由基础活动与辅助活动构成^[10]。其中从风电设备的设计、原材料供应、零部件加工、整机组装、风电场运营到风电并网一系列过程能够直接创造价值，是风电产业价值链的基础活动。每一环节中的采购、研究开发、人力资源管理及政策等构成风电产业价值链的辅助活动，是实现基础活动不可或缺的环节。基于此，本文构建的风电产业价值链如图 1 所示。

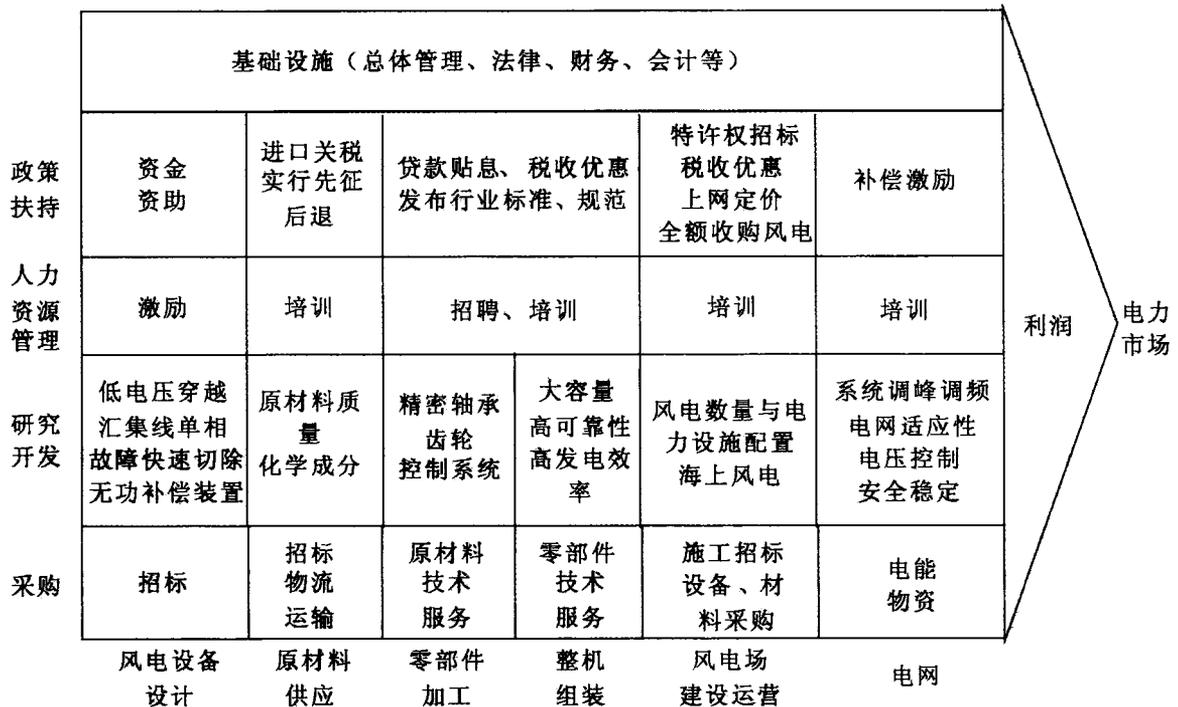


图 1 风电产业价值链

1.3 风电产业价值驱动因素甄选

在甄选风电产业价值链驱动因素时，为保证甄选因素的科学合理，要遵循全面性原则、系统性原则、可控性原则及重要性原则。

本文通过梳理相关参考文献，并结合相关专家意见，以风电产业价值链的基础活动“风电设备设计-原材料供应-零部件加工-整机组装-风电场运营-风电上网”为导向，设计出影响风电产业价值增值的 32 个因素，详见图 2 所示。

2 风电产业价值驱动因素解释结构模型

根据上述对风电产业价值驱动因素的分析，本

文利用 ISM 模型将复杂多样的风电产业机制驱动因素之间的关系层次化、清晰化。

解释结构模型（interpretation structure model, ISM）是由美国专家 J. N. 沃菲尔德为解决复杂的社会经济系统有关问题开发的^[11]。通过将人们的经验与先进的计算机技术相结合，将整体系统构建成为层次感的、多级递接的结构模型^[12]。解释结构模型将复杂的整体系统分解成若干子系统，进一步将人们认识不清的、模糊的思想转化为清晰可观的层次递接结构。而影响风电产业价值增值的因素复杂多样，因此文本利用 ISM 模型探索风电产业价值驱动因素间的层次关系，找出影响风电产业价值增值的

最关键及最根本因素。

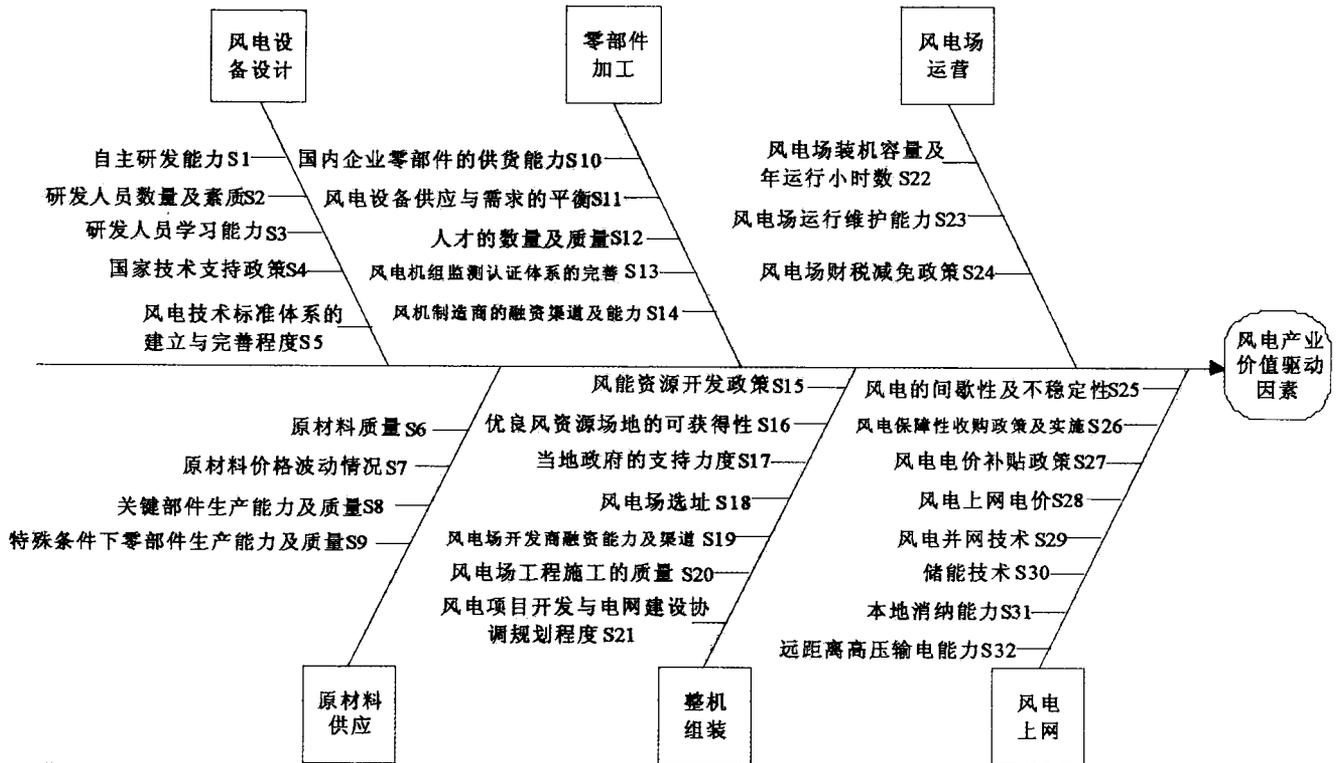


图2 风电产业价值驱动因素

2.1 建立邻阶矩阵

通过对专家小组进行问卷调查，判断风电产业价值驱动因素之间的直接影响关系，并通过以下规则生成风电产业价值驱动因素的邻接矩阵 M（由于公式编辑限制，M 矩阵中的第 32 行均为 0，未能在矩阵中表示出来）。

- (1) S_i 对 S_j 有直接影响，则 m_{ij} 取 1；
- (2) S_i 对 S_j 没有直接影响，则 m_{ij} 取 0。

2.2 求解可达矩阵及其缩减矩阵

得到邻接矩阵 M 之后，进一步求邻接矩阵 M 及单位矩阵 I 的和，并对其和进行幂运算，直至公式 (1) 成立为止，并得到正整数 n，进而求得可达矩阵 A。可达矩阵表示的是风电产业价值驱动因素之间直接和间接的关系，若 $a_{ij} = 1$ ，代表 A_i 到 A_j 之间存

在着可达的路径，即 A_i 直接或间接地影响 A_j 。

$$(M + I)^{n+1} = (M + I)^n \neq (M + I)^{n-1} \neq \dots \neq (M + I)^2 \neq (M + I)^1 \tag{1}$$

公式 (1) 是通过布尔运算法则对其进行幂指数的运算，利用 Matlab 求解此处 $n = 5$ ，进一步求得可达矩阵 A（由于公式编辑限制，矩阵 A 中的第 32 行未能在矩阵中显示出来，第 32 行中最后一个数字为 1，其余均为 0）。

由矩阵 A 可以明显地看出第 1、2、3、4 行和列，第 7、8、9、10、11 行和列，第 16、17、18 行和列对应完全相同，所以将其分别看作一个因素，分别保留第 1、7、16 行和列，同时消去第 2、3、4、8、9、10、11、17、18 行和列，在上述基础之上，进一步得出缩减的可达矩阵 R。

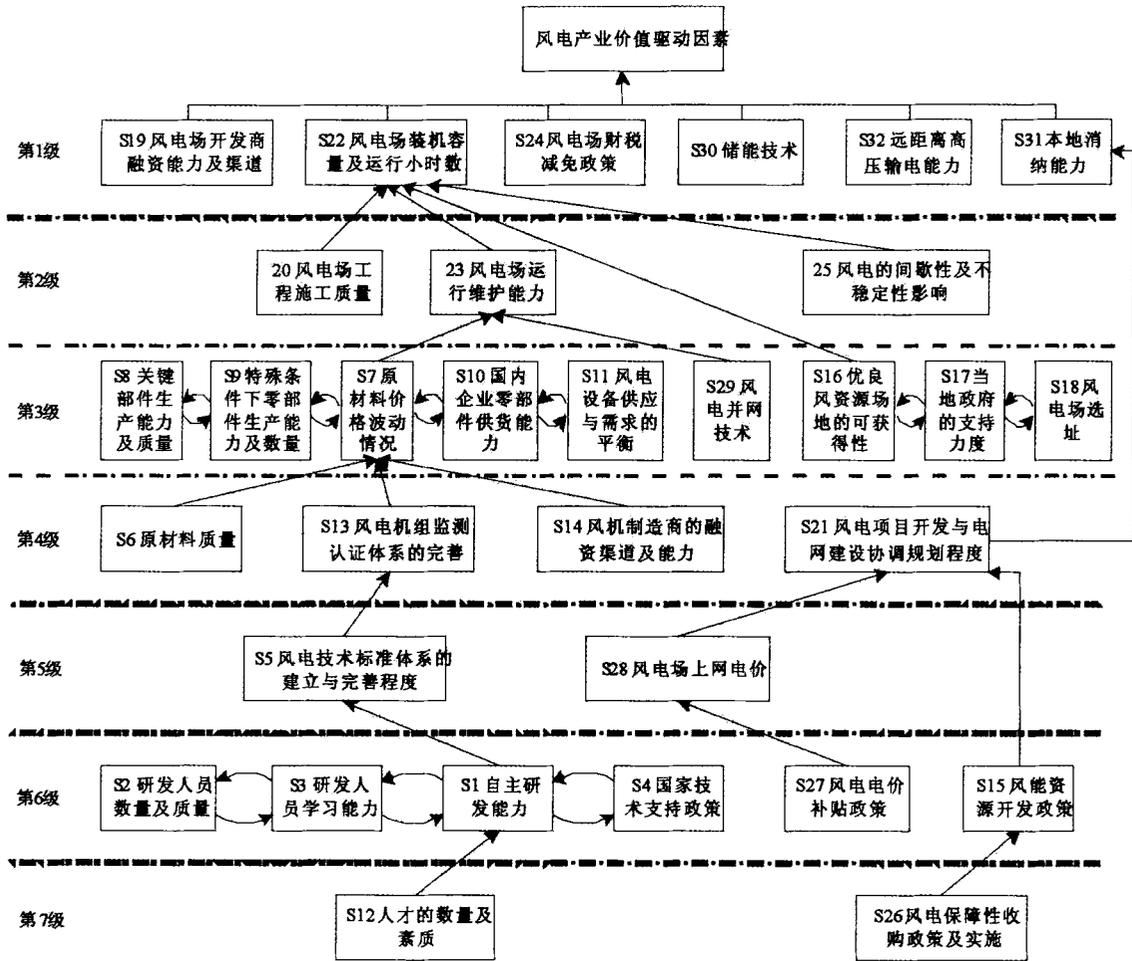


图3 风电产业价值驱动因素解释结构模型

3 解释结构模型分析

从风电产业价值驱动因素的解释结构模型可以看出，应用ISM模型对风电产业价值驱动因素进行分析有利于条理化、层次化风电产业价值驱动因素之间的复杂关系。通过观察解释结构模型可以得到以下结论：

(1) 影响风电产业价值增值的最直接因素是风电场开发商融资能力及渠道、风电场运行小时数、风电场财税减免政策、储能技术、风电本地消纳能力、远距离高压输电能力6个因素。要实现风电产业价值链的增值，除了需要国家相关政策的扶植，还与储能技术的发展及远距离电能输送能力有关。

(2) 风电场装机容量及运行小时数是风电产业价值链上风电运营商衡量其价值增值能力的主要因素，主要受风电场工程施工质量、风电场运行维护能力、风电的间歇性及不稳定性、优良风资源场地的可获得性这些因素的影响，因此提升这4个方面的能力对风电运营商价值增值及整个风电产业价值链的价值增值具有重要意义。

(3) 关键部件生产能力数量、特殊条件下零部件生产能力及数量、原材料价格波动情况、国内企业零部件供货能力及风电设备供应与需求的平衡直接影响着风电场的运行维护能力。风电企业提升关键部件生产能力及数量、特殊条件下零部件生产能力及数量对国内企业零部件供货能力的提升起到关键作用，同时在一定程度上影响着风电设备的供应与需求的平衡程度。

(4) 人才的数量及素质与风电保障性收购政策及实施时是风电产业价值增值最基础的因素，是最深层次的影响。所以国家应当鼓励技术创新，创建相应的激励机制；企业加大人才培养的指出，增强与高校及科研机构间的合作；高校应提升复合型人才及科技人才的培育意识，增强对人才的培养。另外，国家应该鼓励风电上网，加大经济政策上的支持力度。这将在很大程度上促进风电产业价值增值，进一步提升风电产业核心竞争力。

4 结论

风电产业价值增值系统复杂多样，探讨影响其价值增值因素间的关系成为必要。本文讨论了诸多风电产业价值驱动因素，阐述了各价值影响因素间的关联关系，构造了影响风电产业价值增值的解释结构模型，论述了风电产业价值驱动因素间的层次结构关系。根据模型指出加强人才培养与加强国家政策支持是实现风电产业价值增值最根本、最基础的途径。本文的研究为风电产业价值链的价值创造、价值增值提供一定的理论参考与借鉴意义。

参考文献：

- [1] ZHAO ZY, ZHU J, ZUO J. Flexibility of wind power industry chain for environmental turbulence: a matching model study [J]. *Renewable Energy*, 2015, 83 (6): 375-383.
- [2] 李从东, 洪宇翔, 汤勇力. 我国风电产业价值链全面解决方案研究 [J]. *科技进步与对策*, 2012, 29 (3): 74-79.
- [3] VOJDANI N, LOOTZ F. Designing supply chain networks for the offshore wind energy industry [J]. *International Journal of Business Performance & Supply Chain Modelling*, 2012, 4 (3/4): 271-284.
- [4] STENTOFT J, NARASIMHAN R, POULSEN T. Reducing cost of energy in the offshore wind energy industry: the promise and potential of supply chain management [J]. *International Journal of Energy Sector Management*, 2016, 10 (2): 151-171.
- [5] WU Y N, LI X Y, GAO M. Analysis of wind power industry and construction of new industrial chain model [J]. *Advanced Materials Research*, 2013, 722 (7): 121-125.
- [6] ZHAO Z Y, TIAN Y X, ZILLANTE G. Modeling and evaluation of the wind power industry chain: a China study [J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2014, 31 (2): 397-406.
- [7] LI C B, CHEN H Y, ZHU J, et al. Comprehensive assessment of flexibility of the wind power industry chain [J]. *Renewable Energy*, 2015, 74 (3): 18-26.
- [8] YUAN J H, SUN S H, SHEN J K, et al. Wind power supply chain in China [J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2014, 39 (6): 356-369.
- [9] 屈文丽. 基于价值链的文化企业价值影响因素研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2014.
- [10] PORTER M E. *Competitive advantage* [M]. Beijing: Peking University Press, 1985: 18-24.
- [11] 汪应洛. *系统工程* [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 44-45.
- [12] 尹洪英, 徐丽群, 权小锋. 基于解释结构模型的路网脆弱性影响因素分析 [J]. *软科学*, 2010, 24 (10): 122-126.
- [13] 刘家国, 姜兴贺, 赵金楼. 基于解释结构模型的供应链弹性系统研究 [J]. *系统管理学报*, 2015 (4): 617-623.

作者简介：刘吉成（1963—），男，宁夏中卫人，博士，教授，博士研究生导师，主要研究方向为电力运营与信息管理、能源互联网理论与应用、清洁能源发电及价值链；付晓旭（1983—），男，内蒙古扎鲁特旗人，博士，中级工程师，政工师，主要研究方向为电力运营与信息管理、能源互联网理论与应用、清洁能源发电及价值链；何丹丹（1991—），通信作者，女，河北保定人，硕士研究生，主要研究方向为能源互联网理论与应用、清洁能源发电及价值链；王刚（1986—），男，陕西咸阳人，博士研究生，主要研究方向为能源互联网理论与应用、清洁能源发电及价值链。