

基于FAHP的能源民生领域电网企业发展潜力评估

——以吉林省为例

鲁宇¹, 林森², 肖辉旭³, 薛斌², 张金凤²

¹国网吉林省电力有限公司经济技术研究院, 吉林 长春

²重庆大学公共管理学院, 重庆

³国网吉林省电力有限公司, 吉林 长春

Email: linsen@cqu.edu.cn

收稿日期: 2021年8月12日; 录用日期: 2021年8月26日; 发布日期: 2021年9月13日

摘要

电网企业承担着国家能源民生工程建设重任, 对其发展潜力进行客观评估有助于解决其面临的发展困境, 具有重要的实践意义。本研究运用模糊层次分析法(FAHP), 根据8位电力行业专家的评估结果建立了基于社会效益、经济效益、环境效益及技术保障四个维度的发展潜力评价体系, 用以分析电网企业在能源民生领域发展中存在的优势与不足。另外, 本研究以吉林省电网为例, 应用所构建的评价体系详细评估并分析了吉林电网在各方面的表现及其总体的发展潜力, 验证了本研究所构建的发展潜力评价体系的合理性和科学性。

关键词

发展潜力评估, 电网企业, 能源民生, 模糊层次分析法, 指标体系

Evaluation of the Development Potential of Grid Enterprises in the Field of Energy Related to People's Livelihood Based on FAHP

—Taking Jilin Province as an Example

Yu Lu¹, Sen Lin², Huixu Xiao³, Bin Xue², Jinfeng Zhang²

¹Economic Technological Research Institute of State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd., Changchun Jilin

²School of Public Affairs, Chongqing University, Chongqing

³State Grid Jilin Electric Power Co., Ltd., Changchun Jilin

Email: linsen@cqu.edu.cn

Received: Aug. 12th, 2021; accepted: Aug. 26th, 2021; published: Sep. 13th, 2021

Abstract

In the field of energy related to people's livelihood, power grid enterprises undertake the important task of the construction of national energy projects. Objective assessment of power grid enterprises' development potential will help solve the development dilemma of power grid enterprises, which has important practical significance. To comprehensively analyze the advantages and disadvantages of power grid enterprises in their development, this study establishes a development potential evaluation system including four dimensions of social benefits, economic benefits, environmental benefits, and technical support by using the fuzzy analytic hierarchy process to analyze the data from 8 related experts. In addition, the constructed evaluation system was used to evaluate and analyze the performance and the development potential of Jilin Power Grid in various aspects. The result verifies the rationality and scientificity of the development potential evaluation system.

Keywords

Development Potential Evaluation, Power Grid Enterprises, Energy Related to People's Livelihood, FAHP, Index System

Copyright © 2021 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

电网发展潜力评价的主要目的是通过定位影响电网企业可持续发展的关键因素，明晰电网企业的发展现状，从而剖析电网企业在运营发展过程中所面临的主要问题，对于确定企业发展方向，优化企业资源配置，为电网企业的长久稳定发展提供有效的意见和建议具有重要的实践意义。自 80 年代以来，我国电网企业进入了高速发展的新时期，服务民生的战略管理思想在电网企业中应用也于同时期受到学者们的关注。相比于一般的电网企业，能源民生领域的电网企业着重服务民生、保障民生，强调主动履行社会责任，提升企业所产生的社会效益。然而，一味加大对能源民生工程的大量投资压缩了电网企业获取经济利益的空间，造成电网企业经营压力增大等困境，最终影响到能源民生工程的可持续发展[1]。为了解决该发展问题，对能源民生电网企业的发展潜力进行全面客观的综合评价是必要的手段。

然而，目前对于能源民生领域电网企业潜力评估的研究依然缺乏全面性、综合性，且现有的评估体系既没有专门针对电网企业“能源民生”的特点，也没有以“发展潜力”为评估重点[2] [3] [4]。基于此，本研究将从社会效益、经济效益、环境效益、技术保障四个方面构建能源民生领域电网企业潜力评估的指标体系，通过模糊层次分析法对能源民生领域电网企业潜力进行全方位、多角度、客观综合的评价。

2. 能源民生领域的电网企业发展潜力评价指标体系构建

2.1. 电网企业现有评估体系述评

目前的电网企业评价体系主要分为只针对例如经济效益等某一方面的单因素评价指标体系[5]，以及基于多角度的综合评价指标体系，本研究主要着重于构建多角度的综合评价指标体系。

在目前电网企业多角度的综合评价体系中，赵多贤等采用标杆管理方法分析了东西部电网企业经营指标，从管理环境、社会环境、文化环境、运营指标等方面分析了东西部电网企业的差异化[2]。孙义豪等利用主成分分析及系统聚类分析的方法构建了一套县域电网的综合评价体系，得出能反映县域电网在安全性、经济性、可靠性、适应性、优质性这五个性质上优劣程度的分数及排名[4]。赵良等通过分析国内外现有的电网企业评价体系，结合我国特有的国情提出了基于高效性、适应性和互动性三个维度的智能电网综合评价体系[6]。白桦从企业利润最大化、企业社会责任、电网安全性及顾客满意度四个方面出发，构建了电网企业的经济高效性、安全可靠性及结构优良性的三大维度评价体系[7]。

尽管现有的电网企业评价体系都涉及到能源民生方面的指标，但能源民生并不是其评估的重点，无法形成更有针对性的能源民生领域电网企业发展潜力的科学评价体系。另外，目前的电网企业评估体系大多数是关于现状的评估，类似于绩效评价，但少有针对电网企业发展潜力的评价体系。

2.2. 全方位、多角度的电网企业发展潜力评估体系

“发展潜力”是指某一主体在发展成长过程中可能具有而又尚未体现的能力，可在日后成为主体强劲的发展动力，一般而言可被定义为“可持续发展力”[8]。建立可靠的综合评价体系是对能源民生领域电网企业发展潜力进行评估的前提，因此，为了全面客观地理解能源民生领域电网企业目前发展的优势与不足，本研究基于可持续发展的理念，根据全球报告倡议组织在《可持续发展报告指南》中提出的经济、环境和社会三大类可持续发展指标，从社会效益、经济效益、环境效益及技术保障这四个方面构建电网企业在能源民生领域发展潜力的评价体系。

2.2.1. 社会效益指标

社会效益是面向能源民生的电网企业最重要的企业目标之一，达成良好的社会效益是能源民生领域电网企业的立足点，是其能够持续发展的关键。首先，服务民生要求电网企业保障供电用电质量，改善民众用电环境，满足民众的基本需求，因此供电用电质量改善水平[9]及无电地区通电增加量[10]均是衡量电网企业社会效益的重要指标。其次，农网升级改造关乎着我国亿万农民的日常生活，也体现了电网企业服务民生所产生的社会效益[11]。此外，电网企业除了能够创造面对能源用户的社会效益之外，也承担着增加就业岗位、优化就业环境等重要的社会责任。因此，电网企业对当地就业的带动情况[12]和对员工发展的投入情况[13]是体现其所创造的社会效益的重要指标。最后，电网企业的社会公益事业参与情况直接反映了其“取利于民，回馈于民”的程度，充分体现其作为一个企业所产出的社会效益[14]。

2.2.2. 经济效益指标

虽然能源民生领域电网企业注重社会效益，但企业长久发展的必要条件之一是有稳定的收益，经济效益是其发展潜力的重要动力。然而，由于民生工程的惠民性特征，当电网企业将大量的资源都倾斜于民生工程之后，其经济效益势必受到挤压，可持续发展能力也将受到制约。因此，经济效益也是能源民生领域电网企业发展潜力的关键要素之一。在衡量电网企业经济效益的众多指标中，盈利水平[5]、运营成本[15]及资产负债水平[16]是最常见的三个评价指标。另外，由于现代社会复杂的金融环境，电网企业在融资过程中面临过大风险会导致企业发展受阻，甚至瘫痪其服务民生的能力，因此融资风险也是评估

电网企业经济效益的关键指标之一[17]。此外，除了来自能源的生产销售之外，电网企业的经济效益还来自于投资所得，故投资回报率也关系到电网企业的经济效益[18] [19]。

2.2.3. 环境效益指标

在人类命运共同体的价值观下，环境保护已经成为全球社会关注的重点。目前，我国电网企业是碳排放总量最多的行业[20]，因此电网企业也成为我国“低碳经济”目标下产业结构转型升级的重点关注行业之一。面向能源民生的电网企业同样需要顺应时代大潮流，在节能减排的道路上承担相应的责任，从而实现企业的可持续发展。由于传统的燃煤火电是使整个电力行业碳排放总量居高不下的主要原因，使用清洁的可再生能源作为发电源成为电网企业降低碳排放的有效途径之一，故可再生能源配额比例[21]和新能源参与调峰电量占比[22]都是能源民生领域电网企业实现环境效益的关键指标。另外，电能替代完成率指的是用电能替代化石能源的直接使用的程度，也直接关系到电网企业的环境效益[23]。除了与新能源使用相关的指标外，评估能源民生领域的电网企业环境效益还需要考虑例如循环用水率[24]、废弃物回收利用率[5]及废弃烟尘排放达标率[25]等常见的环境效益评价指标，从而实现对电网企业的环境效益进行较为全面的合理评估。

2.2.4. 技术保障指标

随着科学技术的发展，能源民生领域的电网企业也需要不断地改进和创新，与时代接轨，适应现代社会的发展模式，从而更好地服务民生需求。因此，电网企业的技术保障程度也是衡量其发展潜力的重要方面之一。就目前而言，智能电网的建设水平是评估电网企业技术升级改造的重点[26]，与之紧密相关的，是电网企业的网络信息平台构建水平[27]、核心技术与关键标准把握程度[28]以及技术人员整体水平[29]，这些要素共同构建了能源民生领域电网企业的前沿技术支撑，是其可持续发展的强劲动力。另外，除了紧跟时代潮流、革新电网技术，电网企业需时刻把关电网系统调度与运行水平[30]、严格保证供电稳定和可靠程度[6]，为电网企业的发展提供稳定的基础技术保障。

综上所述，本研究以能源民生领域电网企业发展潜力作为目标层，以社会效益、经济效益、环境效益以及技术保障这四个方面为准则层，对各准则层设定了共 23 个评价指标，最终构建了如图 1 所示的能源民生领域电网企业发展潜力评估指标体系。

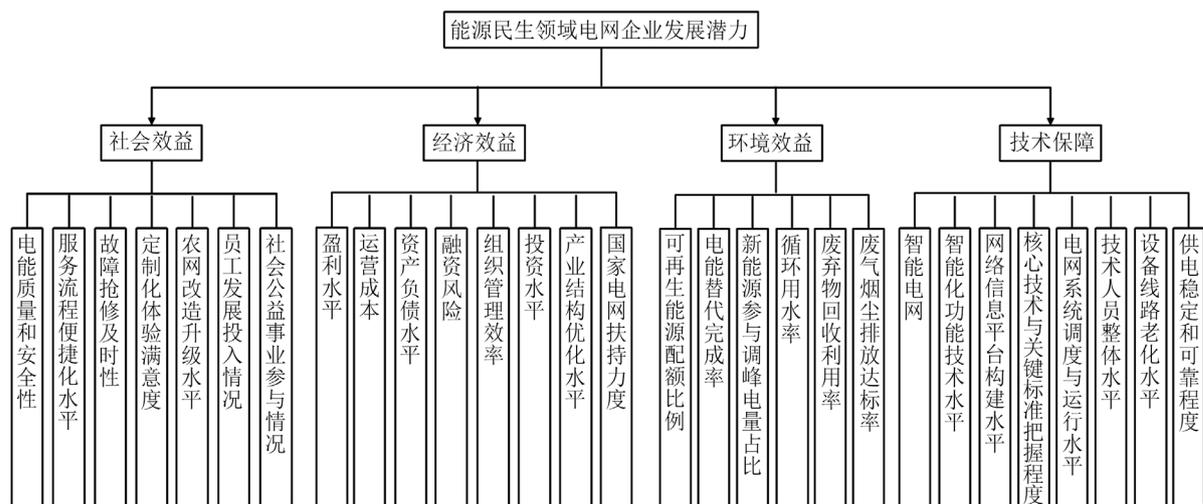


Figure 1. Development potential evaluation index system

图 1. 发展潜力评估指标体系

3. 基于模糊层次分析法(FAHP)的评价模型构建

3.1. FAHP 的基本思想

模糊层次分析法是模糊综合评价法和层次分析法的有机结合,兼具这两种方法的优势,能对多目标的复杂问题进行同步分析。具体操作步骤为先通过层次分析法对需要研究的目标进行层层分解,将其分解为多个层级的目标,形成目标结构体系(图 1),并对处于同一层次中的元素进行两两比较,建立相应的判断矩阵,通过矩阵对各个指标的重要程度权重进行计算。随后用模糊数学中的方法对各个指标对应的隶属度进行判断,根据计算结果获得评价结论。

3.2. 构建模糊互补评判矩阵

模糊判断矩阵构建的核心是按照专家意见对各层级的指标进行两两比较,通过模糊矩阵体现各级指标之间两两比较的关系。在进行指标比较时,为了提高比较的精度,本研究采用如表 1 所示的标度方法。

Table 1. Fuzzy analytic hierarchy process 1~9 scale

表 1. 模糊层次分析法 1~9 比例标度

标度	定义	说明
1	同等重要	两个因素同样重要
3	稍微重要	一个因素与另一个相比稍微重要
5	颇为重要	一个因素与另一个相比颇为重要
7	非常重要	一个因素与另一个相比非常重要
9	极端重要	一个因素与另一个相比极端重要
2, 4, 6, 8	相邻评估尺度的中间值	取折衷值即可
1	同等重要	两个因素同样重要
1/3	稍微不重要	一个因素与另一个相比稍微不重要
1/5	颇为不重要	一个因素与另一个相比颇为不重要
1/7	非常不重要	一个因素与另一个相比非常不重要
1/9	极端不重要	一个因素与另一个相比极端不重要
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	相邻评估尺度的中间值	取折衷值即可

根据层次分析模型(图 1)和模糊层次分析法标度(表 1),能源民生领域电网企业的 8 位专家将通过对比各个准则层对于总目标的相对重要程度和每个准则层中各指标之间的相对重要程度,得出如下的模糊判断矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

其中,该矩阵的元素 a_{ij} 表示行指标 a_i 与列指标 a_j 相比的相对重要程度。

3.3. 计算各指标权重

设 η 为 A 的特征根, $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 为特征根所对应的特征向量,则 $AW = \eta W$ 。若 A 为 n 阶模糊完全一致性判断矩阵,其最大特征根为 $\lambda_{\max} = n$,且其余特征根为 0。为了计算每个指标的权重,需进行如下步骤的计算:

- 1) 将判断矩阵每一列归一化,得到

$$\bar{a}_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{kj}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

2) 将每一列经归一化处理后的矩阵按照每一行相加得到

$$m_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

3) 将向量 $M = (m_1, m_2, \dots, m_n)^T$ 进行归一化处理, 得到

$$w_i = m_i / \sum_{j=1}^n m_j, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

所求得的向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 为所求特征向量, 即各指标的权重集。

本研究中共有 8 位电力行业的专家对各指标进行两两比较, 其中有 2 位高级工程师, 2 位工程师, 2 位助理工程师, 2 位专业技术人员。根据第 k 个专家给出的判断矩阵, 所求得的特征向量

$W^k = (w_1^k, w_2^k, \dots, w_n^k)^T$ 即为各指标相对于上一层指标的权重集, 然后根据层次分析法向上逐层计算, 得到各指标对于目标层的权重集。运用群体决策中加权算术平均数的算法, 分别赋予高级工程师、工程师、助理工程师及专业技术人员 0.4、0.3、0.2 及 0.1 的权重, 综合各专家意见得出本研究的模糊综合评价权重集 W_0 , 如表 2 所示。

Table 2. Comprehensive fuzzy weight set of each index
表 2. 各指标的综合模糊权重集

一级指标	二级指标	相对于上一层 指标权重	三级指标	相对于上一层指标 权重	综合权重	重要性总 排序
能源民生领域 电网企业发展潜力	社会效益	0.2563	供电用电质量改善情况	0.1186	0.0304	14
			地区就业水平带动情况	0.1156	0.0296	15
			无电地区通电增加量	0.1047	0.0268	19
			农网改造升级水平	0.2006	0.0514	7
			员工发展投入情况	0.1665	0.0427	10
			社会公益事业参与情况	0.2940	0.0754	3
	经济效益	0.2378	企业盈利水平	0.1911	0.0454	9
			企业运营成本	0.1420	0.0338	12
			企业资产负债水平	0.1088	0.0259	20
			企业融资风险	0.2497	0.0594	5
	环境效益	0.1340	企业投资回报率	0.3084	0.0733	4
			可再生能源配额比例	0.0936	0.0125	23
			电能替代完成率	0.2027	0.0272	18
			新能源参与调峰电量占比	0.2161	0.0290	16
			循环用水率	0.2129	0.0285	17
	技术保障	0.3718	废弃物回收利用率	0.1357	0.0182	22
			废弃烟尘排放达标率	0.1390	0.0186	21
			供电稳定和可靠程度	0.0890	0.0331	13
			技术人员整体水平	0.1145	0.0426	11
			电网系统调度与运行水平	0.1323	0.0492	8
			核心技术与关键标准把握程度	0.1482	0.0551	6
总计	1.000	网络信息平台构建水平	0.2072	0.0770	2	
		智能化功能技术水平	0.3088	0.1148	1	
		—	—	1.000		

3.4. 一致性检验

为了避免专家对各个指标进行重要性比较时过分偏离逻辑一致性,如作出“指标 1 比指标 2 重要,指标 2 比指标 3 重要,指标 3 又比指标 1 重要”的矛盾评价,需要对各专家给出的判断矩阵进行一致性检验。通常在此方法中需要检验的参数为

$$CR = CI/RI$$

一般而言,若 $CR < 0.1$,则认为该判断矩阵符合一致性要求,否则应调整判断矩阵直至其符合一致性要求。其中,一致性指标:

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$$

判断矩阵最大特征根为:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^m (AW)_i / nW_i$$

$(AW)_i$ 表示向量 AW 的第 i 个元素。

另外, RI 是平均随机一致性指标,通过查表获得(表 3)。经过计算,本研究中 8 位专家给出的各个判断矩阵的 CR 值均小于 0.1,符合一致性要求。

Table 3. Average random consistency scale (RI)

表 3. 平均随机一致性指标 RI

矩阵阶数 n	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

4. 电网企业能源民生领域发展潜力的量化评估——以吉林省为例

吉林电网位于东北电网的中部,北连黑龙江电网,南接辽宁电网,西临内蒙古东部电网,满足全省电力供应的同时,还是东北电网北电南送的重要通道。本研究以吉林省电网企业为例,运用上述建立的模糊综合评价模型,对吉林省电网企业能源民生领域的发展潜力进行量化评估以验证指标合理性。

4.1. 建立吉林省电网企业的发展潜力评价集

为了对吉林省电网企业的发展潜力进行较为客观全面的评估,本研究邀请了来自长春市、白城市、四平市、吉林市、松原市、通化市及白山市等地的电网企业的各层级人员对其所在的电网企业进行评价,其中有高级管理者、中层管理者、科研人员以及专业技术人员各 5 人,共 20 人。根据电网企业发展潜力的特点建立评语集 $V = (\text{非常差, 比较差, 一般, 比较好, 非常好})$,每个评价者需要对自身所在的电网企业在图 1 四个准则层共 23 个指标上的表现进行评价(“1”表示“非常差”,“2”表示“比较差”,“3”表示“一般”,“4”表示“比较好”,“5”表示“非常好”),若第 k 个评价人对指标 i 给出的评价值为 u_i^k ,指标 i 所对应的目标层的权重为 w_i^0 ,

则评价人 k 对电网企业发展潜力的最终评分为:

$$U^k = \sum_{i=1}^n u_i^k w_i^0, n=1,2,\dots,23$$

同理可求得评价人 k 对各个准则层维度的评分。

根据研究小组成员的讨论,本研究分别赋予高级管理者 0.4 的评价权重,赋予中层管理者、科研人员及专业技术人员各 0.2 的评价权重,对评价模型中各指标的得分取加权算术平均数,得到吉林省能源民生领域电网企业发展潜力的综合评价(表 4)。

Table 4. Comprehensive evaluation of the development potential of power grid enterprises in the field related to people's livelihood in Jilin Province**表 4.** 吉林省能源民生领域电网企业发展潜力的综合评价

	原始得分	绩效排序	加权平均得分	贡献率排序
社会效益	4.0731	1	1.0441	2
经济效益	3.8507	4	0.9158	3
环境效益	3.9106	3	0.5241	4
技术保障	4.0562	2	1.5082	1
总计			3.9922	

注：“绩效排序”指吉林电网在该方面的表现水平排序；“贡献率排序”指的是吉林电网在该方面对其发展潜力的贡献程度排序。

4.2. 评估结果分析

根据评价结果，对比指标的重要性程度和吉林电网在该指标上的实际表现可对吉林电网服务能源民生的优势与不足进行分析。评估结果显示，吉林省能源民生领域电网企业(简称“吉林电网”)发展潜力得分为 3.9922，非常接近“比较好”水平，表明吉林电网具有一定的发展潜力，但仍然具有改进的空间。具体而言：

1) 吉林电网在社会效益方面表现最好，且社会效益为其发展潜力的第二重要成份。除了“供电用电质量改善情况”之外，其他指标均达到了“比较好”的水平，尤其是“农网改造升级水平”、“员工发展投入情况”及“社会公益事业参与情况”这三个方面，构成了吉林电网发展潜力的强劲动因。社会效益是能源民生领域电网企业的初衷，因此电网企业维持良好的社会效益既是责任也是义务。吉林电网在该方面的表现也将成为其长久发展的优势之一。

2) 其次，吉林电网在技术保障方面也表现出较好的水平，技术保障是影响其发展潜力的首要因素。“供电稳定和可靠程度”、“网络信息平台构建水平”以及“智能化功能技术水平”等指标的良好得分情况展现了吉林电网坚实的技术能力基础。随着社会生活的变革，能源民生领域电网企业的智能化及信息化水平关乎到其能否适应当代民众的普遍生活方式，从而增强自身服务民生的能力。吉林电网在“技术保障”展现出的优势可以为其后续的发展提供良好的保障。

3) 然而，吉林电网在经济效益和环境效益方面表现欠佳。在经济效益方面，例如“企业盈利水平”、“企业运营成本”以及“企业融资风险”等指标均为影响能源民生领域电网企业发展潜力的重要指标(表 2)，但吉林电网在这些方面的表现并没有达到理想水平(表 5)。尽管能源民生领域的电网企业强调社会效益的产出，但经济效益是其生存发展的基础，也是为其产出更多社会效益的物质保障，经济效益方面的表现不足是制约吉林电网发展的重要原因之一，因此吉林电网在后续发展过程中要注重兼顾社会效益和经济效益。

另外，虽然环境效益对能源民生领域电网企业的影响最小(0.1340 的权重)，但在可持续发展的理念下，实现良好的环境效益是企业可持续发展的必要条件。吉林电网在“循环用水率”、“废弃物回收利用率”和“废弃烟尘排放达标率”等指标上的低表现势必会影响到其健康发展，这也是吉林电网目前的不足之处之一。

吉林电网在各指标上的具体表现如表 5 所示。

5. 结语

本研究构建了电网企业在能源民生领域发展潜力的评价体系，为各地电网企业对自身服务能源民生的能力进行横向比较提供了基础，有助于电网企业及时发现自身的优势与不足，从而及时调整企业目标以实现可持续发展。

Table 5. Specific evaluation of the development potential of power grid enterprises in the field related to people's livelihood in Jilin Province**表 5.** 吉林省能源民生领域电网企业发展潜力的具体评价

		原始 得分	加权平均 得分	贡献率 排序		原始 得分	加权平均 得分	贡献率 排序
社会 效益	供电用电质量改善情况	3.92	0.119193	16	可再生能源配额比例	4	0.050197	23
	地区就业水平带动情况	4.08	0.120884	14	电能替代完成率	4	0.108673	19
	无电地区通电增加量	4.12	0.110584	18	新能源参与调峰电量占比	4.16	0.120468	15
	农网改造升级水平	4.12	0.211806	7	循环用水率	3.88	0.110696	17
	员工发展投入情况	4.08	0.174144	9	废弃物回收利用率	3.52	0.064009	22
	社会公益事业参与情况	4.08	0.307463	4	废弃烟尘排放达标率	3.76	0.070039	21
经济 效益	企业盈利水平	3.8	0.172662	10	供电稳定和可靠程度	4.36	0.14433	12
	企业运营成本	3.68	0.124307	13	技术人员整体水平	3.92	0.166924	11
	企业资产负债水平	3.32	0.085872	20	电网系统调度与运行水平	4.08	0.200672	8
	企业融资风险	3.64	0.216174	6	核心技术与关键标准把握程度	3.96	0.218203	5
	企业投资回报率	4.32	0.316807	2	网络信息平台构建水平	4.08	0.314267	3
					智能化功能技术水平	4.04	0.463805	1

注：“贡献率排序”指的是吉林电网在该指标上的表现水平对其发展潜力的贡献程度排序。

另外，本研究的结果表明对于电网企业而言，影响其能源民生领域发展潜力的因素按照重要性从大到小排序分别为：技术保障、社会效益、经济效益及环境效益。特别的，技术保障是影响其发展潜力最重要的因素，尤其是“智能化功能技术水平”和“网络信息平台构建水平”。随着社会生活的变革，电网企业在能源民生领域的智能化及信息化水平关系到其能否适应当代民众的普遍生活方式而增强自身服务民生的能力，因此电网企业在服务能源民生时要尤其关注自身在技术保障方面的水平。

参考文献

- [1] 原磊. 电力体制改革下中国电网企业的战略转型[J]. 宏观经济研究, 2007(5): 39-42.
- [2] 赵多贤, 欧阳燕, 隲晶. 东西部电网企业差异化分析及对西部电网企业改革发展的启示[J]. 开发研究, 2012(2): 141-144.
- [3] 田昊, 吕林, 高红均, 李敏, 王刚, 成思琪, 等. 计及电网运行特性的配电网动态重构[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(1): 9-14.
- [4] 孙义豪, 李秋燕, 丁岩, 全少理, 关朝杰, 杨德帅, 等. 基于主成分分析及系统聚类的县域电网综合评价方法[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(8): 30-36.
- [5] 李海燕. 电力企业低碳审计评价指标体系的构建——基于 DSR-AHP [J]. 财会月刊, 2017(7): 119-123.
- [6] 赵良, 李立理, 何博, 张义斌. 适合我国国情的智能电网评价指标体系及计算方法[J]. 电网技术, 2015, 39(12): 3520-3528.
- [7] 白桦. 多权重因子影响的电网规划评价指标体系[J]. 浙江电力, 2015, 34(11): 47-51.
- [8] 秦飞. 基于模糊综合评价的我国专业市场发展潜力评估模型研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江理工大学, 2012.
- [9] 张哲. 改善电能质量提高用电效率[J]. 电气应用, 2018, 37(8): 10-12.
- [10] 蒋慧娟. 电力普遍服务正外部性机理及其量化研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2016.
- [11] 刘芳, 妙旭婧, 闫国富, 等. 浅谈农网改造工程综合效益评价[J]. 企业管理, 2016(s2): 232-233.
- [12] 刘小华. 蒙西 35kV 输变电工程项目经济与社会效益评价[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2014.

- [13] 梁红燕. 电力企业的员工职业生涯周期管理探究[J]. 电子测试, 2013(19): 252-254.
- [14] 田金玉. 电力企业社会责任评价指标体系设计[J]. 商业会计, 2012(4): 101-102.
- [15] 施亚林, 刘晓. 供电企业大数据智能运营研究[J]. 企业管理, 2017(s2): 386-387.
- [16] 许晓敏, 牛东晓, 覃泓皓, 吴晗, 朱国荣. 电网企业投资能力内外部因素影响机制研究[J]. 管理评论, 2017, 29(3): 74-89.
- [17] 王志良, 林友谅. 利率市场化对电网企业的影响及融资风险控制研究[J]. 财务管理研究, 2020(1): 36-39.
- [18] 罗斌, 苏文珺, 张晓萱, 栾凤奎. 电网投资关键影响因素及其传导路径研究[J]. 价格理论与实践, 2019(5): 104-108, 133.
- [19] 李猛, 刘巍, 李鹏, 田春笋, 高玉芹, 张宝丹, 李智, 胡钊. 计及投资效益评估的县级配电网投资分配方法[J]. 电力科学与技术学报, 2020, 35(6): 83-89.
- [20] Cui, H.R., Zhao, T. and Wu, R.R. (2018) CO₂ Emissions from China's Power Industry: Policy Implications from Both Macro and Micro Perspectives. *Journal of Cleaner Production*, **200**, 746-755.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.330>
- [21] 曾森, 陆海应, 米兰. 电力企业可持续发展综合评价及国际比较——基于 Critic 赋权和 TOPSIS 法[J]. 企业经济, 2019(5): 110-115.
- [22] 李国栋, 李庚银, 严宇, 周明, 庞博, 李竹. 新能源跨省区消纳交易方式研究与应用分析[J]. 中国电力, 2017, 50(4): 39-44.
- [23] 冯莹. 客户体验对供电企业顾客满意度的影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2016.
- [24] 田金玉. 电力企业环境绩效评价指标体系构建问题研究[J]. 科技创业月刊, 2011, 24(2): 99-101.
- [25] 崔和瑞, 葛静. 基于熵权的河北省节能减排效果模糊综合评价[J]. 电力学报, 2012, 27(5): 484-489.
- [26] 陈霆, 陆明媛, 顾群, 周峰华. 基于人工智能技术的电力工程审计系统研究[J]. 电子设计工程, 2019, 27(16): 15-19.
- [27] 高秉强, 张瑜. 电力行业信息化企业评价体系核心要素[J]. 电信科学, 2017, 33(8): 193-196.
- [28] 王成. 浅析电力施工企业的核心竞争力[J]. 电力建设, 2004, 25(9): 8-11, 25.
- [29] 温柏坚, 赵建之, 范河山. 技术人员胜任力模型构建——以电力 G 企业为例[J]. 科技管理研究, 2011(3): 138-141.
- [30] 徐国丰, 吴靖. 电力企业“生产管理智能云平台”的建设与实践[J]. 企业管理, 2017(s1): 146-147.