

# 基于模糊综合评价的500 kV输变电工程经济评价研究

王玉<sup>✉</sup>, 唐峦

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广东 广州, 510663)

**摘要:** [目的] 输变电工程是国家重点投资建设的能源工程, 为了明确投资该类工程产生的经济效益和预期效果, 需对整个输变电工程进行经济评价。[方法] 文章以广东某500 kV输变电工程为例, 首先建立财务效益综合评价指标体系, 其次通过模糊综合评价的方法对其进行财务效益综合评价。[结果] 通过实证分析, 表明了模糊层次综合评价方法可以有效地评价输变电工程的经济效益。同时, 广东某500 kV输变电工程的最终综合评价结果比较成功, 表明该类工程的财务效益水平良好。[结论] 运用模糊综合评价方法对输变电工程进行经济评价能够有效地评价其是否具有较好的经济效益, 了解投资此工程能否取得良好的预期回报。

**关键词:** 输变电工程; 经济评价; 指标体系; 模糊综合评价; 财务效益

中图分类号: TM7; TK7; F426.61 文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2022)S2-0118-05

开放科学(资源服务)二维码:



## Research on Economic Evaluation of 500 kV Power Transmission and Transformation Project Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation

WANG Yu<sup>✉</sup>, TANG Luan

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, Guangdong, China)

**Abstract:** [Introduction] Power transmission and transformation projects are energy projects constructed with key state investment. In order to clarify the economic benefits and expected effects of such projects, it is necessary to carry out an economic evaluation of the entire power transmission and transformation projects. [Method] This paper took a 500 kV power transmission and transformation project in Guangdong as an example, established an index system for comprehensive evaluation of financial benefits firstly, and then used the fuzzy comprehensive evaluation method to make a comprehensive evaluation of the financial benefits of it. [Result] Through empirical analysis, it shows that the fuzzy comprehensive evaluation method can effectively evaluate the economic benefits of the power transmission and transformation project. At the same time, the final comprehensive evaluation results of such projects in Guangdong are relatively successful, indicating that its level of financial benefit is good. [Conclusion] Using the fuzzy comprehensive evaluation method to conduct economic evaluation of power transmission and transformation projects can effectively evaluate whether the projects can produce good economic benefits and whether the investment into the projects can produce good expected return.

**Key words:** power transmission and transformation project; economic evaluation; index system; fuzzy comprehensive evaluation; financial benefit

2095-8676 © 2022 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

## 0 引言

输变电工程作为基础性能源类工程, 其建设和

发展受到国家政策的影响, 更与国家民生息息相关。近年来, 随着输变电工程投资规模的不断增加, 输变电工程的经济评价越来越受到重视。500 kV输变电

收稿日期: 2022-05-23 修回日期: 2022-08-26

基金项目: 中国能建广东院科技项目“广东区域电网经济效益分析与评价研究”(EV00311W)

工程的早期建设投入较大,施工周期较长,因此需要通过一定的方法明确投入成本的回收期。同时,输变电工程的经济评价对于提高后续输变电工程的投资管理与决策水平也具有重要意义。我国于 1988 年在原国家计划委员会的要求下,开始对在的大型重点项目进行评价工作。随后,越来越多的学者对工程和项目评价进行研究和完善。黄晨宏<sup>[1]</sup>通过层次分析法和多种综合评价法,客观地对某新建 35 kV 输变电工程进行评价。韩富春<sup>[2]</sup>运用层次分析法,建立模糊评价模型,对我国整个输变电工程进行了综合分析评价。田建军<sup>[3]</sup>通过单因素模糊综合评价法,对某 220 kV 输变电工程进行整体评价。输变电工程的经济评价是输变电工程项目评价的重要组成部分和核心内容,文章首先对经济效益评价进行论述,其次建立衡量财务效益综合评价的指标,随后通过模糊综合评价的方法对广东某 500 kV 输变电工程进行财务效益综合评价,最终得出评价结果。

## 1 经济效益评价论述

输变电工程经济效益评价分为输变电工程经济效益前评价和输变电工程经济效益后评价,输变电工程经济效益前评价是在项目的可行性研究阶段根据工程的情况对投资经济效益的评价。输变电工程经济效益后评价是在工程投产完成后对工程运行经济效益的再评价。从评价的目的来看,可行性研究中的经济评价需要有助于电网企业判定工程的盈利性和项目的必要性<sup>[4]</sup>。从评价的角度来看,输变电工程的经济效益评价主要包括财务评价指标体系和社会评价指标体系<sup>[5-7]</sup>。文章的经济效益综合评价以财务评价指标体系为主。从评价的方法来看,目前国内文献有些采用模糊评价法、层次分析法或者两者结合进行输变电工程经济效益综合评价<sup>[8-10]</sup>。还有些文献利用物元可拓评价法、模糊神经网络法,完成对输变电工程经济效益评价<sup>[11-13]</sup>。同时,随着计算机技术的发展和项目评价理论的完善,以计算机软件开展经济评价工作也成为必然趋势,高雪平<sup>[14]</sup>利用 Excel 软件进行参数输入和结果输出,直接得到经济评价的结果。雷夏<sup>[15]</sup>利用数据预测、回归分析等技术,对输变电工程进行财务评价,提出相应建议。谢敏旭<sup>[16]</sup>通过研究在运机组的数据,提出与其相适应的经济评价参数体系。

## 2 输变电工程经济效益评价指标体系

文章在运用模糊综合评价法对输变电工程进行评价之前,需要确立相应的评价体系,并且在相应的评价体系内选取合适的指标进行描述。通过不同指标所包含的信息,经过一定方式转换为一项综合评价指标,得出评价结论。根据输变电工程的特点以及财务评价指标的理论,文章建立以下输变电工程经济效益综合评价指标体系:首先选取盈利能力指标、偿债能力指标和发展能力指标对工程的财务效益进行评价,进而以财务效益分析的结果对整个输变电工程进行经济评价。文章建立的指标体系如图 1 所示。

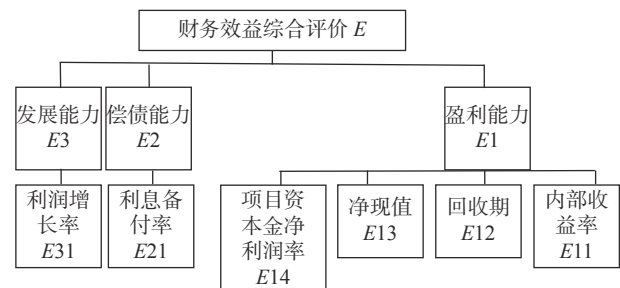


图 1 财务效益综合评价指标体系图

Fig. 1 Financial efficiency comprehensive evaluation index system diagram

## 3 模糊层次分析综合评价法

传统的输变电工程经济效益评价方法仅从单项指标方面进行计算分析,虽可以得到各个单项指标的计算结果,但各个单项指标无法换算成一项综合评价指标,也不能与类似项目进行横向比较。文章运用模糊层次分析综合评价法,对某 500 kV 输变电工程的财务效益进行综合评价。模糊层次分析综合评价法旨在将定性的问题转换为定量的问题,层次分析法的目的是计算所选择因素的权重占比,模糊综合评价法的目的是形成模糊判断矩阵,得到最终评价结果。基于模糊综合评价的财务效益综合评价研究基本步骤如下。

- 1) 建立评价指标因素集

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

- 2) 确定指标权重集

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$$

- 3) 建立评价结果集

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

评价结果集是评价专家给出的各种可能的评价结果。

#### 4) 模糊综合评价

根据所建立的财务效益综合评价指标体系, 两两比较考虑后, 运用专家打分法通过 1~9 的数量标度, 形成模糊矩阵, 并进行一致性检验。同时通过专家打分, 对建立的财务效益综合评价指标进行逐一打分, 并对得到的打分进行归一化处理。

#### 5) 确立最终评价结果

根据模糊判断矩阵和专家打分, 得出工程的最终综合评价结果, 通过最大隶属度原则, 得到工程的经济效益综合评价。

### 4 基于模糊综合评价的实证分析

以广东某 500 kV 输变电工程为例, 该工程主要包括 500 kV 变电站工程、500 kV 新建线路工程以及配套通信工程。文章运用模糊综合评价法, 对该工程进行以财务效益为主的经济评价。

#### 4.1 工程基本情况

某 500 kV 输变电工程静态投资为 54 476 万元, 项目资本金按照总投资的 20% 计取, 其余 80% 向银行借款。本工程财务效益评价根据工程实际情况作为输入边界条件, 不足部分参考我国或者工程当地的现行的法律、法规、财税政策, 并结合国家发展改革委和建设部 2006 年联合发布的《建设项目财务评价方法与参数(第三版)》及《输变电工程经济评价导则(DL/T 5438—2019)》<sup>[17]</sup> 等文件进行评价。

本工程按广东电网全网电量加价, 以资本金收益率 5% 的前提下, 测算相应的参数, 具体参数如表 1 所示。

由表 1 可知, 广东某 500 kV 输变电工程财务净现值为正, 表明全生命周期总投资回收为正值, 因此初步判断该工程具备可行性。

#### 4.2 确定各项指标权重

文章运用层次分析法确定选取的各项指标的权重, 通过数量标度对各项指标的重要性两两比较, 构造相应的判断矩阵。为了检验矩阵的合理性, 还需要通过一致性检验。

基于上述图 1 构造的财务效益综合评价指标体系, 得到权重计算结果为:

表 1 广东某 500 kV 输变电工程经济效益评价参数一览表  
Tab. 1 List of economic benefit evaluation parameters of a 500kV transmission and transformation project in Guangdong

| 评价参数          | 单位    | 指标       |
|---------------|-------|----------|
| 静态投资          | 万元    | 54 476   |
| 借贷利息          | 万元    | 1 001    |
| 动态投资          | 万元    | 55 477   |
| 项目投资税后: 内部收益率 | %     | 4.42     |
| 财务净现值         | 万元    | 5 859.27 |
| 回收期           | 年     | 17.71    |
| 项目资本金净利润率     | %     | 6.5      |
| 利息备付率         | %     | 2.28     |
| 利润增长率         | %     | 5.65     |
| 单位电量分摊金额(含税)  | 元/MWh | 0.06     |

$$w_{E1} = (0.5117 \quad 0.2378 \quad 0.1725 \quad 0.078) \quad (1)$$

$$w_{E2} = w_{E1} \quad (2)$$

$$w_{E3} = w_{E1} \quad (3)$$

$$w_E = (0.6232 \quad 0.2395 \quad 0.1373) \quad (4)$$

结合特征向量, 可得到最大特征根、CI 值、RI 值、CR 值如下表所示, 可以通过一致性检验。其一致性检验结果如表 2 所示。

表 2 一致性检验结果汇总  
Tab. 2 Summary of consistency test results

| 最大特征根 | CI值   | RI值   | CR值   | 一致性检验 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4.105 | 0.035 | 0.890 | 0.039 | 通过    |
| 3.018 | 0.009 | 0.520 | 0.018 | 通过    |

#### 4.3 确定评价集

在上述步骤的基础上, 文章将广东某 500 kV 输变电工程的财务评价最终结果定义如下:

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} \quad (5)$$

上式中  $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5$  分别表示: 完全成功, 非常成功, 比较成功, 部分成功, 不成功, 通过专家打分法, 对财务效益综合评价指标进行逐一打分, 并对得到的打分进行归一化处理。对各项指标的专家打分表如表 3 所示。

#### 4.4 模糊综合评价

通过以上专家打分表, 得到各个指标的模糊判

断矩阵为:

$$c_{E1} = (0.165 \quad 0.348 \quad 0.350 \quad 0.138 \quad 0.000) \quad (6)$$

$$c_{E2} = (0.140 \quad 0.220 \quad 0.360 \quad 0.180 \quad 0.100) \quad (7)$$

$$c_{E3} = (0.120 \quad 0.210 \quad 0.250 \quad 0.290 \quad 0.130) \quad (8)$$

则衡量财务效益综合评价的评判矩阵为:

$$c_E = w_E r_A (0.143 \quad 0.259 \quad 0.319 \quad 0.203 \quad 0.076) \quad (9)$$

式中:

$$r_A = (c_{E1} c_{E2} c_{E3})^T$$

表 3 专家打分一览表

Tab. 3 List of expert scores

| 指标  | 完全成功 | 非常成功 | 比较成功 | 部分成功 | 不成功  |
|-----|------|------|------|------|------|
| E11 | 0.15 | 0.31 | 0.45 | 0.09 | 0.00 |
| E12 | 0.11 | 0.28 | 0.42 | 0.19 | 0.00 |
| E13 | 0.25 | 0.44 | 0.21 | 0.10 | 0.00 |
| E14 | 0.15 | 0.36 | 0.32 | 0.17 | 0.00 |
| E21 | 0.14 | 0.22 | 0.36 | 0.18 | 0.10 |
| E31 | 0.12 | 0.21 | 0.25 | 0.29 | 0.13 |

根据最大隶属度法则可知, 最终综合评价结果为“比较成功”。

当然, 除了财务效益综合评价之外, 社会效益、环境效益也是评价输变电工程经济效益评价的一部分, 但后两者在项目的前评价阶段一般通过定性分析, 而不易于通过准确的数字进行定量分析。因此, 输变电工程在社会、环境方面达到客观标准的前提下, 财务效益综合评价的结论可以说明此工程是否提升了企业的经济效益、促进了区域经济的发展。

## 5 结论及建议

文章从盈利能力、偿债能力和发展能力三个维度建立了财务效益评价综合指标体系, 通过模糊层次分析综合评价法, 对广东某 500 kV 输变电工程进行经济评价。从经济评价的结果来看, 广东某 500 kV 输变电工程的最终综合评价结果为比较成功, 表明其财务效益水平良好。由此可以看出, 该输变电工程具有较好的经济效益, 投资此工程能够取得良好的预期回报。同时, 该工程的经济效益也有一定的提升空间, 根据广东某 500 kV 输变电工程实际情况, 文章给出了以下两点建议:

一是优化前期设计工作, 减少相关成本。相关

人员应结合工程实际情况, 把握工程质量与进度相统一, 全面考虑安全因素, 综合控制工程费用, 使风险费用最小化, 以减少相关成本, 提升项目的盈利能力, 缩短回收期。二是提高财务管理水平。工程应进一步提高全面预算管理, 提高资金运作的效益和效率, 保证在项目运营期间具有良好的运作动态, 降低项目的各项风险, 从而提升财务效益水平。

## 参考文献:

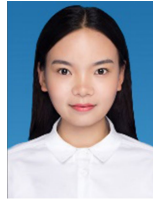
- [1] 黄晨宏, 王蕾. 上海电网输变电项目后评价工作方案探讨 [J]. 供用电, 2010, 27(5): 35-38. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6357.2010.05.009.
- [2] HUANG C H, WANG L. Working scheme exploration of the post-evaluation on transmission and distribution project in shanghai network [J]. Distribution & Utilization, 2010, 27(5): 35-38. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6357.2010.05.009.
- [2] 韩富春, 任婷婷, 陈晶晶. 基于层次分析法的输变电工程项目后评价研究 [J]. 电气技术, 2009, 10(2): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1673-3800.2009.02.014.
- [3] HAN F C, REN T T, CHEN J J. Based on the level of analysis after the power transmission project evaluation studies [J]. Electrical Engineering, 2009, 10(2): 42-45. DOI: 10.3969/j.issn.1673-3800.2009.02.014.
- [3] 田建军. 东胜220kV输变电工程技术经济评价研究 [D]. 北京: 华北电力大学(北京), 2016. DOI: 10.7666/d.Y3114922.
- [4] TIAN J J. Research on technology and economy evaluation of 220kV transformation project of Dongsheng [D]. Beijing: North China Electric Power University (Beijing), 2016. DOI: 10.7666/d.Y3114922.
- [4] 戚永为, 杨春晖, 张颖才, 等. 新盈利模式下电网项目可研经济评价方法研究 [J]. 南方能源建设, 2016, 3(2): 156-161. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.031.
- [5] QI Y W, YANG C H, ZHANG Y C, et al. Research on method of grid project feasibility economic evaluation based on new profit patterns [J]. Southern Energy Construction, 2016, 3(2): 156-161. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.031.
- [5] 李君宏. 基于模糊综合评价的输变电工程经济效益后评价研究 [J]. 华北电力大学学报(社会科学版), 2012(5): 42-44.
- [6] LI J H. Study on post-evaluation of economic benefits for the power transmission and transformation project based on fuzzy comprehensive evaluation [J]. Journal of North China Electric Power University (Social Sciences), 2012(5): 42-44.
- [6] 李春红, 张东妮. 电网规划方案技术经济评价 [J]. 技术经济, 2011, 30(4): 77-80,101. DOI: 10.3969/j.issn.1002-980X.2011.04.015.
- [7] LI C H, ZHANG D N. Technical and economic evaluation on power grid planning [J]. Technology Economics, 2011, 30(4): 77-80,101. DOI: 10.3969/j.issn.1002-980X.2011.04.015.
- [7] 陆培. 电网建设项目社会影响评价研究 [D]. 北京: 华北电力



- 大学(北京), 2010. DOI: 10.7666/d.y1797147.
- LU P. Social impact assessment research on power grid construction project [D]. Beijing: North China Electric Power University (Beijing), 2010. DOI: 10.7666/d.y1797147.
- [8] 王静怡, 孙海森, 张成林, 等. 基于网络层次分析法的输变电工程后评价研究 [J]. *电力学报*, 2020, 35(6): 553-562. DOI: 10.13357/j.dlxb.2020.074.
- WANG J Y, SUN H S, ZHANG C L, et al. Research on post-evaluation of power transmission project based on ANP [J]. *Journal of Electric Power*, 2020, 35(6): 553-562. DOI: 10.13357/j.dlxb.2020.074.
- [9] 康艳芳, 郭新菊, 李大鹏, 等. 基于模糊综合评价法的输变电工程环境效益后评价 [J]. *中国管理信息化*, 2017, 20(24): 96-97.
- KANG Y F, GUO X J, LI D P, et al. Study on post-evaluation of environmental benefits for the power transmission and transformation project based on fuzzy comprehensive evaluation [J]. *China Management Informationization*, 2017, 20(24): 96-97.
- [10] 刁海臻, 袁圆, 朱壮明. 基于层次分析法的输变电工程综合效益后评价 [J]. *管理观察*, 2017(30): 44-45. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2877.2017.30.024.
- DIAO H C, YUAN Y, ZHU Z M. Based on the AHP after the power transmission project evaluation studies [J]. *Management Observer*, 2017(30): 44-45. DOI: 10.3969/j.issn.1674-2877.2017.30.024.
- [11] 王寒梅, 赵奎运. 物元可拓评价方法在输变电工程中的应用 [J]. *中国电力企业管理*, 2016(6): 50-54.
- WANG H M, ZHAO K Y. Application of matter-element extension evaluation method in power transmission and transformation engineering [J]. *China Power Enterprise Management*, 2016(6): 50-54.
- [12] 王汉梅, 邢棉, 段春明. 基于模糊神经网络的电厂建设项目经济效益后评价研究 [J]. *华东电力*, 2010, 38(9): 1428-1431.
- WANG H M, XING M, DUAN C M. Study on post-evaluation of economic benefits for power plant construction project based on fuzzy neural network [J]. *East China Electric Power*, 2010, 38(9): 1428-1431.
- [13] 张志明. 基于差级权重物元可拓理论的我国循环经济评价 [J]. *统计与决策*, 2012, 28(16): 42-45. DOI: 10.13546/j.cnki.tjyjc.2012.16.028.
- ZHANG Z M. Evaluation of my country's circular economy based on differential weight matter-element extension theory [J]. *Statistics and Decision*, 2012, 28(16): 42-45. DOI: 10.13546/j.cnki.tjyjc.2012.16.028.
- [14] 高雪平. 利用Excel建立投资项目经济评价模型 [J]. *中国管理信息化*, 2021, 24(1): 96-99.
- GAO X P. Using excel to establish an economic evaluation model of investment projects [J]. *China Management Informationization*, 2021, 24(1): 96-99.
- [15] 雷夏. 一种技术经济评价体系在中小型输变电工程中的应用 [J]. *重庆电力高等专科学校学报*, 2018, 23(6): 58-62. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8032.2018.06.018.
- LEI X. A study on the application of a technological-economic appraisal system in small and medium-sized transmission and transformation projects [J]. *Journal of Chongqing Electric Power College*, 2018, 23(6): 58-62. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8032.2018.06.018.
- [16] 谢敏旭. AP1000核电项目经济评价参数研究 [J]. *建筑经济*, 2022, 43(S1): 901-905. DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.2022S10901.
- XIE M X. Study on the economic evaluation parameters of AP1000 nuclear power project [J]. *Construction Economy*, 2022, 43(S1): 901-905. DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.2022S10901.
- [17] 国家能源局. 输变电经济评价导则: DL/T 5438—2019 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- National Energy Administration. Guidelines for economic evaluation of transmission and substation project: DL/T 5438—2019 [S]. Beijing: China Planning Press, 2019.

---

作者简介:



王玉

王玉 (第一作者, 通信作者)

1995-, 女, 山东威海人, 硕士研究生, 中级经济师, 主要从事电力经济、电力造价研究及咨询工作(email)327508872@qq.com。



唐峦

唐峦

1973-, 女, 湖南娄底人, 大学本科, 高级经济师, 主要从事电力工程技术经济咨询工作(email)tangluan@gedi.com.cn。

(编辑 孙舒)