

层次分析法在电力行业决策问题中的应用

赵云飞¹, 陈金富¹, 郭文利²

(1. 华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 层次分析法利用判断矩阵将各种定性影响因素量化后,再结合定量信息对问题综合决策。该文简单介绍了层次分析法决策理论的原理、特点及其改进。针对近些年层次分析法在电力行业决策中的初步应用,对其在电力系统中的研究工作和应用现状进行综述。指出层次分析法在电力系统规划等几个方面有良好的应用前景。

关键词: 层次分析法; 电力系统; 判断矩阵

中图分类号: TM711 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)03-0083-06

0 引言

传统的决策方法如马尔可夫决策法、模糊数学决策法等仅利用影响待决策问题的量化信息求解,对于决策中各种理想和假设条件,论证分析说明,各种实施的建议^[1]等定性因素则忽略不计,决策方案在实际应用中难以令人满意。层次分析法 AHP (The Analytic Hierarchy Process)利用判断矩阵将各种定性影响因素量化后,再结合定量信息对问题综合决策,一经提出即成为各行业研究的热点。现今已在能源矿业、资源环境、建筑业、金融经济等领域成功地得到应用。

电力行业中的决策问题,很多受到内部特性和经济发展、环境资源、政策导向等外部条件的影响。AHP凭借其能够较好地解决多准则、多目标问题,对定性定量影响因素综合处理,且方法简单、科学等的优势,于上世纪 80年代被引入电力行业,在发电技术优化选择、工程项目评估、厂站选址、电源规划、负荷预测等方面成为研究的热点。近几年,随着电力市场化改革的推进和厂网分开的实现,AHP已经在市场环境下的发输电公司考核评估、行业用户满意度评估等方面表现出广阔的应用前景。

1 AHP简介

AHP是美国学者 T. L. Saaty在 1977年提出的一种定性与定量相结合的决策分析方法^[1]。它将影响问题的定性的、主观的因素通过判断矩阵进行量化,再结合定量信息进行综合决策,为受定性因素影响较多的问题提供科学的决策依据。AHP的求解过程如下。

1)将复杂的问题层次化,形成由目标层、准则

层、指标层和方案层组成的递阶层次结构,如图 1所示。其中目标层为一个元素,是问题的最终目的;将影响问题决策的几个大方面作为准则层;指标层是准则层的细化,其中的元素均隶属于准则层中的一个或多个元素;方案层是待选的各个方案。

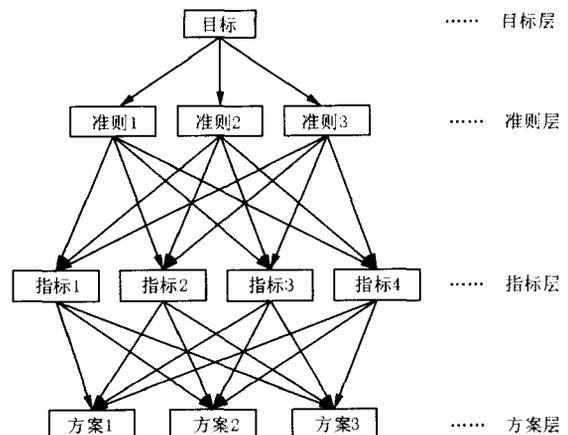


图 1 递阶层次结构图

Fig 1 Recursion order hierarchy structure

2) 采用“1 - 9 标度法”形成判断矩阵,如表 1所示。判断矩阵的实质^[2]是一个主观评判的过程,通过专家对某一层次中的所有元素,以所属的上一层次中的某元素为准则进行两两比较,确定哪一个重要和重要的程度。

3) 检验判断矩阵的一致性。如果比较的因素较多,形成的判断矩阵不易达到一致性要求^[1],不符合一致性的判断矩阵会导致错误的决策结果。因此,要对判断矩阵的一致性进行检验。

4) 通过逐层计算^[1],得到方案层对目标层的权重,比重最大的一个即为待选方案中的最优方案。

表 1 1-9 标度法说明

Tab 1 Details of 1-9 scaling method

标度	A_{ij} 说明	A_{ji}
1	表示 A_i 与 A_j 相比同等重要	1
3	表示 A_i 比 A_j 稍微重要	1/3
5	表示 A_i 比 A_j 明显重要	1/5
7	表示 A_i 比 A_j 非常重要	1/7
9	表示 A_i 比 A_j 绝对重要	1/9
2, 4, 6, 8	表示重要度介于两数之间	

从上面的分析得出,与传统的决策方法相比,AHP有如下的特点和优势:

1) 能够充分考虑定性因素的影响作用,加强选择依据的可靠性,消除了传统决策方法由于定性因素影响过大带来的判断失误,并可多目标化为一个主目标,是解决多准则、多目标问题行之有效的方法。

2) 将专家的经验判断融入递阶层次结构中,对问题进行综合分析评判,改善了传统方法片面注重量化信息、缺乏柔性判断的不足。

3) 传统决策方法往往数学模型复杂,数据量大。AHP采用“1-9标度法”并结合专家评判形成判断矩阵,再通过简单易懂的数学计算得到量化结果,方法科学简单。

但是,传统的 AHP 仍然存在不足之处:

1) 比较因素较多时,判断矩阵不易达到一致性,且调整困难,这是 AHP 应用的最大局限。

2) 不能较好地处理不确定性因素。

3) 各专家对于指标之间的重要度判断不同,易存在个人主观片面性。

针对上述缺陷,已有大量学者对 AHP 进行了改进。文献 [3] 首先对判断矩阵不一致的形成机理做出详细的分析。在此基础上,文献 [4~6] 等分别采用不同的方法对判断矩阵的一致性加以改进,但调整过程复杂。文献 [7] 针对传统 AHP 判断矩阵的一致性检验困难且判断标准缺乏科学依据、“1-9 标度法”与人的思维差异显著等不足,首先提出模糊层次分析法 (FAHP) 的概念。近几年,许多学者将目光集中在 FAHP 上,针对排序和模糊判断矩阵的一致性取得了大量的理论研究成果。文献 [8] 在前人的工作基础上得出简明排序的计算公式,完善了 FAHP 的排序原理。文献 [9~11] 等采用不同的方法对模糊判断矩阵的一致性校验及调整方法进行改进,应用效果良好。针对决策问题中的不确定性、不完全性因素的处理,一些研究者将模糊数学理论、灰色统计决策方法、可拓学等引入 AHP

中,使决策的可靠性得以提高。如文献 [12] 将区间灰数的白化处理方法与 AHP 相结合,提出灰色层次分析法的概念;文献 [13] 基于可拓集合理论,引出可拓层次分析法的概念,并将其应用到实际决策问题中,取得了满意的结果。

2 AHP 在电力系统中的研究现状

电力系统的发、输、配电等环节均存在方案优选、体系评估、可行性判断等问题,需要引入决策方法作为辅助决策手段。上世纪 90 年代,AHP 在电力系统中的应用初见端倪。

2.1 在发电侧的应用

1) 发电技术中的优化综合评判

AHP 在发电方式选择和机组组合两个方面均取得了可喜的研究成果。尤其对机组组合问题的探讨为我国电力市场化后的发电计划编制提供了借鉴。

发电方式随着能源动力的发展逐渐多样化。但每种技术均不能综合兼顾经济、环保、社会等多方效益。传统的仅从经济角度考虑某种发电技术在特定环境下的优越性是有失偏颇的。文献 [14, 15] 采用层析分析法考虑投资成本回收、环保及资源利用、能源结构改善等各项影响指标,对发电方式进行综合效益评估,突破了以往单一评价发电技术的局限性。

机组组合问题是编制发电计划的核心内容。引入电力市场竞争机制后,机组组合问题的最终目标从满足各种运行约束下使运行费用最低变为购电费用最小,且与负荷需求、发电成本曲线、不同时间段的投标/售电价格、启停费用、不同发电单元的相关重要度等因素密切相关。传统的优化算法如动态规划法、拉格朗日松弛法等在处理上述综合因素时存在较大的局限性^[16]。文献 [17, 18] 将 t 时段的机组组合问题分为三步处理,第一步综合考虑 t 时段的发电成本、启停费用等影响因素,采用 AHP 计算出各机组单元权重。第二步进行约束条件检验。最后将前两步的结果作为内点法优化潮流的输入值进行计算。此方法为我国实现电力市场后的机组组合问题提供了一种新思路。

2) 规划中的发电厂选址

AHP 用于发电厂选址的研究工作开展得比较早,其中对火电厂选址的应用较为成功。作为电力规划中的一项基本任务,发电厂的合理选址能够节约资金,促进地区发展,提高用电质量及优化电力资源调配等。但厂址的选择受到诸多经济、环境、技术

等因素的影响,其中定性因素占很大比重且又难以量化。文献[19,20]采用AHP综合分析上述因素确定厂址方案,但对不确定性因素没有进行处理。文献[21]将灰色统计决策方法引入AHP中,用以处理某些灰色因素,提高了决策的可靠性。

3) 电力建设工程项目评价

AHP综合环境保护、能源结构合理化、可持续发展等影响因素用于电力建设工程项目的可行性评估,突破了传统方法仅从经济效益角度考虑的不合理性。文献[22,23]将AHP与德尔菲法相结合,建立火电厂工程综合评价模型。德尔菲法的应用很好地解决了AHP中个人评判片面性的缺陷。文献[24]采用AHP对水电工程进行综合评定,应用模糊数学对单指标进行评价,避免了由于指标的不确定影响决策的可靠性。文献[25]采用AHP为国际BOT(Build-Operate-Transfer)水电项目建立风险评价指标体系,此方法已应用于实际中,效果良好。

2.2 在输配电系统中的应用

AHP在电网规划方案优选和变电站选址等输配电系统中的应用是近几年研究的热点。由于城乡生活水平不断提高,电力需求持续增加,地区电网亟待做出相应的改造和扩建。但满足技术可行性的方案众多,需要综合考虑特定地区的环保、经济、发展潜力等多种影响因素进行方案优选。文献[26]将AHP与关联函数的优度评价法相结合,考虑了投资费用、系统可靠性等因素进行综合评判。文献[27]将AHP与模糊数学相结合建立城网改造社会效益评价体系,评价结果为城网改造项目的可行性研究提供了有力依据。文献[28,29]介绍了基于三角模糊数的模糊AHP,为城市电网规划决策综合评判提供了一种新思路。

变电所的选址是电网规划中的关键一环,选址工作与负荷分配、现有电网状况、线路走廊、所址地形地质、防洪、防污、城乡发展规划^[30]等因素密切相关,给选址增加了难度。文献[30]将AHP与模糊综合评判法结合,对被选所址进行综合评判,为选址提供了科学依据。

从文献可看出,对AHP的研究还主要集中在发输电规划方面。近几年,已有学者把AHP引入到配电系统中,进行初步研究。如文献[31]采用AHP改善物元模型中的权值,对电力市场环境下的配电系统可靠性进行评价。该方法具有较强的可靠性和实用性。文献[32]将配电网故障恢复涉及的多个目标通过AHP转化为一个综合权重目标,使问题的

求解得以简化。

2.3 在电力负荷预测中的应用

AHP实质是一种权重计算方法。近年来,已有学者研究采用AHP在综合各种影响负荷发展因素的基础上,将多种预测方法取长补短加以组合,用以提高预测精度。

电力负荷的发展受到政策调整、经济发展、用电行业比例调整等影响。短期负荷还要受到气候、日型等敏感因素的影响。这些定性信息难以用计量方法来量化。特别是进入电力市场化运营后,影响负荷发展的因素增多且存在较大的不确定性^[33],采用只考虑定量信息的预测方法显然不能达到预测精度的要求。虽然大量学者结合影响负荷的定性因素对预测方法进行改进,但由于各种方法的运用机理不同,每种方法往往只能考虑部分因素。因此,采用AHP将各种预测方法优势互补用于负荷预测,具有重大的现实意义。文献[34]运用AHP对电力消费影响因素的评价进行初步的探讨。文献[35,36]采用AHP综合考虑影响负荷预测的各种因素,得出多种预测方法的权重。但是模型考虑的影响因素还不够全面,细化程度不强。

除上述三大方面外,在电力系统中的其它环节均有学者用AHP进行初步的探讨。如综合资源规划评估^[37,38];文献[39]尝试用AHP完善电能质量评估体系等。

3 AHP在电力系统中的应用前景

AHP的优势是将定性定量影响因素综合评判,以提高决策的可靠性。在电力系统中,工程项目、厂站、输配电系统的增容改建,以及由于负荷发展和电源建设的不确定性^[33]导致电网方案的多样性等,凭借经验分析难以得出最佳方案。基于AHP的优势,可采用AHP综合分析影响决策的各种因素,并结合德尔菲法帮助规划人员判断。

AHP可综合影响企业发展的各种因素进行评判,为企业的生产、营销等方面找出潜在的问题,因此在经济领域常被用作企业诊断。电力系统中也存在电力企业评估问题。进入电力市场化运营后,发电公司和电网公司作为独立的经济运营体参与市场竞争,原有的考核机制已不适应市场环境下的需求,需要做出相应的调整。文献[40]用AHP尝试为电网公司建立一套市场环境下的考核评估体系。文献[41]运用AHP初步构造了电力行业用户满意度指数模型。用AHP重新制订电力企业考核评价体系,

是其在电力系统中的应用前景之一。

电力系统中,很多问题的解决要靠多种方法的优势组合。AHP虽然是一种方案优选的决策方法,但实质是一种权重计算方法。在解决方法中如关联函数的优度评价法、相关分析法、物元模型分析法等要求计算权重时,可考虑采用 AHP辅助实现。在负荷预测中,可考虑用 AHP结合影响负荷发展的多种因素,计算多种预测方法的权重,再将各方法按照权重加以组合,用以提高预测精度。AHP作为一种权重计算方法与其他方法的优势互补在电力系统中也将会有很好的应用前景。

4 结论

AHP将复杂的问题层次化,能够综合分析处理多种影响因素,是解决多准则、多目标决策问题行之有效的办法。电力系统中存在诸多受定性和定量因素综合影响的决策问题,将 AHP引入其中是一个值得研究的途径。但是,由于电力行业有其自身的特殊性,要使 AHP在电力行业中充分地发挥作用,还需要对影响问题的灰色因素进行深入的研究和探讨。

参考文献:

- [1] 刘新宪,朱道立.选择与判断[M].上海:上海科学普及出版社,1990.
LU Xin-xian, ZHU Dao-li Selection and Judgement [M]. Shanghai: Shanghai Science Trade Press, 1990.
- [2] 梁世铭. Saaty氏层次分析法的改进[J]. 工科数学, 1995, 11(2): 140-143.
LIANG Shi-ming The Improvement for Saaty's AHP[J]. Journal of Mathematics for Technology, 1995, 11(2): 140-143.
- [3] 王中胜,李敏强,寇纪淞.层次分析法判断矩阵不一致性的形成机理和一种修正方法[J]. 系统工程理论与实践, 1995, (9): 36-43.
WANG Zhong-sheng, LI Min-qiang, KOU Ji-song Formation Analysis of the Inconsistency of AHP Matrix and an Adjustment Method[J]. Theory and Practice in Systems Engineering, 1995, (9): 36-43.
- [4] 徐泽水.判断矩阵一致性改进的一种实用方法[J]. 系统工程, 1998, 16(6): 61-63.
XU Ze-shui A Practical Method for Improving Consistency of Judgment Matrix[J]. Systems Engineering, 1998, 16(6): 61-63.
- [5] 杨永清.层次分析法中判断矩阵不一致性调整方法研究[J]. 运筹与管理, 1999, 8(3): 12-16.
YANG Yong-qing Study on Adjustment Method for the Unconsistency of the Judgment Matrix in AHP[J]. Operation Research and Management Science, 1999, 8(3): 12-16.
- [6] 魏翠萍,章志敏.一种改进判断矩阵一致性的算法[J]. 系统工程理论与实践, 2000, (8): 62-66.
WEI Cui-ping, ZHANG Zhi-min An Algorithm to Improve the Consistency of a Comparison Matrix[J]. Theory and Practice in Systems Engineering, 2000, (8): 62-66.
- [7] 张吉军.模糊层次分析法(FAHP)[J]. 模糊系统与数学, 2000, 14(2): 80-88.
ZHANG Ji-jun Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 2000, 14(2): 80-88.
- [8] 吕跃进.基于模糊一致矩阵的模糊层次分析法的排序[J]. 模糊系统与数学, 2002, 16(2): 79-85.
LÜ Yue-jin Weight Calculation Method of Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 2002, 16(2): 79-85.
- [9] 宋光兴,杨德礼.模糊判断矩阵的一致性检验及一致性改进方法[J]. 系统工程, 2003, 21(1): 110-116.
SONG Guang-xing, YANG De-li Methods for Identifying and Improving the Consistency of Fuzzy Judgment Matrix[J]. Systems Engineering, 2003, 21(1): 110-116.
- [10] 许若宁. Fuzzy判断矩阵的一致性修正[J]. 数学研究与评论, 2003, 23(1): 173-176.
XU Ruo-ning Consistent Correction for Fuzzy Judgment Matrix[J]. Journal Mathematical Research and Exposition, 2003, 23(1): 173-176.
- [11] 姜艳萍,樊治平.模糊判断矩阵一致性的调整方法[J]. 数学的实践与认识, 2003, 33(12): 82-87.
JIANG Yan-ping, FAN Zhi-ping A New Method for Regulating the Consistency of Fuzzy Judgment Matrix[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2003, 33(12): 82-87.
- [12] 谢乃明,刘思峰.灰色层次分析法及其定位求解[J]. 江南大学学报, 2004, 3(1): 87-89.
XIE Nai-ming, LIU Si-feng Grey Analytic Hierarchy Process and Its Position Solving[J]. Journal of Southern Yangtze University, 2004, 3(1): 87-89.
- [13] 高洁,盛昭瀚.可拓层次分析法研究[J]. 系统工程, 2002, 20(5): 6-11.
GAO Jie, SHENG Zhao-han A Study on the Extension AHP Method[J]. Systems Engineering, 2002, 20(5): 6-11.
- [14] 黄飞.洁净燃煤发电系统综合性能的赋权相关分析[J]. 燃气轮机技术, 2000, 13(4): 34-36.
HUANG Fei The Application of Weighting Correlation Analysis to Assess the General Performance of Clean Coal-fired Power Generating Systems[J]. Gas Turbine Technol-

- ogy, 2000, 13 (4): 34-36
- [15] 周宏,戴韧,黄婷,等.发电技术综合评价的层次分析法[J].电力建设,2001,22(4):23-25.
ZHOU Hong, DA I Ren, HUANG Ting, et al AHP for Power Generation Technique [J]. Electric Power Construction, 2001, 22 (4): 23-25.
- [16] 王承民,郭志忠.电力市场环境解决机组组合问题的新方法[J].电力自动化设备,2001,21(11):14-17.
WANG Chengmin, GUO Zhi-zhong A New Method of UC in Electrical Power Market[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21 (11): 14-17.
- [17] Momoh J A, Zhu J Z Application of AHP/ANP to Unit Commitment in the Deregulated Power Industry[A]. IEEE International Conference 1998 1: 817-822
- [18] Momoh J A, Zhu J Z Optimal Generation Scheduling Based on AHP/ANP[J]. IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics-Part B, 2003, 33(3): 531-535.
- [19] 吕蓬,邢棉,康怡.火电厂选址最优规划中的层次分析法[J].华北电力学院学报,1994,21(4):99-105.
L üPeng, XNGMian, KANG Yi AHP of Optimum Programming for Sites of Thermal Power Plants[J]. Journal of North China Institute of Electric Power, 1994, 21 (4): 99-105.
- [20] WANG Guang-sheng, HU Zhao-guang, et al Decision Support System for Thermal Power Plant Siting [A]. IEEE Region 10th Conference 1993 385-387.
- [21] 牛东晓.火电厂选址最优决策中的灰色层次分析法[J].电网技术,1994,18(6):27-31.
N U Dong-xiao. The Gray Layer Analysis Method for Optimal Siting of Thermal Power Plant[J]. Power System Technology, 1994, 18(6): 27-31.
- [22] 陈坚红,盛德仁,李蔚,等.火电厂工程多目标综合评价模型[J].中国电机工程学报,2002,22(12):152-155.
CHEN Jian-hong, SHENG De-ren, LI Wei, et al A Model of Multi-objective Comprehensive Evaluation for Power Plant Projects[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(12): 152-155.
- [23] 陈坚红,盛德仁,李蔚,等. Delphi和 AHP集成的火电建设工程模糊综合评价方法[J].热能动力工程,2003,18(3):304-307.
CHEN Jian-hong, SHENG De-ren, LI Wei, et al Fuzzy and Comprehensive Evaluation Method for a Thermal Power Plant Construction Project by the Integration of Delphi Method and AHP[J]. Journal of Engineering for Thermal Energy and Power, 2003, 18(3): 304-307.
- [24] 甄达福.模糊层次分析法在水电工程中的应用[J].湖南水利,1997,(3):24-27.
ZHEN Da-fu Fuzzy AHP for Water and Electricity Project [J]. Hunan Water Power, 1997, (3): 24-27.
- [25] 李百胜,戚蓝.国际 BOT水电项目风险分析与评价[J].水利发展研究,2002,2(7):15-17.
L I Bai-sheng, Q I Lan Analysis and Evaluation in International BOT Water and Electricity Projects[J]. Water Resources Development Research, 2002, 2(7): 15-17.
- [26] 高洁,唐国庆.基于关联函数的电网规划优度评价法[J].系统工程理论方法应用,2000,9(4):340-344.
GAO Jie, TANG Guo-qing The Superiority Evaluation Method of Power Network Planning Based on the Dependent Function[J]. Systems Engineering-Theory Methodology Applications, 2000, 9(4): 340-344.
- [27] 李晓英,孙红星.城网改造社会效益的模糊综合评价[J].河北理工学院学报,2001,1(1):36-39.
L I Xiao-ying, SUN Hong-xing The Society Benefit's Fuzzy Synthesize Estimation on the City Electrical Power System Reconstruction[J]. Journal of Hebei Institute of Technology, 2001, 1(1): 36-39.
- [28] 肖峻.城市电网规划计算机辅助决策新技术的研究与实现[D].天津:天津大学,2003.
XIAO Jun A Study and Implementation on New Technologies of Computer Decision-making Support for Urban Power System Planning [D]. Tianjin: Tianjin University, 2003.
- [29] 陈大,肖峻,王成山.基于模糊层次分析法的城市电网规划决策综合评判[J].电力系统及其自动化学报,2003,15(4):83-88.
CHEN Da, XIAO Jun, WANG Cheng-shan A FAHP - Based MADM Method in Urban Power System Planning [J]. Proceedings of the EPSA, 2003, 15(4): 83-88.
- [30] 贾德峰,许轶珊,任群.用模糊综合评判法评价变电所所址[J].河南科学,2003,21(3):348-350.
JIA De-feng, XU Yi-shan, REN Qun Application of Fuzzy General Evaluation in Substation Locating [J]. Henan Science, 2003, 21(3): 348-350.
- [31] 牛东晓,任峰,陈莉,等.配电系统可靠性评价的物元模型分析[J].华北电力大学学报,2003,30(6):52-54.
N U Dong-xiao, REN Feng, CHEN Li, et al Matter-element Model on Dependability Evaluation of Electricity Distribution System [J]. Journal of North China Electric Power University, 2003, 30(6): 52-54.
- [32] HUANG Chao-ming Multiobjective Service Restoration of Distribution Systems Using Fuzzy Cause/Effect Networks [J]. IEEE Trans on Power Systems, 2003, 18, (2): 867-874.
- [33] 刘巍.浅谈电力市场下电网规划的基本思路[J].广东电力,2004,17(1):14-16.
L U Wei Power Grid Planning Under Electricity Market

- [J]. Guangdong Electric Power, 2004, 17(1): 14-16
- [34] 陈莉, 牛东晓, 董双武. 电力消费影响因素评价的改进灰色关联分析[J]. 华北电力大学学报, 2003, 30(1): 61-64.
CHEN LI, NIU Dong-xiao, DONG Shuang-wu Improved Gray Relevant Analysis of Influencing Factors Evaluation in Electric Power Consumption[J]. Journal of North China Electric Power University, 2003, 30(1): 61-64.
- [35] 刘赛, 陈光东. 层次分析法在电力负荷组合预测中的应用[J]. 长沙电力学院学报, 2002, 17(4): 41-43.
LIU Sai, CHEN Guang-dong Application of AHP on the Electric Power Load Combination Forecasting[J]. Journal of Changsha University of Electric Power, 2002, 17(4): 41-43.
- [36] ZHOU Ren-jun, DUAN Xian-zhong Optimal Combined Load Forecast Based on the Improved Analytic Hierarchy Process[J]. Power System Technology, 2002, (2): 1096-1100.
- [37] Clarke R R. Validation and Legitimation of an Analytic Hierarchy Approach to Integrated Resource Planning for Electric Utilities[A]. Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference. 1997. 2197-2201.
- [38] Clarke R R. Choosing an Integrated Resource Plan for Electric Utilities: An Analytic Hierarchy Approach [A]. Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference. 1996. 1592-1597.
- [39] Farghal S A, Kandil M S, Elmitwally A. Quantifying Electric Power Quality via Fuzzy Modelling and Analytic Hierarchy Processing [J]. IEE Proceedings on Gener, Transm and Distrib, 2002, 149: 44-49.
- [40] 周任军, 万天林, 杨宇, 等. 基于 AHP 的电网公司综合评价体系的研究[J]. 中国电力, 2002, 35(9): 39-43.
ZHOU Ren-jun, WAN Tian-lin, YANG Yu, et al Evaluation System for Assessment of Integrated Strength in Grid Company Based on AHP [J]. Electric Power, 2002, 35(9): 39-43.
- [41] 邹小燕. 电力行业用户满意度指数模型的构建与测算[J]. 电力需求侧管理, 2003, 5(1): 30-33.
ZOU Xiao-yan Constructing and Calculating the Customer Satisfaction Index of Chinese Electricity Industry [J]. Power DSM, 2003, 5(1): 30-33.

收稿日期: 2004-06-17; 修回日期: 2004-08-24

作者简介:

赵云飞(1978-),女,硕士研究生,主要从事电力系统负荷预测方向的研究;E-mail: zhao_yun_fei@sohu.com

陈金富(1972-),男,博士后,主要从事电网规划及运行,FACTS技术等方向的研究;

郭文利(1977-),男,助理工程师,从事电力系统继电保护培训及管理工作。

The analytic hierarchy process and its application in power decision making system

ZHAO Yun-fei¹, CHEN Jin-fu¹, GUO Wen-li²

(1. College of Electric and Electronic Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: Judgement matrix is used to quantify various qualitative influential factors by AHP, and combines quantitative information to synthetically solve problem. This paper introduces principle, characteristic and improvement of AHP, which has developed more than twenty years. To the primary application of AHP in power decision-making system, study and application status are summarized in this paper. It also points out that the proposed method in power system planning, corporation evaluation system in power market environment and load forecasting may have a good prospect in power industry combining with other methods.

Key words: analytic hierarchy process; power system; judgement matrix

(上接第 82 页 continued from page 82)

Analysis of reason for the aggravation of primary system after arc-suppression coil connected

LIU Qing-fan

(Institute of Relay Protection, Liaoyang Power Supply Co., Ltd, Shengyang 111000, China)

Abstract: Based on the data analysis of 10kV arc-suppression coil operation in the western of Liaoyang and working principle of arc-suppression coil, the reason for the aggravation of 10kV system's imbalance is analysed in theory. The influences of harmonics filter are found out, and the best operation grade of arc-suppression coil is selected according to the rules of operation.

Key words: data; arc-suppression coil; imbalance