

《3C 绿色电网建设评价标准》指标量化方法

蔡振华¹, 张军², 刘倩妮³, 刘洋帆³, 张宇峰³

(1. 中国南方电网有限责任公司, 广州 510623; 2. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663;
3. 华南理工大学, 广州 510641)

摘要: [目的]通过指标梳理、指标量化工作, 分析得到绿色电网变电、线路、配网的一级、二级、三级指标权重。[方法]南方电网公司于2013年印发了《3C绿色电网建设评价标准》, 用于指导南方电网公司绿色电网的建设工作。在该标准推广过程中, 研究人员发现该标准采用“清单式”评价体系, 对项目选用技术的引导性较弱。2017—2018年, 南方电网开展标准修订工作。此次指标权重的确定, 采用的是群体专家层次分析法, 该方法结合了群体专家法与层次分析法的优点, 依托于群体专家的决策, 同时通过数学方法减少群体专家决策误差, 适用于绿色电网指标量化工作。[结果]建立包含决策层、高级科技人才的专家库, 面向决策层开展一级指标评分工作, 面向高级科技人才组开展二、三级指标评分工作, 按照层次分析法梳理和量化绿色电网评价指标。[结论]群体专家层次分析法适用于此次绿色电网量化评价工作。此次指标量化工作, 为绿色电网的量化评价工作, 打好坚实的基础。

关键词: 指标量化; 绿色电网; 群体专家层次分析法; 权重

中图分类号: TM715

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2019)S1-0103-04

Index Quantification Method of 3C Green Power Grid Construction Evaluation Standard

CAI Zhenghua¹, ZHANG Jun², LIU Qianni³, LIU Yangfan³, ZHANG Yufeng³

(1. China Southern Power Grid Co., Ltd., Guangzhou 510623, China;

2. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;

3. South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: [Introduction] By combing and quantifying the indexes, the weights of the first, second and third grade indexes of the green power grid are obtained. [Method] In 2013, China Southern Power Grid Company issued "3C Green Power Grid Construction Evaluation Standard", which was used to guide the construction of Green Grid of Southern Power Grid Company. In the process of standard extension, researchers found that the standard used a "list" evaluation system, which had a weak guiding effect on the selection of technology for the project. In 2017 and 2018, Southern China Power Grid Company launched a revision of the standards. The weight of the index is determined by the group expert analytic hierarchy process, which combines the advantages of the group expert method and the analytic hierarchy process method, and relied on the decision making of the group expert, and reduces the error of the group expert decision by mathematical method. It was suitable for the quantification of green power grid. [Result] Setting up a pool of experts that includes leaders and technological experts, carry out the first-level index scoring work for the leaders, and carry out the secondary and tertiary index scoring work for the technological experts. According to analytic hierarchy process (AHP), the evaluation indexes of green power grid is combed and quantified. [Conclusion] Group expert Analytic hierarchy process (AHP) is suitable for the quantitative evaluation of green power grid. This index quantification work is the solid foundation for the green grid quantification appraisal work.

Key words: index quantification; green power grid; group analytic hierarchy process; weight

收稿日期: 2019-03-12 修回日期: 2019-05-06

基金项目: 中国南方电网有限责任公司科技项目“中低压配网工程造价数据优化及应用研究”GDKJXM20161561(037700KK52160003)

2011年, 南方电网公司基建部提出了建设绿色电网的设想, 于2013年印发了《3C绿色电网建设评价标准》, 用于指导南方电网公司绿色电网的建

设工作,并选取了部分工程进行绿色变电站和线路的试点。在绿色电网的试点建设过程中,取得了一定的经验和成绩,也发现了一些问题。

《3C绿色电网建设评价标准》采用逐项累计条文得分的方式进行评价,并根据得分进行等级划分。条文分值均等,每条1分。这种评价方法,不利于评价具体项目所采用的具体技术的深度,不能有效地拉开星级之间的距离。

2017—2018年,南方电网开展标准修订工作,通过指标梳理、指标量化工作,分析得到绿色电网变电、线路、配网的一级、二级、三级指标权重,为绿色电网的量化评价工作,打好坚实的基础,以使标准更利于绿色电网的推广。

1 指标量化方法

评价标准量化方法的发展有三个阶段^[1],第一阶段,未进行指标量化,采用“清单式”评价体系;第二阶段,对指标进行量化,但未建立独立的权重体系,权重隐含在分值分布中;第三阶段,对指标进行量化,且建立了独立的权重体系和条文赋分;如图1所示。

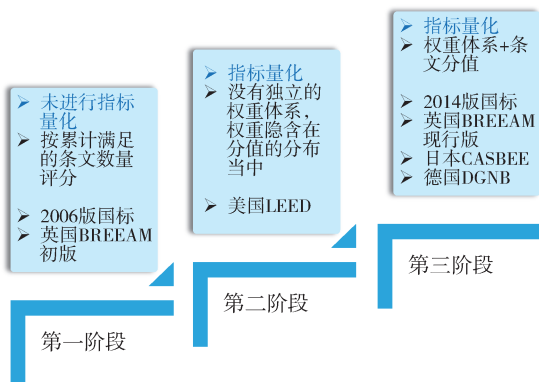


图1 绿色建筑评价标准发展阶段

Fig. 1 Development stage of green building evaluation standard

《3C绿色电网建设评价标准》即采用第一阶段“清单式”评价体系。从南方电网公司2016年开展的绿色电网建设后评价调研工作可知,“清单式”评价方法,不能按照类别措施难易程度区别对待,对项目选用技术的引导性较弱。此次修订,采用第三阶段指标量化方法,建立独立的权重体系,并对条文进行赋分。

指标量化的核心在于指标权重的赋值。对权重赋值方法进行调研可知,权重取值方法主要有主观

赋权法、客观赋权法两类^[2],如图2所示。

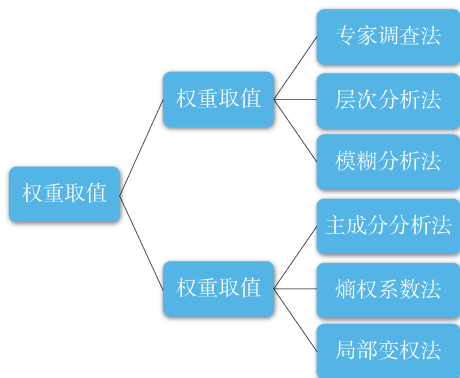


图2 权重取值方法

Fig. 2 Methods for weight quantification

绿色电网的各项具体指标对“四节一环保”总目标的重要程度,缺乏大数据支持,需依赖工程经验进行评测,因此,应采用主观赋权法。参考绿色工业建筑指标体系^[3]的权重确定方法,可采用群体专家层次分析法。

群体专家层次分析法,是结合了专家调查法^[4]和层次分析法(AHP)^[5]的评价方法,通过背靠背式的专家问卷调查进行,经过多层次的排序和筛选确定权重,是当前绿色建筑评价体系采用的主流权重制定方法^[6-7]。

2 指标梳理及量化

2.1 指标梳理

层次分析法是由美国运筹学家、匹兹堡大学的Saaty教授于20世纪70年代初提出的决策方法。由于层次分析法(AHP)在理论上具有完备性,在结构上具有严谨性,在解决问题上具有简洁性,其在计划制定、方案排序、政策分析等各个领域都得到了广泛应用^[8]。层次分析法也曾被应用于电网项目评价中^[9]。

用层次分析法解决大型复杂的决策问题主要分三步,首先建立问题的层次结构模型;其次偏好分析,寻求分层权重;最后综合数据,寻求综合权重。

根据层次分析法的要求,将原标准“两阶指标体系”升级为“三阶层次结构指标体系”,并将原标准的控制项、一般项、优选项,调整为控制项、评分项,为下一步指标量化工作作准备。梳理的原则是可行性、优质化,和时效性。

2.1.1 指标分层

“一级指标”为绿色电网的总体优化目标:节地与土地利用、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料利用、站内外环境质量与环境保护、施工管理、运营管理。原标准仅包含“四节一环保”五个一级指标,修订后新增施工管理、运营管理两项一级指标。

以“一级指标”为目标,分析为实现“一级指标”所应达成的几个方面,得到“二级指标”。例如,为实现变电站节地的目标,应考虑站址规划、道路规划、场地布置、设备布置四个方面,因此,将这四个方面作为节地部分的“二级指标”。

以“一级指标”作为目标,以“二级指标”作为优化方向,分析为实现“二级指标”所应采取的具体技术措施,得到“三级指标”。例如,为实现“一级指标”节地的目标,在“二级指标”站址规划方面,应考虑选址合规、场地安全、占地面积、统筹规划、可再生地……等几个要素,因此,将选址合规、场地安全等要素作为节地部分的“三级指标”。

原标准为“两阶指标体系”,可分别对应修订后的“一级指标”和“三级指标”。需以“一级指标”为导向,确定“二级指标”,并在此基础上将“三级指标”归类。然后,参照 2013 年后发布的相关国家、省市、行业标准对“三级指标”进行查漏补缺。

2.1.2 指标整理

“三级指标”中控制项不参与评分,同一“一级指标”所属的“三级指标”合计总分为 100 分,再根据“一级指标”权重进行加权。“二级指标”、“三级指标”的权重均为得到“三级指标”分值而存在:三级指标分值 = 二级指标权重 × 三级指标权重 × 100。

原标准控制项指标较多,建议仅保留项目必须达到的指标作为控制项,其余指标调整为评分项。将原标准的一般项、优选项调整为修订后标准的评分项。参照 2013 年至今国家、省市、行业发布的相关标准,对原标准同类指标的条文进行修订和新增。

2.2 指标量化

2.2.1 确定专家组

本文以绿色变电站节地部分二级指标量化为

例,说明绿色电网指标量化工作。评分专家组由“四节一环保”及施工、运营各专业的专家组成。参考文献^[7],专家人数应大于 4 人,才可保证由群体专家得到的权重值数据结果可信。此次参与绿色变电站节地部分评分工作的专家共 6 名,专家构成为:高校 1 名,科研机构 1 名,设计单位 2 名和建设单位 2 名,如图 3 所示。

2.2.2 专家打分

专家填写判断矩阵表。矩阵表如表 1 所示,其中 A_{ij} 由专家填写。 A_{ij} 是判断矩阵纵坐标和横坐标对比的结果,成对比较基于 Saaty 教授给出的 9 级比例标尺^[8],将决策者的将偏好判断数量化。 A_{ij} 的范围如下:

$$1 \leq A_{ij} \leq 9 \quad (1)$$

表 1 判断矩阵表

Tab. 1 Judgement matrix table

节地	站址规划	道路规划	场地布置	设备布置
站址规划	1	A_{12}	A_{13}	A_{14}
道路规划	$1/A_{12}$	1	A_{23}	A_{24}
场地规划	$1/A_{13}$	$1/A_{23}$	1	A_{34}
设备布置	$1/A_{14}$	$1/A_{24}$	$1/A_{34}$	1

例如,为实现“节地”的目标,假如专家认为“站址规划”比“道路规划”更重要,则专家填写 A_{12} 的取值为大于 1 小于 9 的整数,具体数值由专家自行判断。

为保证专家填写的判断矩阵表的一致性,对判断矩阵表进行一致性检验。判断矩阵的一致性指标为:

$$C. I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

式中: λ_{\max} 为判断矩阵的最大特征值。判断矩阵的特征向量和特征根采用方根法计算。当 $\lambda = n$ 时, $C. I. = 0$, 矩阵为完全一致性矩阵。当 $C. I. \neq 0$ 时,应继续判断以下指标:

$$C. R. = C. I. / R. I. \quad (3)$$

式中: $R. I.$ 为随机一致性指标,具体数值参考文献^[7,9]。当 $C. R. < 0.1$, 则该矩阵是满意一致性矩阵,通过检验;如 $C. R. \geq 0.1$, 则应重新核实矩阵中的数值,直至通过一致性检验。通过一致性检验的判断矩阵,其特征向量进行归一化处理后就各要素的权重值。

确保各个专家的打分结果均通过一致性检验

后, 汇总专家的评分结果, 得到各个专家评分所得的权重值。绿色变电站节地的二级指标专家评分结果如图3所示。

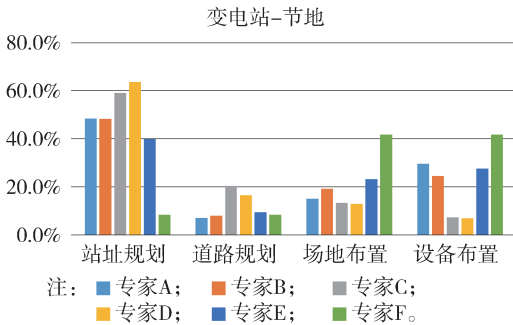


图3 节地部分(变电站)专家打分结果

Fig. 3 Expert scoring results of land conservation (substation)

2.2.3 确定指标权重

采用几何平均法合并各个专家的比较矩阵, 得到群体比较矩阵, 并进行一致性检验。群体比较矩阵通过一致性检验, 得到绿色变电站节地二级指标权重。站址规划 43.9%, 场地布置 22.1%, 设备布置 21.6% 和道路规划 12.4%。

3 结论

绿色电网指标量化工作有利于《3C 绿色电网建设评价标准》的推广:

1) 2013 版《3C 绿色电网建设评价标准》采用“清单式”评价体系, 对项目选用技术的引导性较弱。此次修订, 对指标进行量化, 建立独立的权重体系, 将有利于科技含量高、生态环保的优秀技术的推广。

2) 群体专家层次分析法适用于绿色电网指标量化工作, 该方法综合了群体专家法和层次分析法的优势, 可以最大程度的利用专家的决策能力。

3) 采用群体专家层次分析法时, 应注意群体专家的专业背景, 合理选配专家。一级指标的权重, 关系到绿色电网的发展方向, 其专家组应以电网的领导层为主; 二级指标、三级指标的权重, 关系到技术的先进性、可行性, 其专家组应以各专业行业内高级科技人才为主。

4) 采用群体专家层次分析法时, 应注意专家打分环节的准确性、高效性, 通过将判断矩阵表、一致性检验表、权重指标表结合在同一份评分表中,

缩短了单次打分的时间, 确保专家评分工作可在大范围内铺开。

本文介绍了《3C 绿色电网建设评价标准》修订过程中, 对指标的梳理、量化的工作, 介绍了群体专家层次分析法在本次修订过程中的操作步骤, 为以后相关标准的修订提供了很好的参考。

参考文献:

- [1] 李涛, 伍雯臻, 何文芳. 国际典型绿色建筑评价体系比较与综合分析 [J]. 华中建筑, 2015, 33(8): 10-13.
- [2] 薛会琴. 多属性决策中指标权重确定方法的研究 [D]. 兰州: 西北师范大学, 2008.
- [3] 刘猛, 李百战, 姚润明, 等. 基于群体专家层次分析法的绿色工业建筑指标体系权重确定 [J]. 建设科技, 2014(5): 33-37.
- [4] 王玲玲. 专家成员在群体决策中作用的研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2005.
- [5] SAATY T L. How to make a decision; the analytic hierarchy process [J]. Interfaces, 1994, 24(6): 9-26.
- [6] YU W, LI B, YANG X, et al. A development of a rating method and weighting system for green store buildings in China [J]. Renewable Energy, 2015(73): 123-129.
- [7] YANG Y, LI B, YAO R. A method of identifying and weighting indicators of energy efficiency assessment in Chinese residential buildings [J]. Energy Policy, 2010, 38(12): 7687-7697.
- [8] 张炳江. 层次分析法及其应用案例 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [9] 郭晨鑫, 徐笑, 唐晟. 基于 AHP 和熵权法的中压配电网项目投资效益综合评价方法 [J]. 南方能源建设, 2016, 3(增刊1): 9-13.

作者简介:



蔡振华(通信作者)

1983-, 男, 湖北仙桃人, 广东电网有限责任公司高级工程师, 电气工程硕士, 主要从事电网建设研究的工作 (e-mail) 13602416997@139.com。

CAI Z H

(责任编辑 李辉)