

# Implementation strategies and quantitative evaluation model construction for verifiable effectiveness in fine management of orderly electricity consumption

Yingjie Xiong

State Grid Jiangxi Electric Power Co., Ltd. Shangrao Power Supply Branch, Shangrao, Jiangxi, 334000, China

## Abstract

With the increasingly prominent contradiction between power supply and demand, orderly and refined management of electricity consumption has become the key to ensuring stable power supply. To improve the level of orderly electricity management, this article proposes a set of verifiable implementation strategies and constructs a quantitative evaluation model. Based on a detailed explanation of implementation strategies such as intelligent monitoring, load regulation, and user interaction, combined with the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Comprehensive Evaluation Method, a comprehensive and scientific evaluation system is established. Finally, Python simulation was used to evaluate the orderly electricity management situation in a certain region. The results showed that the model can effectively measure management effectiveness, provide decision support for the power sector, and promote the development of refined and scientific orderly electricity management.

## Keywords

orderly use of electricity; Refined management; Analytic Hierarchy Process; Fuzzy comprehensive evaluation method

## 有序用电精细化管理中可验证成效的实施策略与量化评估模型构建

熊颖杰

国网江西省电力有限公司上饶供电分公司, 中国·江西 上饶 334000

## 摘要

随着电力供需矛盾的日益突出,有序用电精细化管理成为保障电力稳定供应的关键。为提升有序用电管理水平,本文提出一套可验证成效的实施策略,并构建量化评估模型,基于对智能监控、负荷调控、用户互动等实施策略的详细阐述,结合层次分析法(AHP)与模糊综合评价法,建立了全面且科学的评估体系。最后,利用Python仿真验证评估某地区有序用电管理情况,结果表明,该模型能有效衡量管理成效,为电力部门提供决策支持,推动有序用电管理向精细化、科学化发展。

## 关键词

有序用电; 精细化管理; 层次分析法; 模糊综合评价法

## 1 引言

在经济快速发展的背景下,电力需求持续增长,电力供应紧张的局面时有发生。为了缓解电力供需矛盾,有序用电逐渐得到了广泛应用,也取得了不错的成果。然而,有序用电的精细化管理程度对于电力供应的稳定性以及社会效益具有深远影响,传统的有序用电管理方式缺乏对管理成效的精准评估,难以满足日益增长的电力管理需求<sup>[1]</sup>。因此,迫切需要研究一种可验证成效的有序用电精细化管理实施策略,并建立相应的量化评估模型,真正提升有序用电的

管理水平。

## 2 有序用电精细化管理的实施策略

### 2.1 建立智能监控与预警系统

智能监控与预警系统是实现有序用电精细化管理的基础,利用先进的传感器技术、通信技术和大数据分析技术,实时监控电力系统的运行状态。在配电网中安装智能电表、负荷监测终端等设备,精准采集用户用电数据,随后,实时分析采集到的用电数据,并结合历史数据和负荷预测模型发现潜在的电力供需不平衡问题。当系统监测到某区域负荷接近或超过预警阈值时,立即启动预警机制,预警信息经过短信、APP推送、电子邮件等多个渠道发送给电力管理人员和相关用户,通知当前的负荷情况、预计达到峰值的时间、可能影响的区域,相关人员收到情报后,立即采取措施干预,

【作者简介】熊颖杰(1991-),女,中国江西高安人,硕士,高级工程师,从事负荷管理研究。

调整用电负荷，避免电力故障发生。

### 2.2 精准负荷调控策略

根据不同用户的用电特性和负荷需求，制定差异化的负荷调控策略。对于工业用户来说，可优先调整选择生产班次、优化生产流程等方式调控负荷。鼓励高耗能企业在电力低谷时段进行生产，将部分生产任务安排在夜间用电低谷期进行，降低高峰时段的用电负荷。而商业用户可考虑调整空调、照明等设备的运行时间和功率。在商场、写字楼等场所，应合理设置空调的温度和运行时间，在非营业时间关闭不必要的照明设备。除此之外，也可以利用智能电网技术对负荷进行控制，远程操控用户的用电设备，调整开关操作或功率<sup>[2]</sup>。对于一些重要的负荷节点，可以考虑安装智能负荷控制器，根据系统的负荷情况自动调整负荷分配。

### 2.3 加强用户互动与宣传

建立良好的用户互动机制，提高用户对有序用电的认知度和参与度。积极举办有序用电宣传活动，向用户普及有序用电的重要性以及当前的有关政策，利用社区宣传、媒体报道、线上讲座等多种形式向用户宣传有序用电的知识和技巧。搭建微信公众号、APP等用户互动平台，用户可随时

登录查看实时用电信息，接收有序用电的通知。用户还可以前往平台反馈自己的用电需求和意见，电力部门根据用户反馈及时调整后续用电方案。对于积极参与有序用电的用户，给予一定的奖励措施，激励更多用户主动地参与到有序用电活动中。

### 2.4 优化应急预案

制定科学合理的应急预案，是应对突发电力供应紧张情况的重要保障。应急预案应涵盖各种可能发生的突发状况，并明确在不同情况下的负荷调控措施、抢修流程和责任分工。定期演练、优化应急预案，提高电力部门的应急响应能力。对真实的突发情况进行模拟，检验应急预案是否可行、有效<sup>[3]</sup>。对于演练过程中发现的问题，要及时整改，真正发挥应急预案在关键时刻的作用。

## 3 量化评估模型构建

### 3.1 评估指标体系构建

参考已有研究成果，并结合有序用电精细化管理的实际需求，从多个维度构建评估指标体系，如图1所示。

在上图1中，涵盖了经济效益指标、社会效益指标、技术指标以及用户参与度指标，各指标评价内容如下：

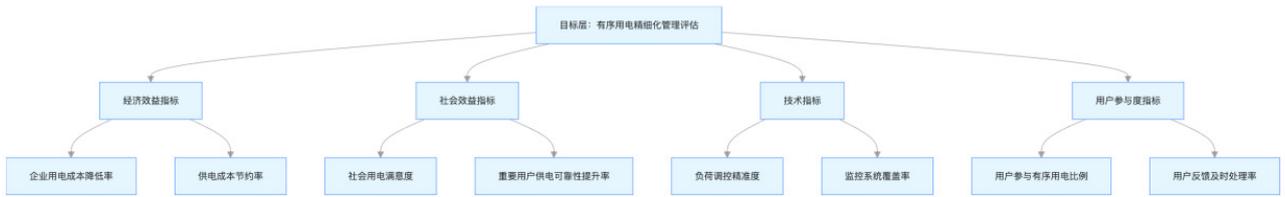


图1 有序用电精细化管理评估指标体系

表1 评价指标的具体内容

| 指标类别    | 具体指标         | 指标含义                  |
|---------|--------------|-----------------------|
| 经济效益指标  | 企业用电成本降低率    | 企业在有序用电管理下实际用电成本的下降幅度 |
|         | 供电成本节约率      | 电力部门在有序用电过程中减少的供电成本   |
| 社会效益指标  | 社会用电满意度      | 社会公众对有序用电管理的认可程度      |
|         | 重要用户供电可靠性提升率 | 衡量对重要用户供电可靠性的改善情况     |
| 技术指标    | 负荷调控精准度      | 表示实际负荷调控量与目标调控量的接近程度  |
|         | 监控系统覆盖率      | 反映智能监控系统在电力网络中的覆盖范围   |
| 用户参与度指标 | 用户参与有序用电的比例  | 体现用户对有序用电管理的支持程度      |
|         | 用户反馈及时处理率    | 反映电力部门对用户反馈的响应速度和处理效率 |

### 3.2 层次分析法确定指标权重

层次分析法(AHP)是一种常用的确定指标权重的方法，基本实施步骤如下：

①建立层次结构模型：将有序用电精细化管理评估问题分为目标层、准则层和指标层。

②构建判断矩阵：从准则层开始，运用1-9尺度构造判断矩阵，对于准则层中经济效益指标(B1)、社会效益指标(B2)、技术指标(B3)和用户参与度指标(B4)之

间的相对重要性，以专家打分构建判断矩阵A。矩阵元素 $a_{ij}$ 表示因素 $i$ 对因素 $j$ 的相对重要性数值， $a_{ij}$ 取值为1、3、5、7、9分别表示两个因素相比， $i$ 与 $j$ 表现程度为第一层级、第三层级、第五层级、第七层级、第九层级； $a_{ij}$ 为2、4、6、8表示上述两相邻判别层级的中值，并且对任何判断矩阵都有 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ 。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

③重要性计算排序：从判断矩阵  $A$  出发，求出矩阵  $A$  的最大特征值  $\lambda_{max}$  所对应特征向量  $\omega$ 。方程为  $\omega = \lambda\omega$ ，所求出的特征向量值  $\omega$ ，即代表各个评价要素的重要性排序，即权重分配。

④一致性检验：为检验权重分配的正确性，需对判断矩阵作一致性检验。计算随机一致性比率  $Q_R = Q_I/H_I$ ，其中  $Q_I$  为一般一致性指标， $Q_I = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$ ； $H_I$  为判断矩阵的平均随机一致性比率， $n$  取值 1、2、3、4、5、6、7、8、9 时，对应的  $H_I$  取值为 0.11、0.15、0.60、0.85、1.56、1.42、1.62、1.71、1.65。当  $Q_R < 0.1$  时，表示判断矩阵  $A$  满足一致性要求；否则，需调整判断矩阵中的元素，使其满足一致性。

按照上述步骤，分别计算准则层对目标层、指标层对准则层的权重。假设经过计算，准则层相对于目标层的权重为  $W_B = (w_{B1}, w_{B2}, w_{B3}, w_{B4})$ ，指标层相对于经济效益指标 (B1) 的权重为  $W_{C1} = (w_{C11}, w_{C12})$ ，相对于社会效益指标 (B2) 的权重为  $W_{C2} = (w_{C21}, w_{C22})$ ，相对于技术指标 (B3) 的权重为  $W_{C3} = (w_{C31}, w_{C32})$ ，相对于用户参与度指标 (B4) 的权重为  $W_{C4} = (w_{C41}, w_{C42})$ 。

### 3.3 模糊综合评价法进行综合评估

模糊综合评价法是利用模糊变换原理，以最大从属度为准则，对研究问题进行综合评估的方法，以下为模糊综合评价法的具体实施步骤：

①确定评价因素集和评语集：评价因素集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ，即评估指标体系中的指标集合；评语集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ ，如  $V = \{\text{优秀}, \text{良好}, \text{中等}, \text{较差}, \text{差}\}$ ，并对每个等级赋予相应的分值： $V = (90, 75, 60, 45, 30)$ 。

②建立模糊关系矩阵：通过专家评价或数据统计等方法，确定每个评价因素对各个评语等级的隶属度，从而建立模糊关系矩阵  $R$ 。例如，对于评价因素  $u_i$ ，其对评语等级  $v_j$  的隶属度为  $r_{ij}$ ，则模糊关系矩阵  $R = (r_{ij})_{n \times m}$ 。

③计算综合评价结果：将指标权重向量  $W$  与模糊关系矩阵  $R$  进行合成运算，得到综合评价结果向量  $B$ ，计算公式为  $B = W \cdot R$ 。 $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ ，其中  $b_j = \sum_{i=1}^n w_i r_{ij}$ ， $j = 1, 2, \dots, m$ 。 $b_j$  表示被评价对象对评语等级  $v_j$  的隶属度。

④计算综合评价值：根据综合评价结果向量  $B$  和评语集对应的分值，计算综合评价值  $S$ ，计算公式为

$$S = \sum_{j=1}^m b_j v_j$$

综合评价值  $S$  能够直观地反映有序用电精细化管理的整体水平。

## 4 仿真验证

### 4.1 数据收集与处理

以某地区电力系统为例实施有序用电精细化管理效果

的评估。从电力部门统计数据、用户调查结果以及智能监控系统采集数据三个渠道获取评估指标体系中各指标的实际值。对于社会用电满意度等定性指标，采用问卷调查的方式，邀请一定数量的用户对有序用电管理进行评价，将评价结果按照相应的标准转化为具体数值。

为了消除不同指标量纲的影响，需要对收集到的数据进行标准化处理，对于供电可靠性提升率、用户参与有序用电比例等正向指标，采用公式  $x_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$  进行标准化；对于逆向指标（如用电成本降低率、负荷调控偏差率等），采用公式  $x_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}}$  进行标准化，其中  $x_i$  为原始数据， $x_{min}$  和  $x_{max}$  分别为该指标数据的最小值和最大值， $x_i$  为标准化后的数据。

### 4.2 模型计算与结果分析

利用 Python 语言编写程序，实现层次分析法和模糊综合评价法的计算过程。根据计算得到的指标权重和模糊关系矩阵，计算该地区有序用电精细化管理的综合评价值。假设经过计算，该地区有序用电精细化管理的综合评价值为  $S = 72$  分，对应评语等级为“良好”。

接下来，分析各准则层指标对综合评价值的贡献，计算各准则层指标的加权得分后发现，经济效益指标得分较高，说明该地区在降低企业用电成本和节约供电成本方面取得了较好的成效；而技术指标得分相对较低，表明在负荷调控精准度和监控系统覆盖率方面还有提升空间。

## 5 结语

本文围绕有序用电精细化管理展开深入研究，提出了一系列可验证成效的实施策略，同时构建了一套量化的评估模型。在实施策略方面，建立智能监控与预警系统，实现对电力运行状态的实时把控；精准负荷调控策略确保用电负荷的合理分配；加强用户互动与宣传，提升用户参与度和认可度；优化应急预案则为应对突发状况提供有力支撑。在评估模型构建上，借助层次分析法和模糊综合评价法，打造出一套全面且科学的评估体系，该模型能有效评估有序用电精细化管理的成效，为电力部门制定决策提供可靠依据。经过实际仿真验证，充分证明了此模型在衡量有序用电管理实际效果方面的有效性。为了在将来更好地推动有序用电精细化管理发展，仍需持续完善评估指标体系，积极引入先进的数据分析技术，为有序用电精细化管理的持续优化提供更坚实的保障，助力电力行业稳定、高效运行。

### 参考文献

- [1] 郑志钊. 以客户需求为导向的有序用电精细化管理对策[J]. 农电管理, 2022, (11): 54-55.
- [2] 刘思贤, 康军胜. 以客户需求为导向的有序用电精细化管理策略[J]. 电力设备管理, 2019, (08): 59-62.
- [3] 王伊宁, 丁坚勇, 田世明, 卜凡鹏, 陈俊艺. 基于智能多代理属地管理系统的有序用电模式[J]. 电网技术, 2019, 43 (05): 1802-1814.