

Analysis of Refined and Orderly Electricity Management and Centralized Decision-making Methods

Yingjie Xiong

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

Abstract

This paper develops an innovative and orderly decision-making framework for electricity consumption based on refined management. This method deeply relies on the electricity consumption behavior of electricity users, and on this basis, detailed evaluation indicators are developed to segment the user group. At the same time, based on the characteristics of electrical equipment and the differences in electricity usage time, an optimized and orderly electricity consumption target and corresponding constraints were designed. Based on these parameters, a comprehensive and orderly centralized decision-making scheme for electricity consumption has been developed. Based on on-site system applications, this study verified the practicality and effectiveness of the proposed method, significantly improving the quality and efficiency of orderly electricity management, thereby achieving the goal of refined management of orderly electricity consumption.

Keywords

refinement; orderly electricity consumption; centralized decision-making methods

基于精细化有序用电管理与集中决策方法分析

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

论文开发了一种依托精细化管理的创新型有序用电辅助决策框架, 这一方法深度依托用户用电行为, 并在此基础上展开细致的相关评价指标, 对用户群体进行细分。同时, 结合用电设备的特性和电力使用时间的差异, 设计了优化的有序用电目标和相应的制约因素。基于这些参数, 开发了一个综合的有序用电集中决策方案。依托现场系统应用, 本研究验证了所提方法的实用性和有效性, 显著提高了有序用电管理的质量和效率, 从而达到了有序用电的精细化管理目标。

关键词

精细化; 有序用电; 集中决策方法

1 引言

有序用电是一项综合多方协同与复杂策略的电力管理系统, 旨在优化用电模式并缓解电力供需不均衡。系统依托法律框架, 结合行政力量、经济激励及科技进步, 通过错峰用电、避峰用电、限制高峰时段用电及紧急状态下的临时断电等手段, 引导合理用电时间, 减轻高峰期电网负荷。尽管现行行政政策有操作框架, 实际执行中缺乏精细化管理。城市电力管理中, 市级领导小组与相关部门合作, 但制定计划时常忽略用户具体情况, 导致科学性与公平性不足。本文提出细致化辅助决策模型, 综合用户用电行为和评价指标, 设定优化目标和约束条件, 提升策略执行效率, 确保系统稳定和可持续发展。

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

2 基于精细化管理的有序用电辅助决策

精细化管理的有序用电辅助决策模型适应变化的电力需求, 通过科学优化目标来优化操作。这些目标包括提升用户满意度和减少电力中断损害。实施此模型需对用户进行精细分层与分类, 考虑电器种类和用电时间偏好, 确保电网稳定运行, 提高能源利用效率和用户满意度。定制化有序用电方案根据用户、设备、时间段及用户群进行精确配置, 优化电力资源分配, 减少电力不足的不便。

2.1 定用户

本方案对用户群体进行细致的分类及在这些分类中进一步进行了聚类分析, 实现了针对不同用户群体的定制化电力管理策略。首先, 依据用户的电力使用习惯进行初步的分组, 然后在这些已分类的群体中利用特定的评价指标进行深入的聚类, 以达到精确划分用户的目的, 该方法实现了用电管理的精细化, 还能根据不同用户的具体需求制定更为合适的电力调配策略。

2.1.1 组间分类方法

为精确地按照用户的电力使用习惯进行分类，我们重新构思了电力消费的时间分区方式。将从 00:00 至 24:00 的一整天细分为 N 个时间段，将这些时间段分别标记为 T_1, T_2, \dots, T_N 。基于此，我们采用了 M 天的历史电力消费数据作为分析依据。

随后，我们引入了一种新的用户评估体系，详细步骤如下：

首先，针对选定的每一天，即第 k 天，计算用户在每个时间段 T_i 中的用电时长占当天总用电时长的比例。这一数据反映了用户在不同时间段的用电活跃程度。

其次，为每个时间段 T_i 设置一个权重值 ω_{T_i} 。我们将第 k 天各时间段的用电比例与相应的权重相乘，并求和，从而得到该日的综合电力消费评分 S_k 。

最后，将 M 天的日评分 S_k 累加，得出总评分 S ，用来反映用户在整个分析周期内的电力使用行为。

基于这一总评分，我们应用聚类分析技术将用户根据其电力使用模式进行分组。这种分析不仅提高了评估的整体性和精确性，还能够识别用户电力消费的主要行为模式，如白天用电集中、早晚用电高峰、夜间用电增多以及全天用电均匀，这种方法的改进为我们提供了一个更深入的视角，帮助我们更好地理解并满足用户的电力需求。

2.1.2 组内聚类方法

针对所属地区、用电类别、能耗水平、重要性级别、信用状况以及用电总量等特定地区及用户特性，我们构建了一个详细的用户评价指标体系。依据这一体系，使用层次分析法或调研形式确定各评价指标的相对重要性，并为每个指标设定权重。

基于这些权重和指标，对前文中提到的用户分类进行更深入的评分。每个用户的综合评分可以通过以下公式计算得出：

$$I = f(\lambda_1 S_1, \lambda_2 S_2, \dots, \lambda_n S_n)$$

其中， n 为评价指标的综合； λ_i 为其中第 i 个指标所对应的权重； s_i 为这一指标的电力用户评分；函数 f 为用来整合所有的，并计算出相关函数。

随后，需要依托用户获得的最终整体评分，在每个子类中进行第二次第聚类操作，反复进行操作，从而实现对不同用电行为模式的聚类，直到所有的用户都被有效地分组为止。最终，具有相似评价指标得分的用户将被分配到相同的小组内，如此可形成具体的用户小群组。不同模式的用电行为曲线如图 1 所示，根据评价指标聚类如图 2 所示。

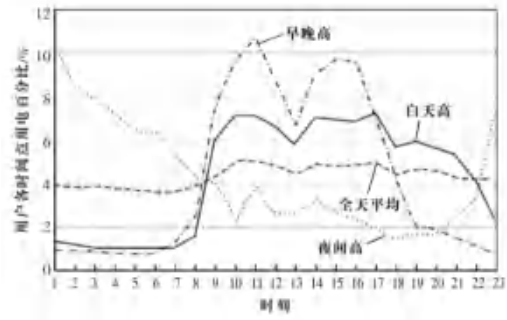


图 1 不同模式的用电行为曲线

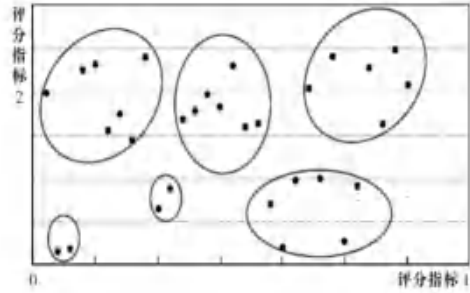


图 2 根据评价指标聚类

2.2 定设备

2.2.1 用电设备分类

用电设备的分类可以大致分为三类，各自具有不同的控制特性和用途，能对应于不同的管理需求和技术方案。

首先，可控参数设备允许用户在不影响设备正常运行的情况下调节其输出功率，这类设备可以调节工作周期和温度的空调设备、水温设备，提供了灵活的控制选项，可适应有序用电需求。其次，可控通断设备，这类设备的操作相对简单，用户只能选择开启或关闭，无法调节其他运行参数。常见的包括照明设备，该设备的控制仅限于调整开关机时间。最后，不可控设备是指那些关键性负荷或安全相关的设备，如工业生产线上的关键机器，这些设备的通断不能被随意控制，它们直接关联着生产过程是否连续、安全。

2.2.2 分布式中央控制器协调管理

中央控制设备在分布式中央控制系统中需要承担大量的任务，从局部控制器到传感器接收设备数据，再到将电负荷信息传递至上层中央控制系统，都需要中央控制系统设备进行控制。这些设备也负责解析来自上层的调度指令，并以内置 CPU 进行数据分析，实时识别用户的用电模式和优化智能调度策略。这些中央控制设备将指令下达到各分布控制器，精确控制下属用电设备，以削峰填谷等操作实现电力优化。

这一系统的结构显著区别于传统互联网络模型，其中的分布式控制设备不是直接连接在一起，而是各自连接至一个高级中央控制系统，此系统会从整体上实施调度管理。所有设备都需要接收中央系统发出的具体指令，独立监管自己

负责区域内的电力单元,这种层级化的控制结构大幅提高了系统的响应速度和操作的可靠性。

2.2.3 用电设备的控制策略

在现代电力管理系统中,对电力设备的控制极大地依赖于先进的智能控制技术。这些技术能够使设备根据时间的变化自动调整运行状态,主要包括实时控制和预测性控制两大类。

实时控制策略根据电力设备的实时运行数据(如当前负荷和控制信号)进行调整。在这一模式中,“0”表示设备处于关闭状态,而“1”则表示设备处于开启状态。中央控制系统持续监控电力供需状态,按预设时间段分配控制任务,使电力分配即时。在每个决策点,系统利用动态规划技术,在满足设定要求的基础上,优化控制策略,制定高效的设备操作计划,并向地区控制单元发送控制命令。

预测性控制则基于对未来电力需求和供应的预测,结合设备历史使用数据和操作记录,运用统计回归或神经网络技术预测未来负荷和控制需求。依据这些预测,系统自动调节设备运行,实现电力供需的动态平衡,并提升电网的整体效率。这种模式类似于实时控制,但更加侧重于未来数据的分析和预测,以期达到更加精准和高效的电力管理。

2.3 定时段

对用户电力使用的时间段和等级需求进行划分,根据用户的电力消耗行为对其进行分类,帮助明确不同用户组在规定的用电时间段内的具体电力使用等级,设计出用电管理方案。

2.4 定群组

依托分层优化技术对优化目标进行了设定,由于电力消费者在行为模式上各异,因此,可以根据不同的模式在相应的分类群组中进行较为宽泛的优化策略,目的是识别并锁定目标模式的用户群组。接下来,在这些选定的用户群组内执行了更细致的搜索,即实施更精细级别的优化,目的是精确划分出特定的有序用电用户群组。随后,调整并优化算法引擎(默认采用动态规划算法),为每个时间段内的用户群组制定电力设备的控制策略,最终确定每个群组中电力设备的具体控制方案。本策略还基于“定向用户、指定设备、具体时段、特定群组”的核心思路,对用户行为模式实施了整合,在此基础上进行分析,设计出合理全面的指标测评,针对那些指定用电时段、设备级别可精确的用户群组。

3 系统实现

3.1 系统架构

本系统基于经典的 Browser/Server 架构,明确划分为两个主要组成部分,即 Web 客户端和服务端。在 Web 客户端,系统采用的开发技术分别为 JavaScript、HTML 以及 Ajax 技术,在这些技术中,Ajax 所扮演的角色是双重的,既要负责向服务器端发起数据请求,也需要处理服务器端返回的数据,要保证用户界面能过动态更新和响应,同时具有良好的即时性。这种技术配置有效地优化了用户交互体验和系统运行效率。当数据经过 Ajax 成功获取后,JavaScript 便立即介入,

更新、刷新前端界面,保证用户界面(UI)的动态性和响应速度符合要求,这种模式极大地增强了用户交互体验,使得数据处理变得更为流畅即时。

系统的架构设计采用了三层模式,分别是客户端、应用服务层和资源层。客户端层主要是用户的直接交互界面,采用了 JSP 技术实现,负责展示系统分析结果、处理用户的交互请求。应用服务层是系统的核心,包括表现层、控制层、业务层、持久层以及数据库等多个关键层次,在该系统的设计中,用户界面层采用 JSP 技术构建,实现了与用户的直接交互。控制层则利用 Struts 框架管理、响应用户发出的请求,这一层的核心功能是调用业务层的 Service Bean 来执行具体操作,并将操作结果反馈给用户界面层,显示出来。而业务层本身则利用 Spring 框架的支持作用,依托 Service Bean 实施业务逻辑,确保了服务的高效执行和良好的可重用性。这样的分层架构不仅清晰地定义了各层的职责,也优化了数据流转和处理效率。持久层使用了 Ibatis 框架优化 SQL 语句,提高了代码的质量,降低了开发量。整个系统的数据支撑由 Oracle 10.1 数据库提供。

3.2 数据库总体设计

数据库设计是系统中最为核心的部分,由以下六个主要的模块组成:①应用流程监控;②权限管理;③模型配置;④数据规则与指标;⑤系统参数设置;⑥高级功能应用。应用流程监控模块的主要功能是负责追踪、记录应用流程是由谁发起的、执行状态如何以及识别其中的关键数据,同时也要对操作日志进行维护。权限管理模块主要处理的是系统用户、角色和权限三者之间的关系,以保证数据访问是合法、安全的。模型配置模块能够优化模型性能,数据规则与指标模块主要是用来对系统的数据标准、指标、操作规则进行明确的定义。字典表是系统参数设置模块管理系统中最常用的配置数据,高级功能应用模块可用于增强系统的高级操作能力,实现精细的数据分析。这六大模块共同形成了一个功能全面、结构复杂的数据库系统,向 B/S 架构系统输出了高效的数据支持,从而实现了全面的操作功能。

4 结语

综上所述,论文详细阐述了一种新型的有序用电辅助决策方法,对用电设备和使用时间进行了精确划分。此外,系统设定了明确的有序用电优化目标及相应的限制条件,形成了细致的用电群组和具体的执行计划,从而达到了有序用电的精细化管理目标。

参考文献

- [1] 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(8):59-62.
- [2] 赵云,王科.南方电网科学研究院有序用电高级应用创新成果分析及推广研究[J].自动化与仪器仪表,2016(2):93-95.
- [3] 王科,孙宇军.南方电网科学研究院有序用电高级应用管理体系研究[J].自动化与仪器仪表,2016(1):83-84+87.