

# 电力负荷控制技术应用及发展研究

辛 鹏

国网湖北省电力有限公司武汉供电公司 湖北武汉 430000

**摘要:** 电力负荷控制系统可以详细掌握客户用电规律和负荷情况, 从而对负荷进行准确预测, 协调与客户之间的关系, 更好地开展用电管理。在此基础上, 本文分析了电力负荷控制技术的实现与应用, 并预测了其发展方向与前景, 以期提升电力负荷控制技术的应用水平提供一些有用的参考与参考。

**关键词:** 电力负荷控制; 技术应用; 发展趋势

Application and development research of power load control technology

Xin Peng

State Grid Hubei Electric Power Co., LTD. Wuhan Power Supply Company Hubei Wuhan 430000

**Abstract:** The power load control system can grasp the customer's electricity consumption law and the load situation in detail, so as to accurately predict the load, coordinate the relationship with the customers, and better carry out the power consumption management. On this basis, this paper analyzes the implementation and application of power load control technology, and predicts its development direction and prospect, in order to provide some useful reference for improving the application level of power load control technology.

**Key words:** power load control; technology application; development trend

随着社会主义市场经济改革的进一步深化和发展, 以及电力市场改革的进一步深化, 电力部门和广大电力客户对电能测量工作提出了更高的要求。在电力测量中, 负荷控制是最重要的一个环节, 有效的负荷控制能够改善电网的负荷曲线的形状, 使得电力负荷更加均衡, 从而提高电网运行的经济性、安全性, 并提高投资效益。事实表明, 可以有效地利用目前高速发达的计算机及网络通信等信息技术, 在电力负荷控制技术的基础上, 建立一个以电力负荷控制技术为基础的电力负荷控制系统, 从而实现电力计量中负荷控制的高效管理, 这对于推动当前电力系统的发展有着十分重要的意义。

## 一、电力负荷控制技术的发展情况概述

电力负荷控制技术的发展在过去几年取得了显著进展, 旨在提高电网的稳定性、降低能源消耗和应对可再生能源的不确定性。以下是一些电力负荷控制技术的发展情况:

**智能电网 (智能电力系统):** 智能电网是一种基于信息和通信技术的电力系统, 能够实时监测、控制和优化电力供需平衡。通过智能电网技术, 电网可以更好地管理和协调分布式能源资源、储能系统和电动汽车充电等负荷, 以适应变化的电力需求。

**负荷侧管理技术:** 负荷侧管理技术通过改变用户负荷的消耗模式, 实现对电力负荷的控制和优化。这包括时段性负荷调整、峰谷平衡调节、负荷优化和灵活响应等方法。智能家居、智能电器和智能电网的应用推动了负荷侧管理技术的发展。

**储能技术:** 储能技术在电力负荷控制中起到关键作用。储能系统可以在低负荷时段存储电能, 在高负荷时段释放电能, 平衡电力供需。常见的储能技术包括锂离子电池、钠硫电池、流电池和压缩空气储能等。

**预测和优化算法:** 通过数据分析、人工智能和机器学习等技术, 可以对电力负荷进行预测, 并优化电力系统的运行。这些算法可以提高负荷预测的准确性, 帮助电网运营商和用户做出更有效的负荷控制决策。

**虚拟电厂 (Virtual Power Plant, VPP):** 虚拟电厂是一种集成分布式能源资源的概念, 将分布式发电、储能和灵活负荷组合成一个虚拟的电厂。通过 VPP, 分布式能源和负荷可以根据需求进行协调, 提供灵活的电力供应。

这些技术的发展推动了电力负荷控制的效率和可持续性。随着可再生能源的增加和电力系统的智能化, 电力负荷控制技术将继续演进和创新, 以实现更高效、可靠和清洁的能源供应。

## 二、基于无线电力负荷技术的负荷控制控制系统

电力负荷控制技术发展至今, 应用最为广泛的当属无线电力负荷控制技术, 无线电力负荷控制技术的应用主要体现在无线电力负荷控制系统上。

## 2.1 负荷控制中心

负荷控制中心 (Load Control Center) 是电力系统中负责监控、控制和调度电力负荷的核心部门或设施。它是电力系统运营商或电网管理机构的关键部门, 负责实时监测电力负荷的情况, 并采取控制措施以确保电力系统的稳定运行。

负荷控制中心的主要职责包括:

**负荷监测与预测:** 负荷控制中心通过监测电力系统中各个节点的负荷数据, 实时了解电力负荷的变化情况。同时, 借助预测算法和模型, 进行负荷预测, 以便提前做出相应的调度安排。负荷调度与优化: 根据负荷预测和电力供需平衡的要求, 负荷控制中心制定负荷调度策略, 通过控制负荷的启停、分配和调整, 确保电力系统的供需平衡, 保持电压和频率的稳定。此外, 负荷控制中心还可以优化负荷调度, 最大限度地利用可再生能源、储能系统和灵活负荷资源。事件响应与故障处理: 当发生电力系统的异常情况或故障时, 负荷控制中心负责快速响应, 并采取适当的措施以保证电力系统的可靠运行。它可以调度备用电源、分流负荷、实施负荷削减等措施, 以减轻电力系统的压力和风险。数据分析与决策支持: 负荷控制中心利用大数据分析、人工智能和预测模型等技术, 对负荷数据进行分析和挖掘, 以支持决策制定。它提供数据报告、分析结果和建议, 帮助管理层做出战略性的负荷调控决策。负荷控制中心通常配备有监控系统、通信设备、负荷预测和优化软件、故障管理系统等工具和设施, 以实现电力负荷的全面监控和有效控制。负荷控制中心的高效运作对于确保电力系统的安全、稳定和可靠至关重要。

## 2.2 用户终端

用户终端是指电力系统中连接用户设备和电力供应网络的终端设备。它是用户与电力系统之间的接口, 用于接收、测量和控制电力供应。以下是一些常见的用户终端设备:

**电能计量表 (电表):** 电能计量表是用户终端中最常见的设备之一。它用于测量和记录用户的用电量, 以便进行计费 and 能源管理。电能计量表可以是传统的机械式电表, 也可以是现代的电子式电表, 甚至是智能电表, 具备远程抄表和通信功能。

**储能设备:** 储能设备作为用户终端的一部分, 可以用于存储电能, 以备不时之需。储能设备可以是电池组、超级电容器或其他储能技术, 可以在需要时释放储存的电能, 满足用户的电力需求或应对电力系统的峰谷负荷。

这些用户终端设备在电力系统中起到了关键的作用, 通过连接用户与电力供应网络, 实现电能的传输、测量、控制和管理。随着技术的不断进步, 用户终端设备将越来越智能化、互联网化, 为用户提供更加便利和高效的电力服务。

## 3. 中继站

中继站在无线电力负荷控制系统中发挥重要作用。它具有以下两个主要方面的功能:

**信号放大与转发:** 中继站负责接收来自控制中心的信号,并对信号进行调解和放大。它将控制中心发出的信号接收后,进行信号处理和放大功率,然后通过天线发射出去。这样可以扩大信号的覆盖范围,使更远处的用户终端能够接收到控制中心发来的信号。中继站充当信号传输的中间节点,提供信号的转发和增强功能。

**回传信号接收与转发:** 中继站还负责接收用户终端回馈的信号。当用户终端反馈信息无法直接到达控制中心时,中继站可以接收到这些信号。接收到的信号经过放大和处理后,再通过天线发射给控制中心,以确保控制中心能够正确接收并处理更远区域内用户终端回传的信息。这样可以扩大控制中心对用户终端的监测和控制范围。

## 2 电力负荷控制技术的实现

### 2.1 系统结构

#### 一是主站

主站是由计算机、系统软件、网络结构等组成的一个软硬件平台,它是对信息进行监控和采集的中心,还具备对数据进行分析、共享和处理的功能,主要为需求侧管理提供具体的手段和策略。主站的运行主要由服务器数据库,预 POS 机,防火墙,工作站等设备完成,并通过负载控制,数据采集等方式完成。主站通过预 POS 机与网络相连,从而实现了连续、可靠,实时,稳定,安全的运行。在主服务器上,操作系统支持多进程、多线程,并具备一定的安全性,在应用程序上,采用了面向对象、结构化的设计思想。在突发事件发生时,主站具备并行处理的能力,能够按照应急预案迅速地恢复系统的正常运转。

#### 二是通讯通道

包括调制、解调、通讯媒体、规范等,起着连接终端和主机的作用,并完成各种信息的交换。

三是扩音器。其主要作用是传递信息的继电器。当信号在特定环境下传送时,往往会被各种因素所影响,例如行政区划范围过大,地形条件恶劣等,从而导致信号传送失效,这时就必须使用中继功能。

四是码头。该终端的主要作用是对用户的用电情况进行收集、监测,并将收集到的相关数据及时传送到主站。

### 2.2 系统信道与通信

电能计量设备,例如电能表和其它终端,一般都是以自己的通讯方式连接到一个无线公共网络上,而这个无线公共网络的通讯方式可以是 CDMA, GPRS, 4 G。通过无线公用网络和专用光纤网络,将这些信号依次传送到主站的采集系统,完成了上载的工作。其中, GPRS 的主要功能是为 GSM 用户提供数据服务,也就是一般的分组无线服务; 4 G 是一种能够实现多媒体业务的第四代移动通信技术。

### 2.3 终端

一是处理单元。主要功能是数据采集、处理、控制,提供语音和通信服务,另外,还负责协调与其他模块的工作。

二是输入输出接口。主要功能是隔离脉冲量、抄表等信号,调整模拟量和状态量,还能有效隔离有关输出驱动信号。

三是交流采样单元。主要功能是对电网交流信号进行实时采集,并实现对功率、电量、频率、谐波、相角等电气量的计算。

四是通信接口。通信接口配置了标准的 232 接口、RS485 接口和红外接口,可实现通信功能。五是电源单元。一般是通过电力电子模块把电网交流电源转换成直流电源,再提供给各模块使用。在高压环境下使用的电流互感器和电压互感器需配备两个绕组,其中一个作为交流采样单元的一部分,另一个送入电能计量装置。六是 GPRS 单元。GPRS 单元通过移动公司的 GSM/GPRS 网络同主站通讯,把终端的信息传递给主站,并执行来自主站的命令。

## 三、电力负荷控制技术的应用

### 3.1 削峰

第一种是直接控制负载,也就是在峰值负载阶段对负载进行集中和分散的控制。第二个是对分时定价的控制。掌握用户的可中断

用电负荷,针对不同情况实施差别化的电价优惠,采用分时电价对用户的用电进行限制,如果在高峰时段造成的用电超出上限,就需要缴纳额外的电费,而在用电低谷时段,则可以实施对应的降低电价,从而保证用户的平衡用电,实现对用电总量的合理控制。

### 3.2 填谷

首先,采取行之有效的办法,在电力需求的低谷期进行储能。其次,实施差别电价,根据不同的季节,实施不同的电价,以此来平衡电力消费,避免电力消费的“谷底”效应。最后,在不同的时间段内,以不同的定价标准来收费,从而实现了“填谷”的作用。

### 3.3 移荷

移荷主要指的是在用电高峰时用户对用户的用电行为进行转移,主要用于峰前和峰后,移荷的方式有三种:一是蓄热。这种方法储存的热能很少,通常只使用 2-4 小时。二是采用分期分时定价策略,促使电力消费者积极地进行负荷转移。三是对电气装置进行控制,若能对加热炉等装置的输出功率进行控制,则可达到调峰的目标。

### 3.4 节电降载

第一,员工要认真查看电器设备,并根据实际情况,制订出一套合理的计划。第二,在供热方式上,要选用双燃供热方式,当电力供给紧张时,可以使用燃气供热方式,当电力需求较低时,可以互相转化为电力需求。第三,充分利用了太阳能,有效降低了供电负荷,起到了降低负荷的作用。第四,适当地提高电的使用效率,充分地降低电的负载,使热、电相结合,从而实现对用电负荷的有效控制。

## 四、电力负荷控制技术的发展与展望

经过近几年的快速发展,无线微机电力负荷监控系统在各省电网中得到了广泛的应用,并且正在逐渐制造和研发出各类新型负荷控制设备,例如,我国自主研发的 GR2001-T 用电现场服务终端系统,它运用了计算机软硬件技术、现代数字通信技术、电力营销技术和电能计算技术等多种技术,通过 GSM/GPRS 网络通信方式,实现了现场终端和系统主站之间的数据通信,具有线损分析、远程抄表、信息报警、电能检测、负荷控制管理、变电站集中抄表等功能。负荷控制作为节约用电、计划用电和安全用电的主要手段,在现代用电管理中将会起到越来越大的作用。可以预见,在未来,负载控制技术将会得到更快的发展和更多的应用。

## 五、结语

随着我国经济、社会的迅速发展以及改革开放的深入,对电力系统中的负载控制技术进行了研究。电力系统运用负荷控制技术,可以达到节约用电,计划用电,安全用电的目的,从而推动用电管理的现代化。利用电力负荷技术构建的电力负荷控制系统,是实现整个电力系统规划节约用电、安全用电的重要技术途径,充分利用电力负荷控制系统在电力计量方面的各项技术优势,对于推动用电管理的现代化发展有着十分重要的意义。笔者认为,随着我国电网负荷控制技术的不断完善,这种新型的负荷控制技术必将在电能计量领域获得更大的发展与应用。

## 参考文献:

- [1]卢华刚.电力计量中负荷控制管理系统应用的几个关键技术问题[J].东北电力技术, 2011, (13).
- [2]魏杰.电力负荷控制技术的发展与应用综述[J].黑龙江电力, 2009, (9).
- [3]王蓓蓓.关于电力负荷控制技术运用的探讨[J].中国高新技术企业, 2012, (6).
- [4]罗正荣.简析学校电力负荷控制在电力需求侧管理上的应用[J].科技风, 2018 (14): 160-160.
- [5]李莉, 胡鹏远, 王婷.电力负荷控制技术及应用[J].电子世界, 2019 (2): 38-39.
- [6]卢华刚.电力计量中负荷控制管理系统应用的几个关键技术问题[J].东北电力技术, 2011, (13).
- [7]魏杰.电力负荷控制技术的发展与应用综述[J].黑龙江电力, 2009, (9).
- [8]王蓓蓓.关于电力负荷控制技术运用的探讨[J].中国高新技术企业, 2012, (6).