

# 电力计量中负荷控制技术的运用分析

顾晶晶 胡家玮

国网江苏省电力有限公司句容市供电分公司

**摘要:** 本文对电力计量负荷控制系统的控制类型及运行机制加以分析, 多场景探讨了负荷控制技术在电力计量领域的具体应用, 包括电网线损管理、防范违规用电行为、电网故障处理、电力系统收费等。在此基础上, 对负荷控制管理系统的实践应用展开讨论, 起到保障用户用电安全、推动电力计量工作顺利开展的作用, 并为供电单位的长期稳定运行提供参考。

**关键词:** 电力计量; 负荷控制技术; 违规用电行为

【DOI】 10. 12252/j. issn. 2096-6288. 2023. 04. 227

## 引言

随着社会发展水平提升, 用户对供电质量的要求进一步提高。在此过程中, 加强对电力系统内部负荷波动情况的关注有利于用电质量监管, 促进电力系统运行效率与服务水平的提升。因此, 供电单位有必要对负荷控制技术展开深入研究, 不断拓宽其应用场景, 逐渐构建起完善的电力计量负荷控制管理系统, 旨在缓解电力供需矛盾、提高电网运行效率, 为电力系统安全稳定运行提供良好环境。

## 一、电力计量负荷控制系统

### (一) 控制类型

电力计量中的负荷控制类型主要包括分散控制与集中控制。前者主要依靠负荷控制装置来实现, 其部件构成包括定量设备、自动低频减载器等, 通过对用电量、用电时间及电流大小进行控制, 将电力负荷控制在相对稳定的状态下。然而, 分散控制模式运行期间具有一定弊端, 整体灵活性不足, 因此主要应用在峰谷电表等负荷相对稳定的单位中。后者主要通过无线电、工频线路、电力载波、音频线路等技术类型实现, 根据负荷曲线调节需求实现控制主站与用户终端的连接, 实现对电力系统负荷的间断、集中控制。具体来看, 集中控制下的技术类型主要包括以下几种。

#### 1. 无线电力负荷控制技术

该技术通过无线电实现通讯传输, 抑制中心经过无线电台、转换站等站点进行信息互换, 再将不同的负荷抑制命令传输至用户终端, 形成完整的电力系统负荷抑制体系, 达到抑制负荷的目的。

#### 2. 工频线路电力负荷控制技术

该技术是通过在变电站上加装工频讯号发射装置, 将配电网作为传输通道。其技术原理是以抑制中心传输的抑制讯号为基础, 当电源电压超出零点前 $25^{\circ}$ 时在变压器低压侧形成畸变, 并将畸变讯号依次传输至10KV侧与变电站低压侧。畸变讯号可以反映出讯息编码需

求, 因此通过分析畸变接纳编码讯息可以达到抑制用户侧电力负荷的目的<sup>[1]</sup>。

#### 3. 电力载波负荷控制技术

以往载波通讯是将载波讯号与高压线连接, 以高压线作为传输渠道实现载波讯号通讯。而电力载波负荷控制技术是将频率为10KHz的抑制讯号与6~35KV母线连接, 并传输至配电网尾端低压侧。由加装在低压侧的载波负荷抑制装置对抑制讯号进行检查同时实现抑制操纵, 进而在负荷抑制过程中体现出全面性与扩充性优势。

#### 4. 音频线路电力负荷控制技术

该技术在运行原理上与电力载波负荷控制技术类似, 即在各个变电站上加装讯号输入装置并与一次设施连接。输入装置由音频讯号发射设备、站端抑制设备以及讯号连接装备构成, 抑制中心发出负荷抑制指令后传输至音频讯号发射设备, 并将其转化为大功率抑制讯号, 实现讯号与配电网的重叠, 再将其传输至用户终端。用户侧负荷抑制终端可对电源中的抑制讯号进行检查与控制。

### (二) 运行机制

负荷控制技术在电力计量中的应用主要体现在负荷控制系统的构建上, 系统运行期间, 可实现调节、管理、监控、安防等多功能, 通过对供电线路、线路阻断器等设备运行及负荷情况进行监控, 达到稳定电力系统负荷的目的。一旦出现异常波动、电流过载等情况, 负荷控制系统可及时进行荷载减压操作, 例如采取削峰技术、填谷技术以及移峰技术等进行电网线损管理, 有效调节负荷波动曲线, 进而将负荷率控制在稳定范围内<sup>[2]</sup>。而且还可以通过控制中心接受各种负荷信息, 为技术人员分析负荷情况、制定供电方案提供依据。电力计量无线负荷控制系统结构如图1所示。可以看出, 负荷控制系统包括符合控制中心、无线信道以及多个负荷控制终端, 表1为某负荷控制终端相关参数。其中,

控制中心是整体系统的核心，可实现对各个终端运行状态的监控；无线信道是各终端负荷情况的基础保障，是系统信息交流渠道；负荷控制终端受控制中心监控，通常安装在用户端。而且，控制中心与电力调度中心连接，可以第一时间将获取的电力负荷信息传输至电力调度中心，确保设备负荷情况与电流传输情况相适应。

表1 某系统负荷控制终端参数

输入参数		精度		
电压	电流	电压/电流	有/无功电能	有/无功功率
3×220/380V	5A	0.5%/0.2%	1.0/2.0	0.5%/1.0%

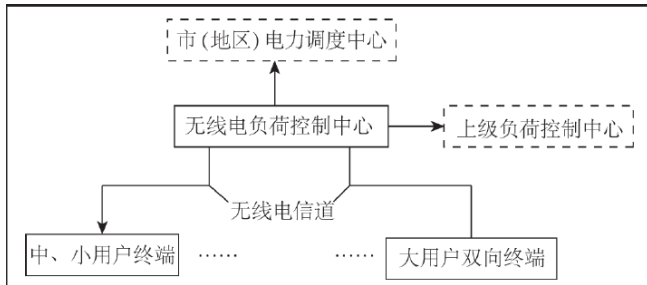


图1 电力计量无线负荷控制系统结构

## 二、负荷控制技术在电力计量中的应用

### (一) 电网线损管理

线损问题是影响供电单位运行的关键因素，也是电力计量工作中的重要内容。负荷电流通过线路时线路电阻会产生一定的功率损耗，其计算公式为：

$$\Delta P = I^2 R \quad (1)$$

(1) 中  $\Delta P$  表示的是损失功率，W； $I$  表示的是负荷电流，A； $R$  表示的是导线电阻， $\Omega$ 。

为有效减少线损、提高电网运行质量，可以进行电网负荷控制调节，当前常见的负荷控制技术包括削峰技术、填谷技术以及移峰技术。

#### 1. 削峰技术

削峰技术是控制特定时间段电网整体供电量，避免产生用电高峰。在实施削峰技术的过程中，供电单位需要与用户签订合同，确保供电调整的合理性与规范性。当进入到用电高峰时间段后，供电单位会发出电力调度请求，在获得许可后对部分终端停止供电，进而有效减低电网负荷，避免因线路过热产生线损。

#### 2. 填谷技术

电网负荷过高或过低都会产生电能损耗，当电网负荷过低时，电能供应往往会超过电能需求，进而在一定程度上造成电能资源过度损耗。在这样的情况下，就可以通过填谷技术适当提升用电设备使用频率，或应用反季节用电设备，实现电能供需均衡，有效提高电网负荷。图2为电力计量负荷控制技术运行中的熔断装置。

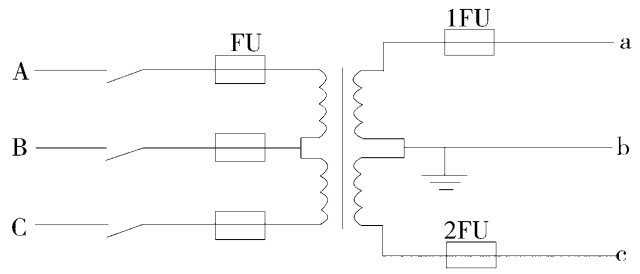


图2 电力计量负荷控制技术熔断装置

### 3. 移峰技术

移峰技术实现了削峰技术与填谷技术的有机结合，当电网负荷较低时，可通过填谷技术进行调节，并对超出实际需求的用电量进行电能资源储存；而在电网负荷较高时，则可以充分利用储存部分的电能资源，控制电网业务需求量，避免用电高峰的出现。对于供电企业来说，可以加大力度对蓄冷空调、蓄热热水器等蓄能设备的宣传力度，为移峰技术的有效应用提供更多可能。

在上述3种方法的应用下，可以有效控制线损，达到提高电能利用效率、减少用电浪费的作用。与此同时，供电单位还可以对用户用电情况及设备信息加以分析，从而制定合理的供电策略，提升电力计量的科学性与合理性。

### (二) 防范违规用电行为

电力系统运行期间，存在部分用户改造计量装置或私接公线等违法行为，这不仅会严重影响到电网的正常运行，还会使供电单位蒙受较大损失<sup>[3]</sup>。同时，相关行为还会对电力计量工作的正常开展带来阻碍，出现计量数据丢失、电路电阻增加等问题。针对这样的情况，可以采用负荷控制技术对用户违规用电行为加大控制力度。当前较为常见的方法包括以下两种：一是用电分析。技术人员可以借助负荷控制系统获取一段时间内用户用电数据，对电能负荷数据同正常用电情况进行对比。通过对比分析，技术人员若识别出电能用量骤减现象可以第一时间对用户的用电设备与计量装置进行检查，并对其用电行为进行判断。二是升级设备。TC短接、断零窃电等是当前较为常见的违规用电行为，针对这部分行为可以对用电设备以及计量装置进行优化升级，确保可以对设备运行期间产生的电能数据进行准确反馈，同时提升设备安全防护等级。例如，可在用户端保护回路加装防窃电装置，对用户用电脉冲电量进行监测，技术人员可根据监测数据分析其与正常数据之间的差异，进而对用户行为进行判断。

### (三) 电网故障处理

电网运行期间，体现出设备多、业务量大等特点，供电服务质量也会在很大程度上受到电气设备质量的影

响。因此在供电实践中,应做好电网故障的诊断与处理工作,可以将负荷控制技术引入其中。通过负荷控制技术进行电网故障处理一方面可以获取具体的电能数据,进行对电网负荷变化情况加以分析,获取设备运行质量,一旦识别质量问题可第一时间采取处理措施。另一方面,在负荷控制技术的支持下,技术人员可以针对电力计量装置设置合理阈值,一旦数据显示超出预设阈值,可判断出现故障问题<sup>[4]</sup>。这样可以有效提升设备故障诊断与处理效率,降低出现大规模电网事故的概率。

#### (四) 电力系统收费

电力抄表是供电单位进行电力计量的主要途径,也是电力收费的重要依据。以往进行电力抄表主要通过工作人员现场抄表的方式进行,这样不仅工作量大、工作效率低,还容易出现错漏,导致电力计量工作出现误差。随着负荷控制系统的构建,负荷控制系统连接电力调度中心与用户端,在获取用户数据的同时可以有效传输至电力调度中心,进而实现远程抄表。远程抄表模式可以自动获取、保存用户用电数据,大大减少了抄表工作在时间、人力方面的消耗,提升了数据获取的精确性和及时性。通过负荷控制系统获取的数据,还可以更好地为电力收费工作提供依据,提升电费收缴管理的质量与效率。此外,负荷控制系统还可以实现对供电线路以及计量装置的直接控制,为规范电力收费工作提供稳定的技术支持,为收费管理模式的优化升级奠定坚实基础。

### 三、电力计量中负荷控制系统的运用实践分析

#### (一) 负荷控制系统中数据采集功能的运用

在我国电力计量负荷控制系统的运用过程中,数据采集功能是负荷控制系统的基础。其主要是利用传输控制协议以及用户数据协议中的部分无线数据通信手段,开展相应的短信等基础性通信业务。数据采集功能板块在运用的过程中因为其自身的复杂性,因此在采集过程要加以注意。首先,在数据的采集阶段,为了平衡采集服务器的负荷情况,可以选择在通信调度管控中选择多线程并发模式,进而实现多采集渠道的数据采集,提高数据采集的效率与质量。其次,在数据采集过程中,要配备主通道和备用通道。其中主通道的数量要在3个及以上,而备用通道不能少于2个,从而优化数据采集渠道的承载力,进行相应的负荷控制,从而保证数据采集过程中的负荷电力计量负荷情况处于平衡状态,进而提高数据采集的效率。多渠道的数据采集也能够保证数据采集工作的平稳运行,提高相关企业的经济效益。再次,系统在进行数据采集信息的抄录工作时,要依据相应的搜集时长,确定数据信息的真实性及可靠性。并且根据数据采集信息的实际情况,选择适宜的数据信息抄录方

法,为数据采集信息的准确性提供保障。最后,优化主站端计算机系统及终端数据压缩算法,提高数据通信的稳定性。在进行负荷控制系统中数据采集时,依据日负荷曲线和故障事件信息登记表对于采集到的数据进行实时登记,从而帮助提高电力计量中的电能的调控功能。

#### (二) 负荷控制系统中控制功能的运用

负荷控制系统中控制功能的运用主要有三种控制手段。第一,电能量调控。其主要是系统通过电能负荷控制中心对于电能量的使用情况进行实时监测,设置相应的电能量峰值,在电能量运行过程中,其用电量超过设置的用电量峰值的80%,系统将会进行预警,系统收到相应的预警信息,将自动采取负荷控制的应急处理措施。第二,功率调控。系统设置最大功率固定值,通过对于用电区域的用电功率进行24小时监测,一旦用电过程中出现超过最大功率固定值的情况,系统将会进行预警,并通过相应的3S技术及传感技术对于该区域进行定位,控制中心收到预警信号后,将会采取对于该区域的用电功率的自动化应急处理措施,进行负荷控制,直至该区域用电功率恢复至固定值以下<sup>[5]</sup>。第三,自动调控。当用电区域的负荷超出其能承受的范围后,系统终端将会启动自动控制程序,切断相应的用电设备的电源,随后系统终端将会根据该区域用电情况,进行自动化处理,如果用电区域负荷情况恢复正常,将会自动进行输电,从而更好地发挥出负荷控制系统的优势。

#### 结语

综上所述,负荷控制技术在电力计量中的应用可以有效控制负荷水平,对整体电力系统运行起到积极作用。通过构建完善的负荷控制系统可以通过削峰、填谷、移峰等技术对电力负荷进行集中控制,不仅可以降低线路运行压力,还可以改善用户用电情况。而且,在控制中心运行下,可以为技术人员负荷分析提供信息支持,为提高电力系统工作质量与效率提供保障。

#### 参考文献

- [1]王跃华.电力负荷控制系统在需求侧管理中的应用[J].价值工程,2022,41(01):156-158.
- [2]曹曦焱.电力计量自动化在线损管理中的应用研究[J].石河子科技,2022(06):35-36.
- [3]周洋.电力计量中的防窃电建议[J].新型工业化,2022,12(12):15-19.
- [4]顾根雨.电力负荷批量控制技术应用[J].集成电路应用,2021,38(05):176-177.
- [5]曹亮,赵保珠,尹璇,等.新型电力系统精准负荷控制供电恢复策略研究[J].电工电气,2023(01):67-70.