

## 电力负荷控制技术应用及发展研究

陈敏祥

国网福建省电力有限公司邵武市供电公司, 福建 邵武 354000

[摘要]随着电网的发展和用户用电需求的提高,电力负荷控制的重要性将日益突显。电网建设在快速发展的同时也面临着诸多挑战。为了更好地满足人们日益增长的电力需求,加强电网建设,提高电网可靠性和安全性是当前及今后一段时期内电力工作中的重点和难点。在电网建设中,负荷控制是一项重要措施。文章从负荷控制的作用及意义入手,对电力负荷控制技术应用进行深入分析,并阐述了负荷控制技术的发展与展望,以供参考。

[关键词]电力;负荷;控制;应用;发展

DOI: 10.33142/ect.v1i3.8957

中图分类号: TM76

文献标识码: A

## Research on the Application and Development of Power Load Control Technology

CHEN Minxiang

Shaowu of Power Supply Company of State Grid Fujian Electric Power Co., Ltd., Shaowu, Fujian, 354000, China

**Abstract:** With the development of the power grid and the increasing demand for electricity from users, the importance of power load control will become increasingly prominent. While the construction of the power grid is developing rapidly, it also faces many challenges. In order to better meet the growing demand for electricity, strengthening the construction of the power grid, and improving the reliability and safety of the power grid are the key and difficult points in current and future power work. Load control is an important measure in power grid construction. The article starts with the role and significance of load control, conducts a deep analysis of the application of power load control technology, and elaborates on the development and prospects of load control technology for reference.

**Keywords:** electricity; load; control; application; development

### 引言

负荷控制,也叫负荷管理,主要用于碾平负荷曲线,实现对电力负荷的均衡使用,增强电网运行的经济性和安全性,并提高电力企业的投资效益。其目的是在电力系统正常运行条件下,在用户不改变用电习惯的前提下,通过调整用电方式来改变电力系统的运行状态。电力负荷控制技术的主要目的是在满足用户要求的情况下,以最小的能源消耗来满足用户需求。

### 1 负荷控制的作用及意义

随着电力系统的发展,电网结构越来越复杂,要求对负荷进行有效管理,电力负荷控制技术是管理电网中的一个重要环节,具有提高电能质量、提高电网运行可靠性和安全性、促进用户节电等作用,具体体现在以下几点:第一,提高电能质量。随着我国电力行业的发展,高电压等级的输电线路及变电站不断增加,对电网电压质量提出了更高的要求,而负荷控制系统可以有效降低线路损耗,从而改善供电电压质量<sup>[1]</sup>。第二,促进用户节电。电力负荷控制系统可以提高电能质量,降低系统损耗;通过提高用户的用电效率,从而节省电费开支;负荷控制技术还可以改善电网运行方式,提高电力系统运行可靠性和安全性。由于负荷控制技术是电力行业中实现节能减排目标的重要手段之一,因此对于一些高耗能行业和企业来说,实施

负荷控制技术可以降低它们的用电成本和能源消耗。第三,通过提高用户的用电效率和节约用电可以减少电力系统损耗。例如:对于一些大功率用电设备进行合理控制或者采用节电型电器产品等都能有效减少电力系统损耗。第四,促进电网运行可靠性和安全性。负荷控制技术可以通过合理分配系统内负荷来提高电网运行的可靠性和安全性;此外还可以通过加强电网调度管理来提高电网运行效率。第五,负荷控制技术可以有效调节用电高峰与低谷,使用户在用电高峰期减少用电,在低谷时期增加用电,从而节约能源和电量。

### 2 电力负荷控制技术的应用

#### 2.1 有序用电

随着我国经济社会的快速发展,居民生活水平不断提高,人们对电力需求不断增加。与此同时,我国经济发展不平衡、不协调、不可持续问题比较突出。随着我国工业化、城市化进程加快以及人民生活水平提高,居民用电量也将逐年增加。但是电力资源是有限的,电力供应将长期处于紧张状态。为了保障电网安全运行和国民经济可持续发展,必须加强电力管理,实施有序用电。有序用电是指按照规定的时间、顺序和方式,由政府组织实施的对电力负荷进行控制、调节和管理,以保障电网安全、经济运行的一种用电管理方式。它是需求侧管理的一个重要内容,

通过电力负荷控制来提高用电效率,减少电能浪费,从而达到保护环境的目的。实施有序用电是提高能源利用效率,控制电力需求,缓解供需矛盾的一项重要措施。实施有序用电应做好以下几点:首先,要制定好方案,有计划、有步骤地对电力负荷进行控制,保证电力系统安全稳定运行。其次,要做好宣传工作,提高人们的环保意识。再次,要加强管理力度,通过采取一定措施对不合理用电进行控制和管理<sup>[2]</sup>。最后,要建立完善的信息管理系统,实现对有序用电工作的监督管理和控制。

## 2.2 实时监控

电力负荷控制系统可以采用多种方式来实现,其中最常用的是遥测、遥信和遥控。遥测、遥信和遥控可以采集整个电力系统的各种实时数据,并将采集到的数据传输到控制中心。遥测:其基本功能是测量、传输和显示电力系统的实时数据,以显示系统实时运行状况;遥信:其基本功能是发送必要信息,以便控制中心或调度员了解系统当前运行状态;遥控:其基本功能是命令控制系统执行操作,以达到系统控制目的。目前,国内大部分地区已经采用了遥测、遥信和遥控三种方式相结合的方式来实现电力负荷控制系统。其中遥测使用的是电压互感器和电流互感器,遥信使用的是有载分接开关,遥控使用的是断路器。在电力负荷控制技术中,智能终端因具有功耗低、通信距离远、通信速率高等特点被广泛应用。智能终端通过采集和传输遥测、遥信和遥控信息,能够实现对用户用电设备的控制、计量等功能。智能终端一般由通信模块、数据采集模块和电力负荷控制模块等组成。在通信模块中,通过对通信数据进行分析处理,能够实现对系统中各用电设备之间的信息交换;在数据采集模块中,通过对智能终端所采集到的数据进行分析处理,能够实现电网企业对用户用电设备的监测;在电力负荷控制模块中,通过对用户用电设备的控制来实现对电网负荷的控制。

## 2.3 错峰用电

错峰用电是指在电网运行负荷高峰期间,电网企业对电力用户采取错峰用电措施,即在用电高峰时期将电力用户的负荷错开一部分用电的用电方式。其目的是为了缓解电力供需矛盾,减少用户电力需求峰值,以实现资源优化配置和可持续发展。对于电力供应紧张地区,错峰用电是缓解供电紧张状况、确保电网安全稳定运行的一种重要措施,也是减少能源浪费的有效途径。错峰用电主要有以下几个方面的作用:第一,错峰用电可以在一定程度上缓解电网供电紧张状况,使高峰负荷有所下降;第二,可以降低电力用户的经济损失。根据实际情况,采取适当措施,可使高峰负荷下降,在保证电网安全稳定运行和电力用户基本生活用电需求的前提下,达到节约能源、保护环境、缓解供电紧张状况的目的;第三,可以提高电力系统负荷率和供电可靠性。通过电力负荷控制,减少电力用户在高峰

峰时段的用电,减少能源浪费,从而使得电力系统负荷率明显提高;第四,可以提高电网企业的服务水平。在高峰时段采取错峰措施时,需要提前联系电力用户,并且需要电力用户的积极响应,这样电网企业的电力负荷控制才可以顺利实施,这个过程中电网企业的服务好坏会影响电力用户对电网企业的服务水平的评价。

## 2.4 智能电网

电力负荷控制技术是实现智能电网的重要措施,在智能电网中的应用,能够对电力负荷进行有效的控制,并能保证电力负荷在电网中的稳定性,从而降低电网运行成本。智能电网技术是一种新技术,它不仅能够对电能进行有效的利用,还能对电能进行合理控制。在智能电网技术应用中,主要是将其与先进的信息技术、传感技术、控制技术等结合在一起,从而实现对电力系统运行状况进行实时监控、动态分析以及协调控制,确保电力系统能够满足人们的用电需求。为了保证智能电网技术在智能电网中的应用效果,可以运用以下几点措施:(1)电力需求侧响应计划。其主要是指对电力需求侧进行适当的干预和调节,在满足用户用电需要的基础上,有效提升用户用电的质量和效率。

(2)智能变电站技术。智能变电站技术是指利用计算机和通信技术实现对电网设备以及运行情况进行监测和控制的一种技术。(3)电能质量监测及管理系统。其主要是通过对电能质量进行检测来实现对电网中不稳定因素的解决,并保证电力系统运行的稳定性、可靠性<sup>[3]</sup>。(4)可再生能源发电技术。主要是指将风力、太阳能等可再生能源转变成电能,在满足用户用电需求的基础上实现对资源的充分利用,并最终实现电网经济运行水平的提升,促进社会和环境效益的双重提升。(5)智能用电管理系统。其主要是通过对用电信息进行采集、处理和传输,实现对用电信息分析和预测,并根据用户用电信息制定合理供电方案,为用户提供优质、安全、可靠、方便、经济、高效的电力服务。

## 2.5 节能改造

节能改造是实现电网安全经济运行的重要措施。实施节能改造,不但可以提高能源利用效率,而且可以节约大量的电力资源。因此,做好电力节能工作是今后电力事业发展的主要方向之一。对用电设备进行节能改造,主要有以下几种方式:(1)采用节电型设备。随着国民经济的快速发展,用电量增长迅速,为了实现电网的安全经济运行,对用电设备进行节能改造势在必行。例如:利用变频调速技术和软启动技术可改善电动机启动时的冲击电流;利用PLC可编程控制器可改善电动机的启动性能;利用控制柜或控制室里设置的软启动器可改善电动机启动过程中的冲击电流。(2)采用高效节能设备来降低电能消耗是提高电网运行效率和经济效益的一项重要措施,而且已在很多国家广泛应用。例如:高压电机采用三相全控桥式整流技

术可以实现无极调速,减少谐波污染;高压电机采用高效率、高功率因素的自关断晶闸管和可控硅技术,可以有效地改善电动机的启动性能,从而降低电机启动时所消耗的电能;对低压电动机采用软启动器,可以有效地改善电动机启动时所消耗的电能;采用节能型照明灯具等。(3)应用电能质量治理技术。电能质量是电力系统安全、经济、可靠运行的重要保证,为了保证系统安全运行和用户可靠供电,必须对影响电能质量的各种因素进行综合治理。例如:为确保变压器安全运行和减少谐波对电网带来危害,可采用无功功率补偿装置;为改善配电系统电压质量,可安装电压暂降/闪络抑制器等<sup>[4]</sup>。

## 2.6 需求侧管理

需求侧管理(demand side management, DSM),是指在电力需求侧引入竞争机制,通过降低用电成本,提高用电效率,优化电力资源配置的管理活动。在美国、日本等发达国家,DSM已成为一项重要的电力管理手段和发展趋势。通过实施DSM,不仅可以有效地提高用电效率、促进节能减排,同时还可以改善电网运行特性和提高电网安全水平。DSM已在世界范围内得到了广泛的应用和发展。

在我国,开展需求侧管理的主要目的是通过优化供电方案、调整用电方式等措施,缓解电力供需矛盾,提高电网运行效率和质量,缓解供电紧张状况。需求侧管理主要包括需求响应、智能电网、能源互联网和电动汽车充放电系统等方面。随着电力体制改革的深入发展以及电力市场建设的推进,为实现我国电力需求侧管理的发展提供了良好的环境。需求侧管理可以降低用户电费支出、提高能源利用效率和供电可靠性。随着需求侧管理在我国的发展,相关部门应该出台更多的激励政策和管理措施,促进企业、社会各方面参与需求侧管理工作;加强技术与推广应用;加强需求侧管理相关法律法规建设;提高居民参与意识和积极性;促进能源互联网技术和电力电子技术的发展。

## 3 负荷控制技术的发展与展望

目前,电力负荷控制技术在我国的已经得到了广泛的应用,其应用也已从单一的终端装置向集数据采集、远程通信、远程监控、负荷控制于一体的综合系统发展。从数据采集的角度看,我国已有多种不同类型的电力负荷控制终端设备,其主要功能都是实现对用户用电数据的采集。未来几年,随着我国电力体制改革进程不断深入,配网侧结

构日趋复杂,配网设备将逐渐增多,用户用电数据也会更加庞大、复杂<sup>[5]</sup>。为了更好地对电网进行监控与管理,满足用户用电需求,进一步提高电网安全运行水平和供电质量,应尽快完善和实施国家、行业和地方相关标准。电力负荷控制技术在我国的未来还将得到广泛应用,其发展前景十分广阔。随着科学技术的不断进步和社会经济的快速发展,对电力需求将不断增加。由于电力负荷控制技术对供用电双方均有一定益处,且政府相关部门对电力负荷控制持积极态度,因此其发展前景十分广阔。在电力负荷控制技术应用的同时也应注意结合我国实际情况对其进行相应改进和创新。

## 4 结束语

随着电力工业的快速发展,电力负荷控制系统在提高电网运行的安全性、稳定性、经济性和环保性,加强电能质量,改善电能服务等方面发挥着越来越重要的作用。同时,随着电力市场的形成和发展,负荷控制系统在促进电力工业的可持续发展方面也发挥着越来越重要的作用。在实际应用中,要加强电力负荷控制技术研究,在充分考虑电力系统安全可靠、经济性以及用户用电需求等方面因素下,选择最优的电力负荷控制方式。

## 【参考文献】

- [1]陈宗遥,卜旭辉,郭金丽.基于神经网络的数据驱动互联电力系统负荷频率控制[J].电工技术学报,2022,37(21):5451-5461.
  - [2]关燕鹏,李晓宁,贾新春.含可再生能源的多区域电力系统负荷频率控制[J].电力系统及其自动化学报,2022,34(7):64-71.
  - [3]姚方方,张欣雨.具有随机增益的电力系统弹性负荷频率 $H_{\infty}$ 控制[J].计算机测量与控制,2022,30(11):133-139.
  - [4]池小波,张灵,贾新春,等.拒绝服务攻击下多区域互联电力系统负荷频率控制[J].山西大学学报(自然科学版),2022,45(1):124-136.
  - [5]汤平瑜,陈颖聪,陈智明.网络攻击下的电力系统事件触发负荷频率控制[J].电气自动化,2022,44(4):37-39.
- 作者简介:陈敏祥(1995.12—),男,毕业院校:闽南师范大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:国网福建省电力有限公司邵武市供电公司,职务:班员,目前职称:助理工程师。