

商务写字楼电能质量问题的典型案例分析

简介: 随着现代科学技术的发展,各种新型、高效、多功能的商务用电设备不断更新,使得诸如商务写字楼这类典型公共建筑中基于电力电子装置的非线性负荷的应用越来越广泛,引起电能质量问题的因素也逐渐增多,对同样快速普及的各种复杂的、精密的、对电能质量敏感的用电设备的安全可靠运行带来严重威胁。本文通过一个典型案例,分析了商务写字楼的常见电能质量问题、危害及探讨了相关问题的一般解决方案。

关键字: 商务,写字楼,电能,质量,分析

1、引言

电能质量一般是指电压或电流的幅值,频率,波形等参数与标准值的偏差。过去,电力系统中许多机电设备都能在上述参量相对较大的变化范围内正常地工作。但是在近五到十年,随着高新技术尤其是信息技术的飞速发展,基于计算机,微处理器控制的用电设备和电力电子设备在系统中的大量使用,这些设备对来自系统的干扰比机电设备更为敏感,对电能质量的要求也更高。一旦出现电能质量问题,轻则引起设备故障,重则导致整个系统的崩溃,可能由此带来的巨大的经济损失和负面的社会影响。另一方面,这些设备自身也可能是引起电能质量问题的因素,对其他相邻用电设备的正常工作造成不良影响。

商务写字楼是典型的公共建筑之一,其中大量使用的开关式电源、公共照明系统中荧光照明、计算机、打印机、复印机、调光灯等负荷正逐渐成为配电系统中主要的谐波和波动源之一。下面,由一个实际案例入手,来分析商务写字楼的常见电能质量问题。|

2、典型案例

A、用户情况

北京某大酒店写字楼由3路10kV电源供电,每个办公室内基本配有UPS,主要对室内的计算机等办公自动化设备进行不间断供电,UPS采用AC-DC-AC在线式拓扑,容量为1~2kW。

该系统全部采用电缆供电,有三台主变压器,容量均为1000kVA,额定电压为10kV/0.4kV,额定电流为57.7A/1443A,接地电阻大约1.2~1.3Ω。变压器和线路所装设的保护有速断保护、过流保护和欠压保护。其中速断保护是主保护,动作时间

为 0.35s。系统主要采用电容器组作为无功容量的补偿装置，有 15kVar 和 30kVar 两种，其中 15kVar 的电容器的额定电压为 400V，额定电流为 21.7A。

由于该用户是比较重要用户，采用三回路供电，所以供电可靠率极高，当供电电源发生故障时，另外的两回电源采用倒闸自投的方式迅速投入供电，动作时间为 0.7s。

长期以来，用户中性线电流偏大，带负荷运行时可达 400A 左右，其中三次谐波含量很大。

低压系统主接线如下图所示。

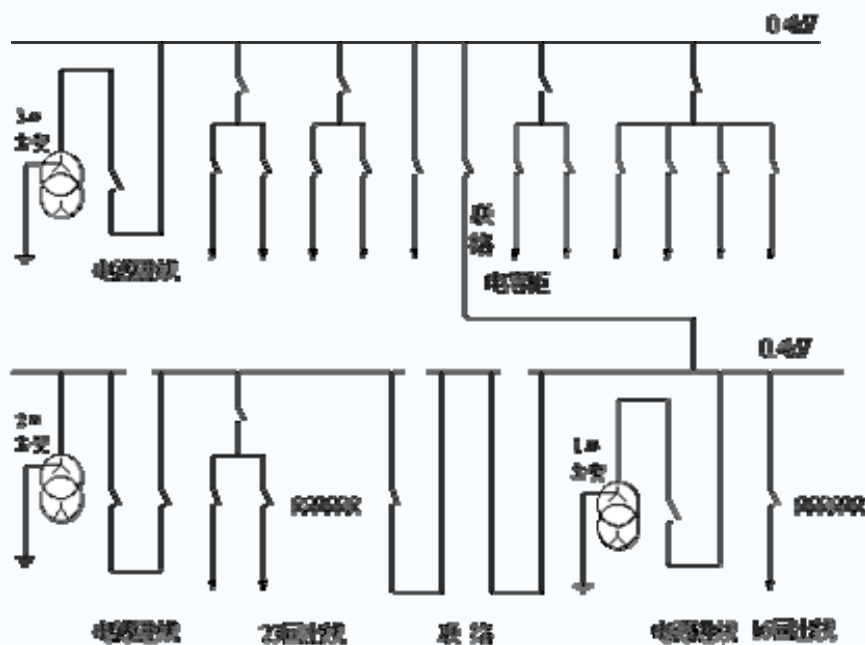


图 1. 北京某大酒店写字楼的系统主接线图

B、测量数据

采用 Fluke43B 电能质量分析仪对供电系统其中一回线路出线进行了测量，典型波形如图 2 所示。其中，上部波形为 AB 相间的线电压，下部为中性线电流的波形，它们的频谱分析分别为图 3、图 4 所示

上部波形为 AB 相间的线电压，下部为中性线电流的波形，它们的频谱分析分别为图 3、图 4 所示。

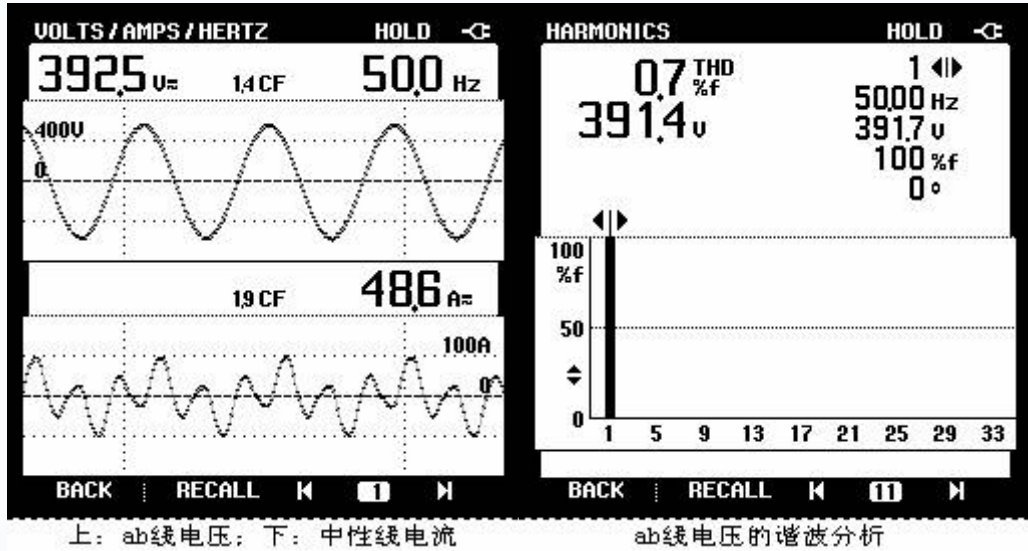


图 2. 一回出线的线电压和中性线电流测量波形 图 3. 线电压的频谱分析

由图 3 可见，线电压有效值为 391V，波形为完美的正弦波。电压总谐波畸变率仅为 0.7%。

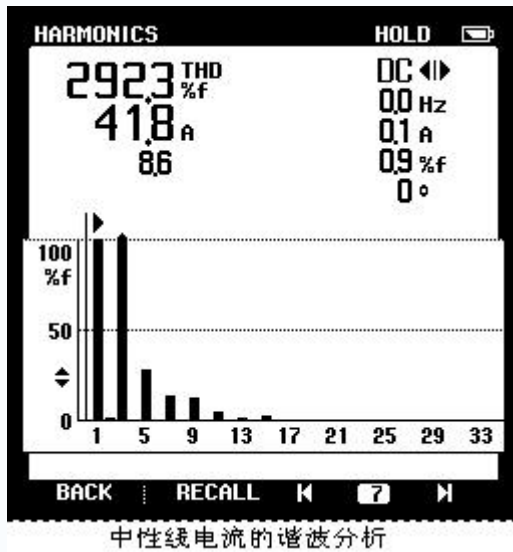


图 4. 中性线电流的频谱分析

由上图的频谱分析可见，中性线电流中含有丰富的低次谐波。实测的各次谐波电流有效值分别为：基波 41.8A，3 次谐波 121A，5 次谐波 11.8A，7 次谐波 5.9A，9 次谐波 5.2A，11 次谐波 2A，13 次谐波 0.8A 等。若以基波为基准，电流总谐波畸变率为 292.3%。以三次谐波为基准 100%，则基波电流含有率 34.5%，5、7、9、11、13 次谐波电流含有率分别为 9.8%、4.9%、4.3%、1.7%、0.7%。

C、结果分析

被测写字楼的主要用电设备是各种节能灯具（荧光灯、高压气体放电灯、可控硅调光白炽灯等）、冰箱、电视机、录像机、计算机、激光打印机、充电器、UPS 电源及各种仪器设备。这些设备大多数容量较小，在数十到数kW，但是数量很多，整体对谐波的影响很大，不容忽视。

在上述设备中，具有全波整流性质的负荷（如 UPS 等）造成的谐波影响最为严重。在电源电压峰值附近，电源对整流器电容充电，负荷从电源吸收的电流具有脉冲性质。由于接于同一电源的这类负荷吸取的脉冲电流中心轴线基本上一致，因此主要谐波电流几乎是同相位的叠加；另一方面，各相线的谐波电流中三次及其倍数次谐波具有零序分量性质，因此它们在中性线上的汇集叠加，使得中性线上的谐波电流非常大。案例中，电源线电流约 400A 时，中性线上三次谐波电流高达 121A，就是有力的证明。

3、谐波问题的影响

谐波对商务写字楼用电设备寿命和线损的影响，是逐步积累其效应的慢过程。受谐波严重影响而产生的后果，一般也在一定时期后才暴露，因此容易使受害单位及其主管不能及早发现问题，直到严重后果发生。

本案例中，谐波的作用使得配电变压器的绕组、外层硅钢片、外壳、金属紧固零件的局部发热严重，降低变压器输出功率，还引起振动和噪声；无功补偿电容器因谐波关系，不能正常投入；未配置 UPS 的计算机会出现死机，自动重启现象，引起工作数据丢失及元件损坏；电话出现杂音；最为严重的隐患是中性线长期过流，导致导线局部温升过高，绝缘老化，可能引起火灾事故。

4、一般解决方案

对于写字楼负荷的谐波问题，推荐的解决方案有以下几点：

（1）加装无源滤波器

在大的谐波源附近或主要出线处安装若干单调谐及高通滤波器支路，以吸收谐波电流。这种方案可以有效减小谐波量；也可以同时考虑无功补偿问题。

（2）改变谐波源的配置方式

具有谐波互补性的设备应集中安装，否则应适当分散或交错使用，适当限制谐波量大的工作方式。该方案可以减小谐波的影响，但对设备配置和工作方式有特殊要求。

(3) 改善三相不平衡度

找出因电源电压、线路阻抗、负荷特性因素导致的三相不平衡原因，加以消除。该方案可以有效减小3次谐波的产生；有利于设备的正常用电，减小损耗。

(4) 增加系统容量和中性线截面

提高供电系统的短路容量，可以减小谐波源对其他用电设备的影响；增大中性线截面，可以避免中性线长期过流导致的导线局部温升过高，绝缘老化现象，消除引起火灾事故的隐患。

(5) 采用有源滤波器

滤波效果比无源滤波器好，同时不必担心导致谐波放大问题。造价较高。

5、结语

目前，商务写字楼中各种基于电力电子装置的非线性负荷的应用越来越广泛，引起电能质量问题的因素也逐渐增多，对各种复杂的、精密的、对电能质量敏感的用电设备的安全可靠运行带来严重威胁。通过对一个具体写字楼供电系统电源出线的测量，分析得出该写字楼供电系统的电能质量问题主要是谐波，并进一步讨论了它的危害及一般解决方案。

参考文献

[1]张直平，李芬辰等，城市电网谐波手册[M]，北京：中国电力出版社，2001

[2] 吴竞昌，孙树勤等电力系统谐波[M]，北京：水利电力出版社，1998