

住宅小区公用电网的谐波及治理

黄冰心

(南安市电力有限责任公司 福建 南安 362300)

摘要:随着各种计算机、电子设备等非线性负载的广泛使用,住宅小区公用电网的谐波污染日益严重,小区电网的电能质量问题越来越受到重视。该文对住宅小区各种谐波源进行了分析和讨论,总结了小区电网谐波电流的特点及谐波危害,最后给出了常用的住宅小区电网谐波治理、提高电能质量的方法。

关键词:住宅小区电网;谐波源;谐波治理

Abstract: With the widely use of non-linear load, such as various computers and electron devices, the harmonic pollution of utility power grid in residential district is becoming seriously. The various harmonic resources of residential district are analyzed and discussed. Then, the characteristics of harmonic current and the hazard of harmonic in the power grid of residential district are summarized. Finally, the common measures for eliminating harmonic and improving power quality in utility power grid of residential district are proposed.

Key words: power grid of residential district; harmonic resource; harmonic elimination

中图分类号: TM714 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2011)04-0045-03

0 引言

随着科学技术的发展和人们生活水平的不断提高,日常生活中人们使用的电气、电子设备越来越多,这些设备和装置的使用一方面对公用电网的电能质量(power quality)要求越来越高,要求“绿色”、“干净”的电能;另一方面很多电气和电子设备对于电网而言是非线性负载,电网中大量非线性负载的接入降低了电网的功率因数,使电网电压和电流波形发生畸变,影响供电质量。目前,建筑供用电系统产生的谐波已经成为城市公共电网的主要谐波污染源。

近年来,工业供电方面的电能质量问题已得到大量关注,各种谐波抑制措施和其他提高供电质量的措施被广泛应用。随着住宅小区公用电网中非线性负载使用数量的增加,住宅小区电网的电能质量问题也开始被重视。

在对住宅小区公用电网的谐波污染源进行了分析和讨论的基础上,总结了住宅小区谐波电流分布情况及由谐波引起的危害,最后给出了常用的谐波治理方法。

1 住宅小区电网的典型谐波源及谐波电流特点

住宅小区公用电网的负荷主要是各种家用电器,如电视机、各种节能灯、电冰箱、洗衣机、微波炉、电磁炉、计算机、激光打印机、充电器以及高层建筑中的空调压缩机、大型电梯等,这些电器中都含有非线性元件,当这些非线性元件接入电网中时,会在线路中产生谐波电流,从而引起电压波形畸变,影响电能质量。所以,人们日常生活中使用的各种家用电器对于电网而言都是谐波源。

住宅小区公用电网谐波电流分布情况有以下特点。

(1) 主要是奇次谐波电流,其中以低次3次、5次和7次谐波电流为主。

(2) 住宅小区公用电网的非线性负荷具有基波功率因数高、含谐波功率因数低的特点,如家用计算机的基波功率因数可达0.9,但是含谐波后功率因数只有0.5~0.6。

(3) 住宅小区公用电网的非线性负荷具有单个负荷用电容量小,但同时集中使用的概率大,导致电网总负荷量大,谐波电流叠加。所以,在晚间的用电高峰时期,谐波含量最高,白天处于低谷,谐波含量最低,也就是说公用电网中谐波电流每日波动较大。

(4) 随着住宅小区用电负荷的季节性波动,谐波

大小也随之变化,夏、冬季节用电负荷大,谐波含量高,春、秋季节负荷小,谐波含量也低。

近年来,建筑供电系统的谐波日益严重,已经成为城市公共电网的主要谐波源。日本有关调查数据表明,电网谐波有40%来自于建筑用电系统。英国曾就谐波电流、对地泄露电流和电压扰动造成的计算机停机问题进行了统计,他们随机对45家公共事业、商业和工业用户进行了调查,结果表明谐波电流造成的公用电网内的停机事故频率最高,上述三类用户每年的事故报告在12次以上的超过60%,每年至少一次事故的报告为80%以上。在国内,苏州供电公司苏州工业园区的苏都花园2号配电所在2008年6月23日21:00晚居民用电高峰时段对电网谐波进行了测试,测试数据表明电网中含有大量的谐波电流,主要为3次、5次、7次和9次,其畸变率分别为19.5%、13.7%、6.7%和6.6%,电流总畸变率平均值达到25%,最高达30%。

以上的数据和分析表明,住宅小区公用电网的谐波污染已经非常严重,到了不得不治理的程度。

2 住宅小区电网谐波的危害

谐波污染是电网公害,谐波电压和电流在电网中的存在,将对电网本身以及由该电网供电的用户都造成很大影响。谐波的危害主要体现在以下几个方面。

(1) 使输电线路损耗增加,传输效率降低;当与电网的系统参数配合不恰当时,可能引起谐波电流的谐振和放大,将产生更大的损耗。

(2) 谐波电压可使电力变压器的磁滞损耗和涡流损耗增加,变压器内的绝缘材料承受的电气应力增大;谐波电流使变压器损耗增加,谐波较大时可能使变压器局部过热、噪声增大,从而影响电网和供电一次设备的安全运行。

(3) 引起系统各类继电保护和自动装置误动作或拒动作。

(4) 对系统计量仪表产生影响,造成电能计量的误差。谐波的存在,一方面增加了电度表本身的误差;另一方面,谐波源负荷从系统中吸收基波功率,向系统送出谐波功率,而受害的用户既从系统中吸收基波功率,又从谐波源吸收无用的谐波功率,其后果是谐波源负荷用户少付电费,而受害的用户多付电费,

造成不公平交易。

(5) 住宅小区电网中大量的三次和三的倍数次谐波电流流过中性线,使中性线流过的电流大大增加,甚至可能超过相线的电流。如建筑电气线路设计时选用的中性线截面较小,则会使中性线严重过载而发热增加,严重时绝缘损坏,引起短路和火灾。

(6) 谐波会产生电磁干扰,影响通信系统,降低信号的传输质量,破坏信号的正常传递,甚至损坏通信设备。

3 住宅小区公用电网谐波标准

对于谐波电压,现行国家标准规定,380 V 电网谐波电压总畸变率不得大于5%,其中奇次谐波电压含有率小于4%,偶次谐波电压含有率小于2%。

对于用户注入电网的谐波电流允许值的大小与电网容量和谐波电压标准有关。标准规定,分配给用户的谐波电流允许值应保证满足各级电网公共连接点处谐波电压在允许值范围内。而影响各级电网谐波电压的主要因素有:本级谐波源负荷所产生的谐波;上级电网谐波电压对本级的传递(即渗透);各谐波源同次谐波的相量合成。

关于谐波电流允许值可以采用以下的方法进行计算。

对于380 V 系统,给定基准短路容量为10 MVA,在已知电网的第 h 次谐波电压含有率以后,可得到电网中第 h 次谐波电流允许值的大小为

$$I_h = \frac{10S_k HRU_H}{\sqrt{3}U_N h} \quad (1)$$

其中 I_h 为电网第 h 次谐波电流允许值; S_k 为基准短路容量; HRU_H 为第 h 次谐波电压含有率允许值; U_N 为额定电压; h 为谐波次数。

对某一个用户来说,其谐波电流允许值为

$$I_{hi} = I_h (S_i/S_k)^{1/\alpha} \quad (2)$$

S_i 为第 i 个用户的协议用电量; S_k 为公共连接点的供电设备(或线路)容量; α 为相位系数,按表1的数据取值。

表1 相位系数取值表

h	3	5	7	11	13	其他
α	1.1	1.2	1.4	1.8	1.9	2

当公共连接点的短路容量为 S'_k ,与基准短路容

量 S_k 不相同, 谐波电流允许值 I_h 按式(3) 计算。

$$I'_h = I_h \times \frac{S'_k}{S_k} \quad (3)$$

4 常用的谐波治理措施

谐波治理的基本思路有两种: 一种是主动型谐波治理, 这种方式是对电力电子装置本身进行改造, 使其不产生谐波, 从根本上解决谐波问题, 但它仅适用于作为谐波源的电力电子装置; 另一种是被动型谐波治理, 在系统中谐波已经存在时采用这种方式, 即在系统中装设单独的谐波补偿装置来进行谐波治理, 所以这种方式可适用于各种情况。

4.1 主动型谐波治理措施

对于主动型谐波治理方式, 目前主要采用的方法有以下几种。

(1) 改进电力电子装置主电路的拓扑结构, 如采用由新型全控型器件 IGBT 等构成的 PWM 整流电路取代传统的由晶闸管作为主控元件的相控整流电路。

(2) 对于整流电路, 增加整流相数, 如采用十二脉波整流电路、十八脉波整流电路等。

(3) 限制变流装置的容量。

(4) 在电力电子装置中采用各种先进智能控制技术, 现代控制技术已广泛应用于电力电子装置中, 如无差拍控制技术、模糊控制、神经网络控制、滑模控制等。

值得注意的是, 以上这些措施虽然可以有效地减少电力电子装置所产生的谐波含量, 但由于它们的非线性, 谐波不可能全部消除, 所以电力电子装置中谐波总是存在的。

4.2 被动型谐波治理措施

对于被动型谐波治理方式, 常用的方法是安装无源电力滤波器 (passive power filter) 和有源电力滤波器 (active power filter)。

无源电力滤波器的基本工作原理是: 滤波器由电感、电容和电阻组成, 它为系统中的谐波电流提供一条低阻抗通道, 即滤波器对于谐波电流阻抗接近为零, 使谐波电流通过滤波器流出, 而不流入电网。只要合理设置滤波器中电感和电容的参数, 使滤波器的谐振次数为所需要滤除的谐波次数, 则该次谐波通过滤波器时被滤除, 系统中该次谐波被消除。无源滤波

器具有结构简单、技术成熟、设备投资较少、运行可靠性较高、维护方便、运行费用较低等特点, 得到了广泛应用。但是其补偿频带窄, 仅能消除特定的几次谐波, 甚至在与系统参数不匹配时可能发生谐振而导致某些次数的谐波放大, 补偿特性易受电网阻抗和频率变化的影响。此外, 在大容量的情况下无源滤波器的滤波装置笨重, 体积大, 损耗多。由于无源滤波器的以上缺点, 近年来性能更加优越的有源电力滤波器开始被重视而得到广泛关注。

有源电力滤波器是一种用于动态抑制谐波的新型电力电子装置, 它的基本工作原理是: 滤波器检测电网谐波电流, 根据谐波电流情况, 滤波器产生一个大小与谐波电流相同、相位与谐波电流相反的补偿电流, 与电网中的谐波电流叠加, 使叠加后的电网电流只有基波分量。有源电力滤波器克服了无源滤波器等传统谐波抑制装置的缺点, 能对频率和幅值都变化的谐波及无功进行跟踪补偿, 且补偿特性不受电网阻抗的影响, 也很难和电网阻抗发生谐振, 已成为目前抑制电网谐波最有效的手段。

只是由于目前中国有源电力滤波器价格相对还比较高, 而且人们对谐波危害的认识程度还不够, 谐波治理问题还没有得到足够高的重视, 使得有源滤波器的应用在中国还相对较少。而在日本及欧美国家, 有源滤波器的使用已经非常广泛。

为了解决大容量有源滤波器价格太高问题, 同时考虑滤波器在对系统进行谐波抑制时能对系统进行无功补偿, 目前建筑电气系统中也常采用无源滤波器 + 有源滤波器的混合补偿方式, 可以同时补偿无功和抑制谐波, 得到更好的补偿效果。

5 结 语

对住宅小区公用电网的谐波情况及谐波抑制方法进行了讨论, 提出了防范和治理谐波的措施, 以减小谐波对小区电网的影响。建筑系统的谐波治理已经成为不得不重视的问题, 减小系统谐波, 可以提高电网供电质量, 降低系统损耗, 达到节能的目的。

作者简介:

黄冰心(1979), 女, 工程师, 主要从事电力系统生产、运行与管理工作。

(收稿日期: 2011-05-10)