

电力系统谐波监测技术与治理对策分析

电力系统谐波监测技术与治理对策分析

【摘要】近年来，电网谐波呈现逐年升高的趋势，长期以来对电力系统带来了巨大的危害和损失，而且会影响周围的弱电设备，给人们的生活带来不便。因此，准确、有效、实时地监测电力系统谐波并进行治理，对于保证电力系统运行的平安性、经济性和可靠性具有重要意义。

【关键词】电力系统;谐波监测;治理对策

1、电力系统谐波的产生及危害

1.1 电力系统中谐波的来源

谐波问题是现代电网及电力系统中最为常见的问题之一，长期以来对电力系统带来了巨大的危害和损失。这些电网谐波来自于三个方面：一是发电源质量不高产生谐波；二是输配电系统产生谐波；三是用电设备产生的谐波。其中用电设备产生的谐波最多，也就是说来自发电设备和用电设备【1】。其中，具有非线性负载的用电设备（非线性设备）是谐波的最主要来源。

1.2 谐波对电力系统的危害

谐波的产生会对电力系统中的供电线路和用电设备造成巨大的危害，主要表现在以下两个方面：

首先是对电系统中供电和配电线路的危害。目前，电力系统为保障电网线路与设备在故障情况下不发生危险，一般在电力线路与电力变压器中采用继电器设备予以检测保护。常用的主要有电磁式继电器、感应式继电器或晶体管继电器。但由于电磁式继电器与感应式继电器在谐波影响下不能全面有效地起到保护作用，这可能为电力系统的平安事故埋下隐患。

电网中产生的谐波危害范围最广的还是对于电力设备的危害。对设备的危害及原因主要表现在对电力电容器的危害、对电网中变压设备的危害、对继电保护装置的危害以及对周围弱电设备的干扰等方面。

2、电力系统谐波的监测技术

2.1 模拟滤波器检测方法

谐波监测理论的研究经历了从初级到智能化的开展过程。其中采用模拟滤波器进行谐波检测的方法，可以称之为电网谐波监测的“鼻祖”。

图 1 所示的是一种采用模拟并行滤波式谐波测量装置，这也是模拟滤波器的典型检测方法。采用模拟滤波器方法的优点在于：检测原理简单，电路结构容易实现，造价低，对滤除一些固有频率的谐波比拟有效。但缺点在于其检测环节多采用模拟电路，对温度和谐波频率的变化非常敏感，抗干扰能力较差；同时高阶滤波器会产生附加相移，造成输出信号畸变，且设计困难、误差大。随着谐波问题的复杂化和检测技术的不断开展，该方法目前已较少采用【1】。

2.2 基于傅里叶变换的谐波检测

基于傅里叶变换的谐波检测方法是当今应用最为广泛的一种方法。该方法的根本原理基于离散傅立叶变换及快速傅立叶变换。

傅里叶变换的检测方法因为其精度较高，功能较多，使用方便等诸多优点得到了广泛的应

用。但在实际应用中也发现了一些缺点,比方检测时检测时间较长和检测结果实时性较差【2】;而且在采样过程中,当信号频率和采样频率不一致时,会产生频谱泄漏效应和栅栏效应,影响检测精度。因此需要对原始的傅里叶变化方法进行改良,目前常用的方法有:利用锁相环技术、采用加窗算法、进行插值计算及双峰谱线修正等。

2.3 基于小波变换的检测方法

随着计算方法的快速开展,多种新的谐波检测技术层出不穷。目前谐波监测算法向复杂化、智能化开展,求解方法从直观的函数解析,进入复杂的数值分析和信号处理领域。其中小波变换是近几年掀起热潮的一个国际前沿领域,它是在傅立叶变换的根底上开展起来的新的信号处理方法 [1, 2]。

小波变换的方法是基于小波理论,其是一种时域—频域分析方法,它介于纯时域的方波分析和纯频域的傅立叶分析之间,具有良好的局部化性质。在实际电网谐波监测应用中,小波变换方法的优势明显。它可以根据信号的不同频率成分,在时域或频域自动调节取样的疏密:频率高时,那么密;频率低时,那么疏。同时递推最小二乘法的应用使该方法适用于谐波在线跟踪,使得测量更符合要求。尤其适用于目前常见的非稳定性谐波信号,其实时性较好,已经得到广泛应用【3】。

3、电力系统谐波治理对策

3.1 通过改造谐波源来抑制谐波产生

对于电力系统谐波的治理应该追本溯源,从谐波产生的源头进行消除最为有效。基于改造谐波源本身的谐波抑制方法一般有四种主要方法【1】。(1)增加整流变压器二次侧整流的相数,可以较好地消除低次特征谐波,一般在工程设计中予以考虑;(2)整流变压器采用 Y/或Y 接线,是抑制高次谐波的最根本方法,多用于大容量的整流装置负载;(3)尽量选用高功率因数的整流器,通过对整流器本身进行改造,使其尽量不产生谐波;(4)通过整流电路的多重化,将多个方波叠加,可以消除次数较低的谐波,从而得到接近正弦波的阶梯波,但该方法一般只用于大容量场合。

3.2 通过谐波隔离进行抑制

对于非线性用电设备来说,它们产生的谐波危害很大。不仅会对本级电网产生很大的影响,而且在经过变压器后,这些谐波的危害还会不断扩大,进而影响到上几级的电网。因此采用谐波隔离方法是消除谐波干扰的重要措施,通过将电网中的非线性用电设备进行隔离,使其产生的谐波不影响或少影响其他几级电网,这是电网谐波治理的一个根本方法。目前这一方法在电网谐波治理中广泛采用。为了把发电机产生的三次和九次的零序分量谐波与上级电网隔离开来,具体做法是使发电机发出的电能经过 Y/ Δ 、Y0/ Δ 、Y0/Y 等接线组别的变压器来抑制。

3.3 通过安装滤波器去除谐波

对于电力系统的谐波治理,从变电所侧和用户侧的角度着手也是谐波治理的一个策略。目前电网中多采用安装滤波器来减少谐波分量,其中分为有源滤波器和无源滤波器两大类。无源滤波器的结构简单,造价低,维护本钱也很低;但由于结构原理上的原因,在应用中存在着许多难以克服的缺点【2】,尤其是动态性能较差,稳定性不强。

有源电力滤波器是一种能够弥补无源滤波器缺乏的一种新型谐波抑制设备,主要用于动态抑制谐波并且能对大小变化的谐波以及变化的无功进行补偿。它的根本原理是从补偿对象中

检测出谐波电流，由补偿装置产生一个与该谐波电流大小相等而极性相反的补偿电流，从而使电网电流只含基波分量，成为目前对谐波进行抑制的一个开展趋势【4】。

4、结语

随着社会生活水平的提高，人们对环境的质量要求升级，使得电能质量问题已越来越引起用户和供电部门的重视。其中“谐波污染”已经成为电网内三大公害之一，为保证电网的平安、稳定、经济运行，对于谐波问题的影响只有各方面都重视起来，进行综合治理，才能还电力系统一个干净的环境。参考文献

【1】 吴竞昌.供电系统谐波[M].北京:中国电力出版社,1998.

【2】 何斌斌,黄剑锋,黄炜昭,等.电力系统谐波检查方法的分析综述[J].华中电力,2021,21(4):35-38.

【3】 任震.小波分析及其在电力系统中的应用[M].北京:中国电力出版社,2003

【4】 陈继承,陈国柱,吕证宇,等.有源电力滤波用谐波计算中的滤波器设计[C].浙江大学电气工程学院,第 14 届全国电源技术年会论文集.