

电力网中谐波分析方法的研究

刘 斌 王建全 赵春媛 李 云
天津电气科学研究院有限公司 天津 300180

摘 要: 在电力网的运行过程中, 为有效衡量电网电能质量, 可以将电力网谐波作为重要参考标准。对于电力网谐波而言, 当出现谐波问题时, 电力网中的电能质量有所降低, 不利于保障供电环节的可靠性。在电力网中, 随着谐波分析工作的开展, 应确保所使用的检测方法具有准确性, 在设计谐波抑制及补偿装置时, 使该类装置的运用具有高效性和实时性, 加强对电力网谐波的综合治理, 以便电力网能够持续处于稳定、可靠的运行状态。

关键词: 电力网; 谐波分析; 有效方法

Research on Harmonic analysis method in power network

Bin Liu, Jianquan Wang, Chunai Zhao, Yun Li
Tianjin Research Institute of Electric Science Co., Ltd. LTD. Tianjin 300180

Abstract: In order to measure the power quality effectively during the operation of the power network, the harmonics of the power network can be taken as an important reference standard. For harmonics in the power network, when harmonic problems occur, the power quality in the power network is reduced, which is not conducive to ensuring the reliability of the power supply link. In the power network, with the development of harmonic analysis, we should ensure the accuracy of the detection methods used. In the design of harmonic suppression and compensation device, the use of such devices with high efficiency and real-time, strengthen the power network harmonic comprehensive treatment, so that the power network can continue to be in a stable and reliable operation state.

Keywords: Electric power network; Harmonic analysis; Effective method

引言:

随着我国社会经济的持续发展, 在形成较强的经济实力时, 为工业技术的发展带来了促进作用, 所使用的电力电子设备数量相对较多, 并且为间歇性新能源的使用, 提供了相应的空间支持。对于非线性设备的应用, 其使用成效具有广泛性, 但在电力网中所形成的谐波逐渐增多, 产生了严重的谐波污染问题。现阶段, 对于谐波分析和处理工作的开展, 逐渐突出了关键作用, 需要采用有效的谐波分析方法, 在加强治理的同时, 维护电力网的电能质量。

一、电力网中谐波的产生及危害

1.1 谐波的产生

在近代工业发展中, 造成电网波形失真的主要原因有两个。

一方面, R元件, L元件, C元件的非线性。在一个非线性电路中, 当外加一个正弦电压时, 这个时候的电流会发生改变, 变成一个不是正弦波。当非正弦波电流

作用于电网的阻抗时, 会出现压降, 使电压波形变为非正弦波。在线性电路中, 当对应的非正弦电压被施加时, 该电流仍是非正弦波^[1]。

另一方面, 对于电力电子装置的使用, 其数量相对较多, 容易带来波形畸变这一情况。在配电网中, 所涉及的电力电子设备数量不断增加, 且类型具有多样性, 并且会运用整流器、变频调速装置、电弧炉、电气化铁路等装置。对于上述装置和设备的使用, 容易产生较大的负荷, 且该类负荷具有不平衡性、冲击性和非线性。

1.2 谐波的危害

在出现谐波时, 容易对电力网络造成污染, 且该类污染问题逐渐严重。所产生的危害, 主要有以下几种类型。

首先, 对转子电机来说, 主要是电动机和发电机, 很容易出现其他形式的电力损失, 并且伴随着发热现象的出现, 从而产生脉动转矩噪声。除此之外, 部分电机在供电时, 所供给的电量通常由整流器使用。在整流器

中, 容易产生明显的电压畸变。

其次, 会对断路器和保险丝造成冲击。当电流波形失真时, 其对开关容量的影响更为显著。如果有电流失真, 则在零时会产生更高的 di/dt 。在打开和关闭过程中, 其难度相对较大, 其开断困难系数比电流为正弦波时还要大。当断路时间继续增加时, 在切断故障电流时, 延长了切断时间同步, 这是因为其操作难度大。在快速合闸后, 会发生再次燃烧。

最后, 在设置无功补偿电容器组时, 容易引起谐振这一现象, 或者导致谐波的电流逐渐放大。电容器中存在过负荷的现象, 或者在过电压等问题的影响下, 导致电容器被损坏。在设置电力电缆的过程中, 若出现电缆过负荷、过电压等情况时, 还会造成击穿这一问题。结合国内的多数电力系统建设, 以及相关电力用户的实际情况可以看出, 在采用无功补偿电容时, 由于无功补偿电容不能正常工作, 造成电容的损害范围比较大。当对供电网络和线路造成一定的影响时, 供电网络的损失也会相应增大。同时, 如果出现共振等现象, 或谐波放大, 则会造成更大的损失。

二、谐波分析

2.1 周期性分析

在部分资料中指出, 分析电网中的斜坡时, 可以基于小波分析的方式, 并配合傅里叶变换谐波检测方法共同使用。以傅里叶变换方法为例, 能够作用于周期信号的分析环节, 所以在面对待检测信号时, 对其周期性的分析具有重要作用。在仿真研究过程中可以看出, 对于频率划分方法的使用, 尽管能够及时得到改进, 虽然在某种程度上可以将各个频率成分分开, 但是存在着频段交叉的缺点。因此, 有必要对其他类似的成分进行分割。

2.2 分量划分方法

对于经验模态分解方法而言, 通常会将数据作为重要参考依据, 利用相关时标特性, 采用成分分割法对信号进行分解, 无需事先设置基函数。在处理非平稳和非线性等数据时, 能够显示出明显的操作优势。

部分研究表明, 基于EMD, 在对信号进行希尔伯特黄变异的情况下, 经过转换, 再加上一定的平均和方差值, 可以对信号的极值点造成直接的干扰。因此, 可以在很大的范围内, 获得各种类型的分割, 使得各个成分可以完全分开。在多次试验中, 将相同的白噪声和综合后的试验结果进行降噪处理, 得到的噪声成分比较少, 而且每个成分都是完整的。

对于上述方法而言, 尽管在使用的过程中, 虽然可以将各个成分进行分割, 但是各个特征模型函数的起始和结束都存在着一一些缺陷, 而实际得到的信号与实际信

号的信号并不是完全一致的。另外, 在每个成分中, 为了对噪音信号进行有效的滤波, 需要将其作为电力网谐波分析中的重要课题^[2]。

2.3 谐波去噪分析

在降噪过程中, 采用EEM和WT相结合的降噪算法, 并将其与WT的降噪结果进行了比较。因此, 在抑制噪声的同时, 尽可能地将噪声控制在一个较高的范围内, 可以在一定程度上避免噪声过多。在小波分析中, 将所获得的系数与滤波结果相结合, 从而达到降噪效果。

在仿真研究过程中表明, 采用EEMD的方法, 很难将噪音成分彻底地分离出来。而小波阈值消除算法也很难保证最后的处理效果。在信噪比较大的情况下, 也会产生过多的检测, 从而使信号在降噪完成后, 会产生严重的畸变。所以, 当信号噪声比较大时, 需要对其进行更深入的研究。

三、电力网中谐波分析方法相关应用

3.1 基于模拟滤波器的谐波分析

在使用模拟滤波器谐波分析技术的过程中, 通常需要利用滤波器, 且滤波器具有带通或者带阻的作用。根据滤波器的选频特性, 在某一特定的频段之内, 对该类谐波进行检测和分析。

其中, 对于基于模拟滤波器的谐波分析方法, 有以下几类优势。即: 结构具有简易型; 分析方法具有经济性的特点; 所输出的阻抗相对较小。需要注意的是, 该类方法的使用曾存在一定的缺陷, 对于少量且固定频率的谐波, 才能够运用基于模拟滤波器的谐波分析方法, 促进检测作业的开展, 所以该方法在使用时具有一定的局限性。

在检测电路中, 为了减少干扰, 一般都会使用模拟电路。当遇到外部环境的温度、谐波的变化时, 会产生很高的灵敏度, 而高阶滤波器会导致相位偏移。在输出信号时, 有可能发生失真。

3.2 基于神经网络的谐波分析

在运用神经网络的过程中, 由于该类网络具有较强的自适应学习能力, 在面对任意函数时, 如: 线性、非线性等函数, 有着较强的逼近能力。在运用神经网络分析谐波的过程中, 对于所测量的各次谐波, 能够获得较高的精准程度。

采用实时的形式, 根据各整数次的谐波分量, 完成相应的检测任务, 所以该方法的使用有着较强的抗干扰能力。实际测试中, 也要利用随机模式, 并将信号源中的不活跃成份及时进行降噪, 从而使神经网络的谐波分析能, 在最短时间内消除噪音的影响^[3]。

需要注意的是, 对于神经网络的现实应用而言, 仍然存在一定的问题和不足。例如: 所需要的训练样本,

其数量相对较大,对于最终的分析结果准确性,容易对样本产生较强的依赖性。除此之外,若缺乏规范的方法,则难以确定最终所需要的样本数量。因此,在使用神经网络的过程中,可以结合模拟滤波器或傅里叶变换方法,在共同使用的过程中,以便更好地完成谐波分析和检测等工作任务。

3.3 基于傅里叶变换的谐波分析方法

在使用基于傅里叶变换的谐波分析方法时,随着检测作业的开展,通常需要借助快速傅里叶变换这一形式,获得各次谐波相关参数。不仅如此,在使用傅里叶变换谐波分析方式时,所形成的检测精度相对较高,但需要在一定的时间范围之内,结合相关采样值,使傅里叶变换操作更加快速。

其中,所涉及的计算量极大,容易延长测量工作的持续时间。因此,最后得到的数据,并没有很好的实时性。同时,在实际取样时,存在着频谱泄漏等问题,容易造成干扰。在实际测量中,造成了很大的相位误差。为了降低频谱泄漏等问题,可以采取如下措施。

首先,在利用同步采样法的过程中,还可以配合准同步采样法共同使用,以便保证测量结果具备精准性。但该类方法的使用,在测量过程中的实时性,仍然无法得到保障,容易产生测量误差等情况。

其次,在采用改进的理想取样频率方法时,往往要对每一取样点进行适时的校正。在适当的取样频率下,可以得到取样值。除此之外,在使用该方法时,随着在线监测工作的开展,虽然能够获得良好的实时性效果,但对于频谱泄露这一问题的发生概率,仅能够减少50%左右。

再次,在使用修正算法的过程中,在加窗内插方法的基础上,一般都是采用加窗处理和插补操作的形式,来减少谐波泄漏等问题,有效缩短检测中所需用的时间。

最后,在运用双峰谱线修正算法时,可以有效降低频谱泄露等问题的发生几率,并合理规避噪声干扰问题的出现。此时,对于实际所获得的频谱分析结果,使其有着较高的准确程度。

3.4 基于小波变换的谐波分析

对于傅里叶变换方法而言,能够从频域和时域2个方面入手,促进两者之间的相互转换。但在时域和频域中,由于存在局部化的矛盾,所以在面对非稳态信号时,无法获得相应的分析结果。为此,对于不平稳信号,或者在出现突兀信号时,在分析和处理的过程中,通常需要采用小波变换的方法。

在使用小波变换方法时,由于具有自动调焦的特性,能够结合不同信号所产生的频率高低,以自动化的形式,对频率的分辨率进行调节。与此同时,通过分析小波变

换的主要应用,通常在以下几个方面有着重要体现。

首先,将小波包与连续小波相结合,得到了一种新的融合方法。采用离散小波包时,可以实现对原始信号频谱线的分解,从而使其具有子带结构。同时,采用连续小波方法,估计非零子频带的谐波成分,保证所有谐波都能被检测出来,并且谐波的类型主要是整数和非整数^[4]。

其次,建立在小波变换这一基础上,形成多分辨率分析方式,在处理原信号的过程中,采用分解的形式,将其划分成小段信号,且信号的频率各不相同。同时,还需要利用低频段信号,使其能够代替基波,为了取代各个谐波,一般要求使用高波段的信号。在对谐波进行跟踪与探测时,采用高效的工作方式,有助于提高频率分辨能力。

再次,在小波变换的基础上,对时变的谐波进行了分析。对正交小波,在空间张成后,要处理小波和尺度函数,这两项内容都张成到了子空间中。为了解决谐波时变的问题,必须将其投射到新得到的子空间上,从而方便将其转换为常系数的估算问题。在这种情况下,采用最小二乘法,可以达到时变谐波监控等工作目标。

最后,利用神经网络和快速傅里叶变换方法相结合,在形成小波分析技术后,可以将两者的优点结合起来,从而达到实时监控的目的,并利用谐波和间谐波。在监控工作中,可以促进测量精度的相应提高。

四、结束语

通过分析电网中的谐波,掌握其来源和可能带来的危害,并结合周期性、分量划分方法以及谐波去噪等内容,形成全面分析。当前,在电网谐波分析过程中,通过结合常用的方法和手段,并分析其优势和缺失。其中,对于傅里叶变换谐波分析方法而言,在使用过程中具有广泛性,在较长的时间段之内,均具有明显的实用价值。在使用神经网络、小波变换等方法时,在分析谐波的过程中,所获得的精度相对较高,但仍然需要进一步加深研究,获得更加成熟、完善的理论,指导工程实践作业的开展,使谐波分析工作能够朝着一体化、智能化的发展方向转型。

参考文献:

- [1]贺慧玲.提高电网谐波分析精度新方法的研究[J].水电能源科学,2020,(01):4-5.
- [2]周海波.电网中谐波分析方法的研究[D].哈尔滨理工大学,2020.
- [3]何庭全,李冰.电网谐波分析及其对策[J].宁夏电力,2021,(03):3-4.
- [4]仵自连,曹翮.电力电网中产生谐波的分析探讨[J].煤炭工程,2020.