

关于有功电能计量中谐波作用的思考

向洋田

(国网四川省电力公司南充供电公司,四川 南充 637000)

摘要: 电能对于国家发展以及人们实际生活来说非常重要,有功电能计量是电力技术的计算指标,同时也会对发电、供电以及用电产生一定影响。随着人们对电能的需求量逐渐增加,电力电子装置中非线性负荷量增加,产生畸变,影响了电能计量工作的有效开展。基于此,首先介绍谐波的产生以及影响,其次,分析有功电能计量中谐波产生的作用,最后,提出改善有功电能计量谐波负面作用的措施,降低谐波在有功电能计量中产生的负面影响,实现有功电能计量装置的良好运行。

关键词: 有功电能计量;谐波;电能供应

中图分类号: TM933.4

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2023)07-0138-03

0 引言

随着有功电能计量的应用范围逐渐扩大,非线性负荷量逐渐增加,导致电网中的谐波污染越来越严重,影响了电能质量。谐波不仅会导致电压负荷无法正常运行,同时也会对有功电能计量产生一定影响,导致最终的计量结果不准确。有功电能计量是电力企业以及输配电企业、用户之间进行交易结算的重要组成部分,一旦在有功电能计量中存在误差,将会对三者之间的权益产生影响,因此需要对谐波在有功电能计量中的负面作用进行控制。

1 谐波的产生和影响

1.1 谐波的产生

谐波指的是在周期电气量中的正弦波分量,谐波频率是基波频率的整数,电力系统在实际运行中,需要使用大量的电力设备以及用电整流设备,以上电力设备在实际运行的过程中,会产生非线性负荷,正弦基波电压对非线性负荷进行施压之后,电压与电流会呈现出不成性关系,进而导致波形出现畸变。发生畸变的电流会对配电设备产生影响,主要包括变压器以及导线等,同时产生畸变电压,对负荷产生影响。畸变电流会通过电力系统进入电力设备中,电力设备将其分解为基波和谐波,最终产生谐波电流,该类型的电流进入电网内部,就会使电网中产生电网谐波。

电力系统中,各个环节中都有可能产生谐波,可以将谐波的产生大致分为以下3种类型。

(1)发电源头质量不高,发电机的三相绕组在实际制作中保证绝对对称的难度较大,加上铁芯不够均匀等原因,导致在发电过程中会出现谐波,但是这种方式

中产生的谐波数量较少。

(2)输配电系统谐波,该种类型的谐波主要产生在电力变压器中,变压器中的铁芯具有饱和特点,铁芯出现非线性磁化曲线。多数变压器生产制造商为了提高经济效益,所以将工作磁密设置在磁化曲线饱和段周围,这一情况下会产生奇次谐波。

(3)用电设备谐波,其中主要包括用电电器、变频设备等,这也是产生谐波数量最多的来源。

1.2 谐波的影响

谐波会对电能的实际生产效率以及传输效率产生影响,导致电气设备出现发热以及运行噪声等问题,缩短使用寿命,导致设备出现运行故障等,由此可以看出谐波会对电力系统产生不良影响。

(1)谐波会对电力设备产生影响,使设备出现运行故障以及损耗增加等情况。其中电机受到谐波的影响,会出现机械振动、损耗量增加以及温度升高等现象,导致绝缘加速老化,电机的使用寿命也会缩短。而对于电容组器来说,会造成其中出现串联和并联谐振等现象,电容器的损耗量增,电容器在实际运行中非常容易出现损坏等现象。

(2)谐波会对电子设备产生影响,尤其是电网中的继电保护装置以及自动装置等,设备出现运行异常以及性能降低等问题。例如,机电保护系统在受到谐波影响之后,形成的综合动作值会高于整定值,因此出现误动作。

(3)谐波对供电线路产生的影响,谐波会导致供电线路中出现附加损耗的现象,电缆中的谐波产生热损耗,电缆的温度升高,由于邻近效应的影响,线路电阻

的频率逐渐提升,浪费电力资源^[1]。

2 有功电能计量中谐波的作用

2.1 感应式电能表电能计量中谐波的作用

谐波在对感应式电能表计量产生影响的过程中,对于电压变化以及电流变化会出现不同的影响,电压压力产生变化之后,转盘阻抗也会产生变化,导致其中电流磁通发生变化。由此能够看出,驱动力矩的不同,会导致电能产生变化,进而对当前谐波的变化特征产生影响。要想对谐波产生的波形畸变影响进行具体分析,则可以通过系统性的方式展示出来,在当前电力系统运行效果分析的基础上,确定电流铁芯导磁性产生的变化。

电压标准相同的情况下,保证电压有效性的同时,保证目前谐波功率中基数变化特征,是对系统产生影响的关键点。

如果电力系统中存在谐波分量,谐波与基波之间相互叠加,导致波形畸变,由于电压以及电流铁芯导磁率具有非线性特点,所以在产生畸变之后,磁通不会出现线性变化。根据电能表的实际工作原理能够确定,只有电流与电压之间的频率相同,才能出现平均功率,在相同频率的情况下,电能表才能出现转矩。产生畸变的波形在进入电磁元件之后,因为磁通没有因为波形的变化发生变化,所以转矩与平均功率不成正比,最终出现误差。感应式无功电能表的联结方式如图 1 所示。

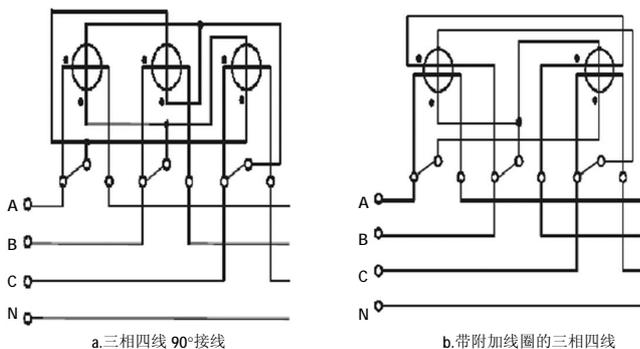


图 1 感应式无功电能表的联结方式

目前可以将谐波对感应式电能表的计量误差归纳为以下内容。

(1) 由于感应式电能表电气性能属于非线性,所以在多个谐波的影响中,电能表计量结果与谐波电压电流单独进行计量的电能量之间存在差异,所以出现计量误差。

(2) 在电流以及电压都出现畸变之后,虽然存在的电压误差较小,也会导致电能计量中存在大量误差。而这一现象出现的主要原因为,感应式电能表中的非

线性以及频率特性出现下降特征,进而出现误差。

(3) 当电压处于正弦状态,但是电流存在畸变的情况下,在电压磁通中会与谐波电流磁通产生相同阶次的分量,出现附加驱动力矩,但是通常情况下,产生的力矩较小。如果电流处于正弦,但是电压产生畸变,谐波电压与电流相互作用,会产生制动力矩,感应式电能表在计量中出现负误差。而在满负载的情况下,谐波电流磁通导致电流磁分路提前饱和,增加了电流工作磁通量,电能表则出现正误差。

通过上述分析能够看出,各个阶次谐波功率的流动方向,直接决定感应式电能表出现误差的正负情况,另外,电能表由于自身物理特性的影响,也会产生一定误差。但是如果存在的畸变因素较低,在 10% 以下,则产生的误差往往会在合理范围之内。

2.2 电子式电能表电能计量中谐波的作用

对于电子式电能表来说,其频响特性与在乘法器使用具有紧密联系,时分割频率高的情况下,电能表的工作频带加宽,相反工作频带变窄。目前可以将电子式电能表分为两种类型,分别为能够反应宽频范围以及能反映基波低频谐波电能的电能表。电子式电能表针对不同波形,产生的反应也不同,因此存在的误差也不同。如果功率中的电压和电流,只有一种出现畸变的情况下,畸变程度不同导致电子式电能表产生误差的情况也不同,但是不会出现非常明显的误差。而电网中电流以及电压都出现畸变的情况下,电子式电能表具有较宽的频带,所以能够对谐波功率进行准确的计量,由此能够看出,电子式电能表能够对基波和谐波的功率进行统一计量。电子式电能表基本结构如图 2 所示。

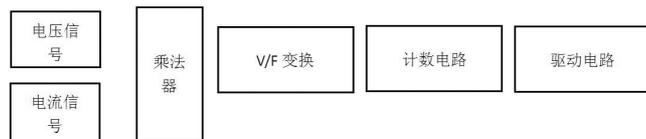


图 2 电子式电能表基本结构

目前电子式电能表的构成可以分为两种,第一种为由乘法器构成的电能表,另一种为时分割乘法器构成的电能表。乘法器电能表具有非常好的频响特性,而另一种电能表主要是根据时间进行分割,对方波系列的宽度以及幅度进行调整,所以最终计量的准确性较高。线性用户和非线性用户的计量误差会受到谐波潮流的影响,二者之间的不同之处主要在于,谐波功率存在的情况下,电子式电能表的计量值与基波电能和各个谐波电能相量之和接近,因此电子式电能表的计量结果更加准确^[2]。

3 改善有功电能计量谐波负面作用的措施

3.1 使用全能量计量方式

这种方式中,电能表需要将基波和谐波电能全部反应出来,对于线性用户来说,电能表的读数为 $W1+\Sigma Wh$,非线性用户的电能表读数为 $W1-\Sigma Wh$,通过分析能够看出,利用全能量计量方式,存在的计量误差可以忽略不计,但是在实际应用过程中需要注意,这种方式适合应用在电力系统中,谐波数量较小的情况中。

3.2 基波电能计量方式

在基波电能计量方式中,电能表需要反应出基波有功功率以及有功电能,并不会将谐波有功功率表计算在其中,所以无论是对于何种用户,最终电能表中的电能都是基波有功电能。其中低通滤波器的选择对最终计量结果来说非常重要,目前低通滤波器可以大致分为两种类型,分别为有限冲击滤波器以及无限冲击滤波器。前者的通带的带较为宽大,阻带中存在旁瓣波动情况,虽然这种方式能进一步提高截至频率的特性,但是由于阶数太高,导致最终计量结果无法达到相应要求。而后者能在阶数较低的情况下,得到较为良好的截至频率特性,所以在实际计量中,多数情况下都会使用无线冲击滤波器。低通滤波器结构如图3所示。

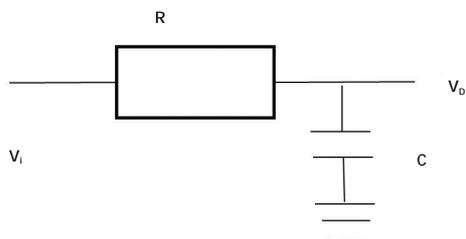


图3 低通滤波器结构

低通滤波器结构的最佳应用状态下,频率响应要具备最大幅值和线性相移,并且在阻带内部的幅值为0,但是多数低通滤波器在实际应用中,无法达到这一状态,所以为了保证低通滤波器的使用效果,需要根据实际情况选择合适的滤波器类型。当前应用范围较广的低通滤波器主要包括以下3种。

(1) 巴特沃斯滤波器,这一滤波器的幅频响应中,具有较高的平坦度,但是通带与阻带之间的衰减速度较为缓慢。

(2) 车比雪夫滤波器,该种滤波器的衰减速度较快,但是在允许通带中存在纹波,平坦度并不高。

(3) 贝塞尔滤波器,该滤波器的性能重点在相频响应,相移和频率属于正比关系,群延时普遍恒定,能够相位失真程度较小^[9]。

在应用巴斯沃斯滤波器的过程中,对信号中存在

的二次谐波以上频率进行过滤,一阶滤波器的衰减率为20dB/十倍频,实际滤波效果并不理想。在二阶中,滤波器的衰减率为40dB/十倍率,最终的滤波效果较好。

3.3 确定谐波环境下谐波的计量方法

分析谐波产生的影响,确定谐波程度以及谐波产生的影响。在对谐波产生影响进行分析的过程中,可以使用谐波阻抗检测法、神经网络法以及电流矢量法等。对于谐波对在阻抗产生的影响,可以通过以下两种方式解决。

(1) 开展暂态干扰,及时记录电压和电流波形的实际情况计算数值,这种方法的实际应用对采样频率具有较高要求。

(2) 加入稳态干扰,对加入稳态干扰前后的波形进行测量,该方法目前在我国的应用范围也较广,但是由于容易受到外部环境的影响,所以在更加稳定的环境中应用,保证最终的应用效果。

在谐波采集中还需要注意以下问题:采样频率以及窗长不发生变化的条件下,只需要加入正弦波,就能够对基波频率变动时产生的误差进行测量,并且这种方式的测量准确性较高^[9]。

4 结语

综上所述,谐波会对有功电能计量产生负面影响,进而导致最终的计量结果与实际情况之间存在偏差。为了有效解决这一问题,可以通过调整计量方式以及采取科学计量方法等途径,降低谐波对有功电能计量产生的负面作用,提高最终计量结果的稳定性。这对于我国有功电能计量工作提高公正公平性来说具有促进作用,在今后相关研究人员需要进一步控制谐波对有功电能计量产生的不良影响,保证我国电网以及电力系统的良好运行发展。

参考文献

- [1] 林宇杰.基于小波变换的光伏并网发电系统电能计量方法[J].电气开关,2022,60(1):40-42.
- [2] 张丽艳,谢晨,罗博,等.牵引供电系统负序潮流分析及电能计量方式研究[J].铁道学报,2021,43(6):54-62.
- [3] 尉怡青,赵伟,陈垒,等.计及间谐波的重分组小波包变换功率电能测算新方法[J].中国电机工程学报,2020,40(22):7480-7490.
- [4] 徐励.温湿度与谐波对智能电能表影响的机理分析[D].北京:北京化工大学,2020.

作者简介:向洋田(1981—),男,汉族,四川南充人,本科,工程师,主要从事电能计量工作。