

电力系统谐波问题刍议

王善武

(国家电力公司桓仁发电厂 辽宁 本溪 117201)

摘要 对电力系统谐波问题进行了分析和探讨,介绍谐波对电机、变压器、电缆、输电线路、电容器等电器设备的影响,并指出限制谐波的措施:减小谐波源的谐波分量,安装滤波器,选择合理的供电电压,加强谐波源的管理工作。

关键词 电力系统;谐波;危害

中图分类号:TM761⁺.11 文献标识码:A 文章编号:1006-764X(2001)08-0067-02

谐波是一个周期电气量的正弦波分量,其频率为基波频率的整数倍。谐波是一种污染,对电力系统有很大危害。

为了保证电力系统的经济运行和设备、人身的安全,必须加强谐波的管理和监测,对电力系统谐波畸变允许值和谐波源注入点的谐波电流值作出规定,对谐波源和供电点电压或电流的谐波含量进行监测,对新接入的谐波源负荷进行验算、管理,最大限度地限制谐波畸变值。

1 电力系统的谐波源

与电网联接并输入两倍于 50Hz 及以上频率电流的设备,统称为谐波源。谐波源分为谐波恒压源和谐波恒流源两大类。换流设备、电气化铁道、电弧炉、荧光灯、家用电器以及各种电子节能控制设备等均是主要谐波源。

1.2 变压器的谐波分析

1.2.1 单相变压器

忽略磁滞影响,铁芯饱和时以空载变压器为例分析。当电压为正弦波时,磁通也是正弦的,相位滞后电压 $\pi/2$,激磁电流 i_m 包含有 3 次谐波项,其峰值与基波峰值相重合构成尖顶波,只含基次谐波;当 i_m 为正弦波时, ϕ 为平顶波, u 为尖顶波。

1.2.2 三相变压器

三相变压器激磁电流只含有奇次谐波,且以三次为主,三次谐波电流与绕组接线组别有关,三次谐波磁通与铁芯的构造有关。

a. 三柱式三相变压器。若接线组别为 Y/Y,则激磁电流是正弦波,因为三次谐波电流是零序性谐

波,没有通路,三次谐波磁路为铁芯、空气和外壳,磁路的磁阻很大,磁通很小,三次谐波感应电势很小。较小的三次谐波磁通常会使得铁轭夹件和油箱等铁磁物体产生附加损耗,从而影响变压器的效率。当附加一个三角形绕组(Y/Y/ Δ),则此时三次谐波磁通就要在三角形绕组内产生一个三次谐波电流,产生的三次谐波磁通就抵消了原来铁芯中的三次谐波磁通,从而使铁芯中的合成磁通基本呈正弦波。

对于 Y/Y₀、Y₀/Y₀ 及 Y₀ 接线的自耦变压器,由于有中性线的存在,不存在上述附加损耗问题。

b. 三相五柱式或三个单相变压器组合式。若接线组别为 Y/Y,则激磁电流为正弦波时,三次谐波磁通呈平顶波,三次谐波电势呈尖顶波,当铁芯的磁化饱和程度较大时,尖峰感应电势有可能对绝缘产生很大威胁。

由上述可知,对于大容量变压器不允许采用 Y/Y 全星形接线。

1.3 发电机的谐波分析

在实际电机中,磁极磁场并不完全按正弦规律分布,使得感应电势也不完全是正弦波。如果 N、S 极下的磁场分布对称,且对磁极中心线对称,则在此种磁场分布下将只有奇次谐波。

为了改善发电机波形,可以采用如下措施:①改善磁极的极靴外形或励磁绕组的分布范围使其磁场的分布尽可能接近正弦波形;②采用 Y 接线方式消除线电势中 3 的倍数的次谐波,由于三角形接线有环流,易引起附加损耗,故不采用;③采用短距绕组削弱高次谐波电势;④采用分布绕组削弱高次谐波电势。

作者简介:王善武(1968—),男,湖北麻城人,工程师,主要从事水电生产及管理工作。

2 谐波对电器设备的影响

a. 谐波对电机的影响. ①产生附加损耗,引起附加温升;②引起机械振动和噪声;③产生谐波过电压. 对于大容量电机,电机的发热和冷却问题是限制电机运行的条件之一,谐波电流有效值过大,有可能成为电机的运行限制条件,谐波电流的高次谐波的频率如果与电机的某部件的固有频率相同,可能发生机械谐振,从而引起强烈的机械振动,同时伴有噪音,使紧固件松散.

b. 谐波对变压器的影响. 谐波使变压器损耗增加,引起某些部件发热,降低变压器传输效率,谐波过电压有可能威胁变压器绕组的绝缘.

c. 谐波对电缆和输电线路的影响. ①电缆的分布电容对谐波电流有放大作用,在电网低谷负荷下,电网电压上升而使谐波电压上升时,电缆易出故障. 谐波引起电缆损坏的原因有:浸渍绝缘的局部放电;介质和温升的增大. 额定电压等级愈高,谐波危害愈大. ②输电线路会产生附加谐波功率损耗. ③影响自动重合闸工作,谐波延缓潜供电流的熄灭,导致单相自动重合闸失效或不能采用较短的自动重合闸时间.

d. 谐波对电容器的影响. ①谐波电流叠加在电容器的基波电流上,使电容器的运行电流有效值增大,温升增加,甚至引起过热而降低电容器的使用寿命或电容器损坏;②谐波电压叠加在电容器的基波电压上,使运行电压有效值增大,而且可能使峰值电压增大很多,使电容器在运行中发生局部放电不能熄灭,往往使电容器损坏;③电容器对电网的谐波电流放大,有时甚至在电网中产生谐振,使电网中其它电器设备受到损坏,破坏电网的运行. 电容器对谐波电流放大2~5倍,谐振时在30倍以上.

e. 谐波对消弧线圈的影响. 电网的谐波较大时,可能延迟或阻碍消弧线圈的灭弧作用.

f. 谐波对换流装置的影响. ①触发脉冲间隔不等,造成整流器工作不稳;②逆变器换相失败,导致系统崩溃.

g. 谐波对通讯的影响. ①影响通话的清晰度;②谐波和基波的综合作用下,触发电话铃响,极端情况下威胁通讯设备和工作人员的安全.

h. 谐波对继电保护的影响. 谐波有可能引起继电保护装置误动或拒动.

i. 谐波对自动装置的影响. ①谐波使合闸误差角增大,谐波分量愈大,导前时间误差愈大;②谐波分量较大时,电压差闭锁环节的动作值变大且不稳定.

3 限制谐波的措施

为了减小谐波的危害,我们必须依据限制谐波的标准或规定,限制谐波源注入电网的谐波电流,把电力系统的谐波电压控制在允许范围内. 具体可采用如下限制措施:

a. 减小谐波源的谐波分量. 对于换流装置可采取增加换流装置的脉动数,是十分有效的措施. 在正常情况下,一方面当脉冲数愈大,则谐波电流的次数愈高,则应产生较低次谐波;另一方面,谐波电流与谐波次数成反比,次数愈高,谐波电流的值就愈小.

b. 安装滤波器. 在谐波源处就近安装滤波器,是在谐波源设备已经确定的情况下,防止谐波电流注入电网的有效措施.

c. 选择合理的供电电压. 由于高压电网的短路容量大,有承担较大的谐波能力,因此大容量的谐波源设备,可以由更高一级电压电网供电.

d. 加强谐波源管理工作:①设置好谐波监测点. 谐波监测点可根据实际情况选择在发电厂、变电所的高、低压母线、用户与电网的连接点、向用户供电的线路以及用户计费电表的接入点,应根据谐波源的分布在电网中谐波含量较高的地点逐步设置监测点. ②验算和检测接入电网的新谐波源用户,确定是否允许谐波源接入,如原有的谐波电压不超过限值的75%,且该谐波源用户注入电网连接点的各次谐波电流不超过谐波电流允许值,接入电网后,应对其进行监测.

4 结 语

本文对谐波源及谐波危害、限制措施等问题进行了研讨. 在实际中,我们应针对具体情况进行具体分析,并采取相应的有效措施,限制谐波源注入电网的谐波电流,把电力系统中的谐波电压含量控制在允许范围内,保证电网供给波形合格的电能,使接入电网的各种用电设备免受谐波干扰以保证正常工作.

(收稿日期 2001-10-09 编辑 张志琴)

