摘要

Abstract

目录

1. 绪论
   1. 研究背景

随着社会发展的不断进步，电力电子设备得到了广泛的应用，其产生的谐波和电磁干扰对电力系统产生了巨大的影响，成为了电力系统的主要污染源。因为电力电子产品通常是将电网交流电压先整流，再经过滤波电容，接着通过直流变换器获得直流源。传统的整流和滤波电路通常采用四个整流二极管和滤波电容，使输入电流产生畸变，引入大量的谐波，产生大量无功功率，电能利用效率低，图1.1为传统的整流滤波电路。



图1-1 整流滤波电路

传统电力电子设备的整流部分普遍采用图1-1的电路结构，该结构由四个二极管D1、D2、D3、D4组成全桥不可控电路，由电容C作为输出滤波大电容，在滤波电容C的作用下，使得输出电压Vout趋于平稳。当系统带负载时，只有当输入交流电压Vac大于滤波电容电压Vout时，二极管才会有电流流过，导致输入电流产生严重畸变，呈现尖峰状，产生一系列奇次谐波，使功率因数较低，所以输入电流畸变是造成电路功率因数低的主要原因，如图1-2所示：



图1-2 输入电压、电流波形

1.1.1谐波

谐波，是数学或物理学概念，是指周期函数或周期性的波形中能用常数、与原函数的最小正周期相同的正弦函数和余弦函数的线性组合表达的部分。从严格意义上讲，谐波是指电流中所含有的频率为基波的整数倍的电量，一般指对周期性的非正弦电量进行傅里叶级数分解，其余大于基波频率的电流产生的电量。

根据傅里叶变换原理，其瞬时输入电流可表示为：

(1)

式中，n是谐波次数。输入总电流的有效值可表示为：

(2)

(3)

上式中，I1为基波电流的有效值，其余I2、I3 …In分别代表2,3…n次谐波电流有效值。电流总谐波含量反应了电流波形的畸变特性，用基波电流百分比表示的电流总谐波含量叫总谐波失真THD，也叫总谐波畸变率，公式如下：

(4)

谐波电流会对电网与电气设置产生巨大的危害，主要包括以下几个方面：

1. 高次谐波会使电网电压与电流波形发生严重畸变，同频谐波电压和谐波电流会产生大量无功功率，从而降低电网电压，增加线路损耗，浪费电网容量。
2. 谐波电流使变压器的铜耗增加，引起局部过热，噪声增大，绕组附加发热等。谐波电压引起的附加损耗使变压器的磁滞及涡流损耗增加，对三角形连接的绕组，零序性谐波在绕组内形成换流，是绕组温度升高，增加系统损耗。
3. 谐波会造成异步电动机效率下降，噪声增大，使得低压设备产生误动作，对企业自动化的正常通讯造成干扰。
4. 谐波污染将会使电缆的介质损耗、输电损耗增大，泄露电流上升，温升增大及干式电缆的局部放电增加，引发单相接地故障的可能性增加。

因此，解决谐波问题对提高电网供电质量和提高系统功率因数等具有非常重要的意义。

1.1.2功率因数定义

功率因数(Power Factor，PF)的大小为有功功率与视在功率的比值。无功功率会引起电网中流动的功率增大，增大电网损耗，污染电网并破坏电网的稳定性。有功功率越大，功率因数PF值越高，PF值越趋近为1。因此，提高功率因素对电网的意义重大。

在交流电路中，功率因数PF是指交流输入的有功功率P与视在功率S的比值，其公式表达式为：

(5)

其中，P为有功功率，S为视在功率，为基波功率因数(相移因数)，它反映了基波电流与电压U的相位关系，是基波相位角，其中输入基波电流有效值与输入总电流有效值的百分比叫做输入电流失真系数。

上式表明，在非正弦的电路中，功率因素PF不仅与基波电流与电压的相位角有关，还与输入的电流失真系数有关。输入电流的失真系数就是基波电流相对电压滞后的情况，将(2)、(4)代入(5)中得到功率因数PF与总谐波失真THD的关系如下公式：

(6)

上式说明，在相移因数不变时，降低总谐波失真THD，可提高功率因数PF。反之，PF越高则THD越小。