

[电缆]

水泥厂供配电系统的抗谐波电流设计

文/云南省设计院集团 李亚新

随着水泥行业自动化、智能化水平的不断提高,各种先进的电力、电子设备大量被采用。由于许多电力半导体设备是非线性负荷,会产生谐波电流,并对供配电网的正常运行和电子设备的运转造成危害,就水泥厂供配电系统中谐波的产生及治理措施及其应用进行了介绍。

谐波的产生

谐波主要是电网中大量使用非线性设备产生的。例如,开关电源、电弧炉、变频器、UPS电源、电焊机、电气化机车及轧机等的使用均会产生谐波。

其中,变频器的使用是水泥厂谐波的主要来源,变频器内使用了大量的晶闸管等非线性电子元件,不管采用何种变频方式,其从电网中吸取能量的方式均不是连续的正弦波,而是以脉动的断续方式向电网索取电流,这种脉动电流和电网的沿路阻抗共同形成脉动电压降加在电网上,使电压发生畸变,从而产生谐波。

谐波的分类如下。

1) 电力侧谐波。又称低次谐波,通常是指40次以下的谐波,尤其是以3、5、7、9次谐波为代表,对供电系统产生危害,造成电网供电效率下降,电容发热甚至烧毁等。

2) 用户侧谐波。又称高频谐波,通常是指40次以上的谐波,频率通常在2 000 Hz以上,对用电设备产生危害,造成工作设备质量下降、死机、烧毁及寿命缩短等。

水泥厂电气谐波的危害

水泥厂由于大量采用软起动,变频器等电力电子技术和设备,在生产中产生了大量的高次谐波,使供配电网内谐波增加,对各种电力和自动化设

备的正常运行造成不同程度的影响和危害。

1. 供电变压器

当谐波电流经过变压器时会导致铜损和杂散损耗增加,谐波电压会使铁损增加。由于谐波所引起的额外损耗与电流和频率的平方成比例上升,会使变压器的基波负载容量下降,效率降低。另外,谐波还会引起变压器外壳,外层硅钢片和一些紧固件的发热,并有可能造成变压器过热。除此之外,谐波还能导致变压器噪声加大,使变压器产生机械振动。

2. 电动机类设备

谐波对电动机类设备造成的影响主要是产生附加损耗和脉冲转矩,谐波产生的谐波电流除产生铜损外,还由于电流的趋肤效应,而使在旋转电动机的铁心和绕组中产生的附加损耗增加,导致设备过热。由于一般工厂用户的电动机负荷占整个负荷的85%以上,因此,谐波使水泥厂电动机总的附加损耗增加的影响最为明显。另外,谐波电流产生的谐波转矩为显著的脉冲转矩,会使电动机产生机械振动,增加噪声;脉冲转矩产生的应力过于集中,可能引起电动机部件损坏。

3. 补偿电容器

如果电网内高次谐波含量过高,就会使电容器过电流和过负荷,使电容器异常发热,加速电容器绝缘介质的老化,缩短电容器寿命,甚至会损坏电容器。另外,电容器的电容与电网的感抗

构成并联或串联谐振电路,当谐振频率等于每次谐波分量的频率时,可能发生谐振。就会使谐波电流放大数十倍,会对配电网系统,特别是对电容器和与之串联的电抗器形成很大威胁,严重时会造成电容器和电抗器击穿,爆炸或烧毁。

4. 供配电线路

在电力电缆中经过谐波电流,会产生额外升温,由于导体对高频率谐波电流有趋肤效应和邻近效应,使线路电阻随着频率增加而提高,将使电力电缆损耗增加,电缆因过流而发热,使额定载流量减小,发生导体绝缘损坏或烧毁,存在火灾隐患。对于架空线路,由于谐波的存在,可能在基波电压未超过规定值,但其电压峰值将可能超过允许值而产生电晕,引起电晕损耗。

5. 配电保护及工控设备

对配电断路器的影响:当流过断路器的电流含有大量谐波时,由于电流过零处的 di/dr 可能比正常时大得多,而使断路器开断能力降低,有的电磁型断路器由于谐波影响而产生误动作或不能工作。另外,供配电系统中的谐波电压(电流),会导致水泥厂内各种保护及自动装置产生误动或拒动,特别在广泛应用的DCS和综合自动化装置中表现更为突出,容易引起区域系统瓦解,造成故障扩大等恶性后果。谐波还会使仪表和电能计量出现较大误差。谐波如果不经治理直接上级电网,将会给电网带来严重的谐波污染。

水泥厂供配电系统的谐波治理及防范措施

1. 谐波治理设备的工作原理

谐波保护器是通过实时检测电网中由非线性负荷产生的电流波形,分离出谐波部分,将其反相,再通过逆变器的触发将反相电流注入到电网中,以实现消除谐波的功能。

2. 水泥生产线谐波的治理及防范

(1) 变压器的选择

正确选择变压器的接线方式,能阻止不平衡电流和3N次谐波电流从原边传到电源配电系统中。接线方式为三角形/星形($\Delta/Y0$)的变压器。由于 Δ 回路为不对称零序电流构成通路,零序磁通互相抵消,使三次谐波系列产生的变压器铁件热损失仅为变压器额定容量的0.024%左右,所以在水泥厂供配电系统中,各级变压器应多采用三角形/星形($\Delta/Y0$)接线的变压器。在根据负荷确定电力变压器额定容量时,应考虑谐波变化

而留有余量,在设计时一般应保证变压器负荷在70%~85%,可防范谐波引起的变压器发热危害。

(2) 正确配置无功补偿电容器

在有谐波背景的水泥厂供配电系统中,不能采用常规的电容补偿系统来进行无功补偿。为防止电容器组与系统产生串联谐振或并联谐振,必须采用调谐式电容器组。调谐式电容器组即是在补偿电容器中加串联调谐电抗器。电抗器的主要作用是避开谐波电流可能出现的频率,这种电抗器称为调谐电抗器,带有这种电抗器的电容器为调谐电容器组。

调谐电容器组可以从电网中吸收部分谐波(13%~15%)。其电抗率可以根据水泥厂供配电系统中谐波含量进行选择。若系统谐波以5次谐波为主,应串5.78%的电抗器;如系统谐波以4次谐波为主,应串7%或8%的电抗器,若如系统谐波以3次谐波为主,应串14%的电抗器。

(3) 电力电缆的选择

在水泥厂供配电系统电力电缆截面的选择中,应考虑谐波引起电缆发热的危害。对于连接谐波主要扰动源设备的配线,确定电缆载流量时应留有余量,可适当放大一级选择电缆截面。在三相四线制系统中,应考虑三次谐波电流和高次谐波电流引起的趋肤效应对中性线的发热危害,中性线截面应选择与相线同截面或大于相线截面。

(4) 采用谐波补偿装置进行补偿

对水泥厂供配电系统中的主要谐波源,如大功率的通风机、提升机和输送机等的变频设备,在运行中会产生较严重的高次谐波污染。为了控制此类谐波,需要采用谐波补偿装置,使输入电流成为正弦波。

目前主要采取的措施是在晶闸管的输出回路上加高频电感电容滤波器,使电流上升的时间从几微秒增至200 ms以上,这可大大降低高次谐波的分量。目前实际装置中大多采用LC无源滤波器。它在吸收高次谐波的同时,还具有改善功率因数的功能。然而,由于调谐偏移及滤波器阻抗的存在,大大妨碍了滤波效果。对于多种谐波电流,需分别设置多个LC滤波支路,彼此相互干扰,可能顾此失彼。装设有源滤波器可弥补这些不足,但单独使用其补偿谐波时,其要求容量约为补偿对象容量的25%~40%,成本较高。实际设计中,应进行技术经济分析,根据谐波的严重性及危害程度,装设必要的LC无源滤波器、有源滤波器或二者混和使用,从源头上减少谐波的对外干扰。

(下转第87页)

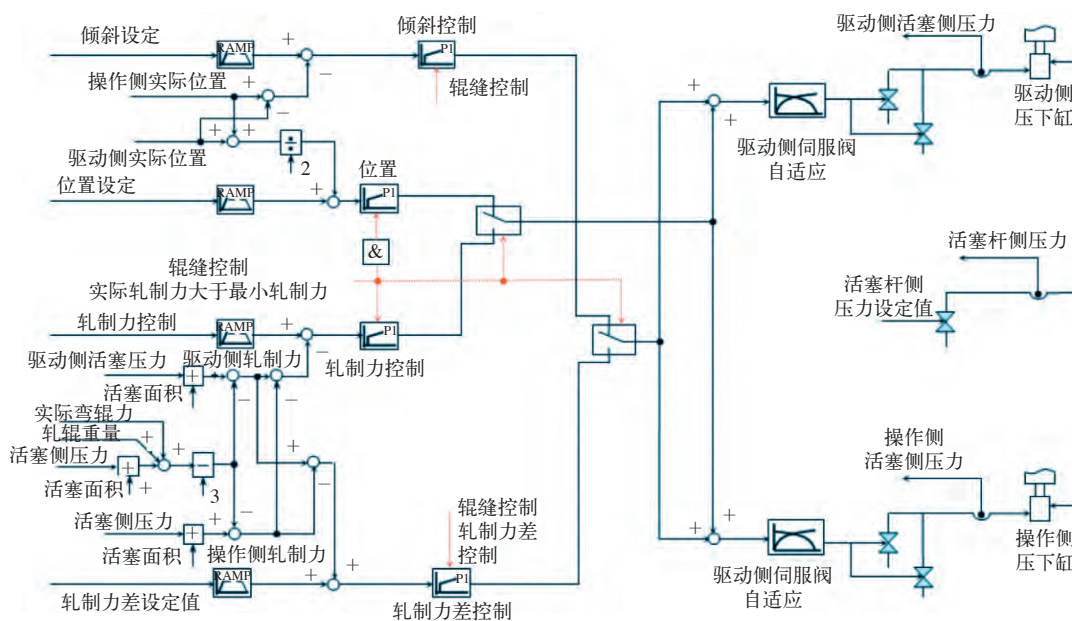


图 控制框图

只可能在辊缝闭合的状态下使用，如果轧制力达到最小轧制力或预设定轧制力以后，轧辊调零，轧制力控制模式将一直保持直至其他模式被选用。

倾斜控制控制传动侧和操作侧的辊缝偏差, 作为位置控制的补偿使用。同步控制控制传动侧和操作侧的轧制力偏差, 作为轧制力控制的补偿使用。

倾斜/同步控制系统叠加在位置/轧制力控制系统中, 确保两个HGC液压缸处于调平位置, 它能够实现上辊系调平于轧辊中心线, 轧制力调整通过倾斜/同步控制系统直接作用于伺服阀的电流, 而不是直接给出一个附加值, 轧制时操作工手动

进行倾斜调整。

结束语

本文主要对热轧带钢平整分卷机组控制系统进行了研究和设计,将原继电器控制方式改为PLC控制方式,并将设计的控制工艺通过某热轧带钢厂的试运行,有效提高了板材的板形和表面质量,改善板材的力学性能,减少了废品,产生较好的经济效益和社会效益。EA

(收稿日期: 2015.04.24)

(编辑: 杨得润)

(上接第83页)

(5) 合理设计电力及控制线路的敷设方式, 做好屏蔽和接地

在设计水泥厂供配电系统时，应高度重视电气及弱电控制线路的防谐波措施，主要应注意以下内容。

所有的弱电信号线应加强绝缘，模拟量信号和低电平信号应采用屏蔽双绞线，并应单独走线，不能与电力线、大负载信号线在同一电缆桥架或电缆沟同层内敷设。

对变频器供电的电力电缆建议采用专用的变频屏蔽电缆，并应穿钢管敷设。控制电缆与主回路电缆或其他动力电缆应分开敷设，间距通常在30 cm以上，并不能在同一电缆桥架或电缆沟同层内敷设，不能分开时，在电缆间设置屏蔽导体，屏蔽导体应做接地。

有效的接地措施可以使弱电控制系统抑制外来的电磁干扰,降低设备本身对外界的干扰。变

频器的各种接地在没有汇到接地汇流排前，彼此间应绝缘，以避免接地干扰。

结束语

在设计对水泥厂供电系统时，必须对谐波问题引起高度重视，采取上述相关措施，统筹考虑解决谐波污染问题。一方面要严格限制一些设备，特别是大功率变频调速装置和直流调速装置的谐波发射值；另外要在抑制和治理谐波时采取多种方法和手段，并具体分析工况条件，合理选用各种无源或有源滤波器，同时，要设法提高各类用电设备自身的抗谐波干扰能力，改善谐波保护性能，以将谐波造成的危害降到最低。**EA**

(收稿日期: 2015.09.11)

(编辑: 杨得润)