

电网无功补偿措施的选择探讨

单世太

济南鲁源电气集团有限公司 山东 济南 250000

摘要: 供电运行的流程十分复杂,涉及到各种电力设备的使用。其中无功功率补偿装置在供电工作中的使用必不可少,并且意义重大。经济而合理的选择无功补偿装置,是电力系统经济发展和节约对电网工程投入资金的关键方面。因劳而无功补偿分为并联补偿、串联补偿、电容补偿、电抗补偿等方面,本篇主要分析并联电容器补偿。并联电容器是电力系统中主要的无功电源,作为电力系统中最重要的无功源,在整个电网正常运行的过程中至关重要,以下是有关在供电系统运行中,无功功率补偿问题的有关研究。

关键词: 无功功率、无功补偿、电网电压、损耗

引言

供电系统输出的电能包括有功功率和无功功率且都必须达到均衡水平。直接消耗能量,也就是将电能直接转换为机械能、热能等,而使用这些能量中最主要的部分能力又被称为幼宫能力;不消耗能量,也就是仅仅将电能直接转变成某一种类型的电能,而将这部分能变成了设备能够做功的必备条件,因为它们们在电网中与能量实现了周期性变化,而这些功率又叫做无功功率,无功功率的传输也通过电压来实现,这样一来就会加大电路中的电源消耗,导致过热,提高电路末端的压力下降。

1 无功补偿意义

无功补偿设备目前国内外已普遍使用的并联电容器。并联电容器组大量使用于在10kV及以下的低压配电系统中,以及在63kV、35kV以上的中压配电系统中,以适应高调压需要^[1]。调相机是中国最早应用的一个劳而无功补偿装置,一般在远距离接收外电的受端系统装设,在电网负荷重时,调相机过励磁运行发出无功,可减少线路压降,在电网负荷轻时,调相机欠过励磁运转吸收无功功率控制,以避免电网压力上升,以便保持电网电压在规定的水准上,因此具有一定的增强系统工作稳定性的功能。由于调相机是一个旋转电机,操作维护比较繁琐,且响应较慢,工作时的损耗和噪音相当大,造价成本也较高。因此目前调相机已逐渐被静态无功补偿器、静态同步补偿器等动态无功补偿装置所代替。

2 无功补偿概述

以低压无功补偿系统为例,电网的低压配电系统是利用变压器等设备使10kV变为400V后,再经过低压配电系统,为动力装置供给电力,牵引动力设备运行的,而动力装置一般是感性负载。如电动机、电焊机、空调器等。当它还在工作后,就形成很大的感性电流,

如果这个电流还是不做功,就是无功电压。使得在电力网络中以及交换变压器中,所流过的电流便是电感电流与电阻电流之和,即 $I = IR + IL$ 。而如果变压器的总体容积也就是电流乘电压,则 $S = \sqrt{KVA}$ 。因此当电压一定时,为了要使变压器的总容积得到充分利用,就必须减小电压,而减小电压的唯一途径,也只是要使 IL 电感电流减小同时,由于 IL 电感电流的产生使得热量损耗增加,而由于 IL 电感电流的平方与它的热量损耗大小呈反比例,所以在线路和变压器中的这些损耗都转变成了热量散失从而导致了配电装置和变压器的工作温度都有所增加。电气设备的效率不但受到降低,而且因为过高的工作温度,其绝缘受到相应的损伤,其使用寿命也减少,甚至器件受到相应的损伤。所以怎样降低电感电流,就成为了通过电网降低能源消耗,通过技术挖潜提高经济性和社会效益的必由之路。无功功率补偿原则上要与同劳而无功补偿的就地分区进行基本配合,按区补偿无功负荷,或就地补偿经降压变压器的无功功率控制损失,并要能根据电压差异而进行适当调整,从而减少了经长距离电缆或多级变压器所传送的无功功率控制信号,也因而减少了由于经无功功率控制传送而形成的有功损失,以达到减少损失节电的目的。

3 无功补偿的设计原则

无功补偿要整体规划、合理布局、分类补充,按地均衡的原理选择最佳的补偿功能与分配方法,具体包括:

3.1 总体的无功平衡与局部的无功平衡相结合

既要适应供国家电网的平均无功要求,也要适应各线路、分站的变电所和各系统无功平衡。

3.2 集中补偿和分散补偿相结合。以分散补偿为主,这就需要在负载较集中的地点进行补偿,即要在变电所实现大容量集中补偿,也要在供电线路、配电变压器和

供电装置处实现小分散补偿,使无功均衡,从而降低变压器和线路处的损失。

3.3 高压补偿与低压补偿相结合。以低压补偿为主,高压无功补偿装置最宜装设于变压器的主负荷侧,在不具备条件时,也可装设于变压器的第三绕组一侧,在高压侧无负载时,则不宜于高压一侧装设补偿装置。

3.4 降损和调压相结合以降损为主,兼顾调压方法。主要是针对电源零点五径较长,支路数量较多,负载相对分散,自然功率因数较小的情况。由于此类电路负载率小,线路的电源变压器一般运行于空载或轻负载的情况下,因此电路消耗能量较大,但如果对电路加以补偿,就可以增加线路的配电功能。

4 电网无功补偿的措施

4.1 低压集中补偿方式

进行低压电流集中补偿,通常是选择在供电变压器三百八十V上进行,与此同时,也可利用单片机来进行低压串联电容器柜,同时这种方法也有着许多优点,例如补偿能力比较普通的电容器来说比较强、使用也比较普遍,最关键的是跟踪稳定性比较强,就是由于上述特性,从而使得这种方式可以按照用户负载状态进行补偿,从而提高了电网的稳定性,另外一个,由于采用低压的补偿技术可以在较大程度上使得电力企业的生产成本得到减少由于它的所有投入费和维护费用均有专用用户承担,当然也不仅如此,因为包括它的所有设备也都是可以减少损失的^[2]。专家的研究结果指出,在当前情况下,该方法主要利用了市场的自动补偿设备使电容器能够投切电流的,但如果对其加以革新,并同时采用了集中补偿措施,则能够在完成补偿工作的同时使电流也有所改变,并最终给电流检测工作带来了方便。

4.2 变电站高压补偿

变电站的是把电容器组件接到变电所的低压母线上,而电容器组件的安装能力大都在10000kvar以内,一般安装方法都是专设电容器房或露天安装。变电站补偿对农网的降损影响虽然微乎其微,但在下级补偿工作不完全的情形下,它却是确保总受电端功率因数满足考核标准的不能缺少的一个有效补偿方法。同时高压补偿也是无功平衡的一个重要部分,因为许多产品,特别是大中型企业具有许多的高压负载,包括高压电动机、变压器、电炉等。高压补偿的优点是电压变化大、补偿能力大,通常是正常低压的几到几百倍之多。据实际的现场考察,发现大部分高压补偿设备都很不符合当今的供电技术条件了,由于分组数量小,且大部分采用手工技术,因人为因素增多,从而造成投切效益低下。

4.3 随机补偿

这种无功功率补偿方法的主要方式就是将发电机与低压电容器组并接,然后再利用控制、保护等设备对发电机同时投切。由于县级配电网中,有较大部分的无功功率控制设备都消耗到了发电机上。所以,如果进行对发电机的劳而无功补偿操作,使其与劳而无功补偿系统就地平衡,不但能够减少对电源线路的耗费,而且也可以提高对发电机的输出功率。随机补偿的主要特征就是在供电装置工作后,将无功补偿的装置投入;用电装置停机后,补偿设备退出。另外,由于它具备了投资较少、用地规模小、容易配置、灵活配置、维修简便、故障出现几率较低等优点。这种补偿方法主要运用在发电机的无功消耗上,以励磁无功为主,可以很好的调节配电网中无功补偿的峰荷范围。对于年平均工作小时数达到一千h以上的发电机,采用随机补偿方法比其他的办法更加适用。

4.4 配电线路补偿

这种补偿技术的重点在于怎样决定电容器的数量、装设地点。因为电容器组大都并没有设置在线路上,而只是放在各个支路的上。因此电容器组最合适的位置,是装设在需要补偿的变压器负荷的中心部位上。在供电线路补偿中,对补偿点位置必须要掌握得好,且数量不可过多;调节方式力求简便。此外,一般也不建议分组投切调节,但需要掌握最好的容量,既不能过大也不能过小。所以针对乡村农网配电线路这一复杂的特点,还必须对具体问题具体分析从而给出最合理的补偿办法。城市居民与乡村的农网供电系统虽然普遍采用三相四线制,但受电户多为单一负荷或单相和三相负荷的混合,在负荷规模与供电方式上又各有不同。所以不稳定的电压在三相供电系统上也可见到,这些地区的需求量多少、需求量多少等不平衡量都无法预测^[3]。所以,虽然三相负载的电流不平衡现象一般客观存在。而针对三相不平衡电流,电力运营单位最常用的有效且合理的作法,便是合理、高效地安排用电量。不平衡的电流,往往会在一定程度上增加了线路与变压器内部的铜损。此外,由于变压器的内部铁损也会有所增加,因此减少了变压器的平均出力,在较为严重状态下也会影响变压器的正常工作,进而导致三相电压不平衡。而调节不平衡电流的无功补偿装置则可有效克服这些问题,因为这种装置不但可补偿电网的正常无功电流,还可调节不平衡有功电压。其理论结果是可将三相功率因数均补偿至一,将三相电流均调整至平衡值。而经实际使用表明,可将三相功率因数均补偿至零点的九五以上,将不平衡

电流均调整至总变压器额定电流的百分之十以内。

4.5 跟踪补偿

该补偿方式通常采用经由无功补偿投切装置的控制保护装置,在系统的电源变压器低压上则采用低压电容器组进行补偿,这种方式的使用区域通常是在一百kVA及以上的专用电源装置的变压器上。但跟踪补偿的风险比较大其他方法的更大,因为自动投切器的系统设计相当复杂,如果系统中某一部件发生了问题,就会直接造成电容器无法投切,而其优势又是相当突出的,如能更好地有效监控无功负荷的变动状况,且该法的工作方法灵活多样,补偿效果好,其主要适合于大容量大负载的配电变压器。

4.6 用户终端分散补偿方法

输电流程中的最后部分是系统,若对客户终端实施分散补偿,则可使客户设备保护在规定稳压的范围以内,减少损害事件,并可以大大提高电压效率^[4]。目前,由于城镇供电的电能供应量日益增加,虽然提高供电效率也能够节约资源,且电器使用频率不断增大,因此终端分散补偿方法仍存在着很大的使用价值。相关供电标准认为,容量较大,设备稳定且采用频率较大的供电装置无功负荷应分别就地补充,可见,设备终端分散的方式是一个较为合理而切实可行的弥补方式。

5 无功补偿的效益分析

5.1 节省企业电费开支

增加功率因数,对公司的直接效益是显而易见的,因此在我国电费管理制度中,从合理使用有限功率触发,就对各个公司的功率因数规定了需要满足的各种数值,如果小于规定的值,就必须加收电费,如果超过了规定数值,就可以适当的降低电费。由此可见,提高功率因数对工业具有重大的技术价值。

5.2 提高设备的利用率

对原有配电装置而言,在相同有功功率下,由于功率因数的增加,负载电流减小,使得向负载电流输送功率所经过的变压器、开关和引线等供配电装置均增加了

功率储备从而适应了负荷增加的需求;假设原网络中已趋于完全过载,则随着功率因数的增加,输出无功补偿额定电流的降低,使原系统不至于完全超负荷工作,以便充分发挥原装置的能力;工程企业来说则可降低该设备容量降低投资费用,在一定情况下,改善后的功率因数会使所选变压器设备的降低。所以,企业采用无功补偿不仅降低了初次投入支出,而且同时降低了安装后的基础电费^[5]。工业应用中合理配置无功补偿技术,能改善功率因数,增加电气设备的生产出力量,进而降低了对电能的投入费用,并获得良好的效益,同时还能改善设备的功率因数和电压性能,进而提高了电力系统的电压可靠性。

结语

无功补偿是一种有效、安全、方便的节电方法,对电力系统正常运行的经济效益和电力品质以及无功功率都有很大关联^[6]。通过科学合理的选择无功功率补偿装置类型和容量,以改善供电网络中的无功功率控制分布,从而能够降低供电中的幼官功率损失和电流消耗,进而提高低负荷用户的电压品质,对供电安全、优质、经济具有很大的影响和积极意义。

参考文献

- [1]靳龙章, 电网无功补偿实用技术[M].中国水利水电出版社, 1997.
- [2]胡泽春, 钟明明, 王佳贤等, 考虑多负荷水平的中低压配电网无功补偿化规划[J].电工技术学报, 2010.25(8): 167-173.
- [3]任丕德, 刘发友, 周胜军.动态无功补偿技术的应用现状[J].电网技术, 2004, 28(23): 81-83.
- [4]柯国盛.低压无功动态补偿装置: CN203674724 U[P].2014.
- [5]无功补偿技术在配电网中的应用与分析[J].丁宝华.现代工业经济和信息化.2014
- [6]陆阳, 李航程, 郑海良.配电网无功补偿现状分析与应用研究[J].硅谷, 2013(23): 34+12.