



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 20288839 U

(45) 授权公告日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201220447406. 0

(22) 申请日 2012. 08. 25

(73) 专利权人 江苏东能电力科技有限公司

地址 224400 江苏省阜宁县阜城工业园区 C 区大道 3 号

(72) 发明人 童本亮 张金波 童兴豪

(51) Int. Cl.

H02J 3/18(2006. 01)

H02J 3/01(2006. 01)

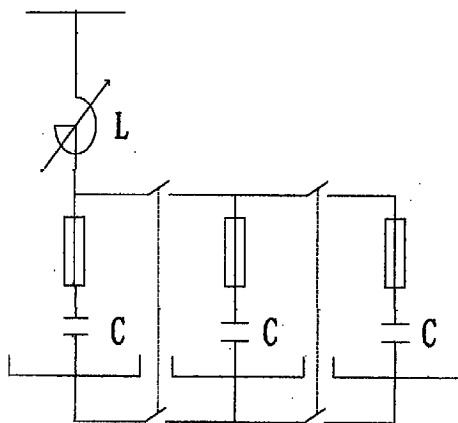
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,包括电抗器 L、电容器组 C、开关;电抗器 L 由可调电抗器构成,电容器组 C 由多组电容器并联连接构成,电抗器 L 和电容器组 C 串联在一起,主要应用于高低压电网无功功率补偿时抑制电网谐波作用,该电抗器可以通过调节电抗器的感抗值根据电网谐波情况使电抗率满足一定要求达到最佳抑制谐波的效果,还可以根据电网无功功率分组分别投切电容器时自动通过调整电抗器的感抗值保持电抗率 $K = X_L/X_C$ 不变,以达到虽然改变了电容器投切组数,但不改变抑制某一谐波的功能。



1. 具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,其特征在于,包括电抗器 L、电容器组 C、开关;电抗器 L 由可调电抗器构成,电容器组 C 由多组电容器并联连接构成,电抗器 L 和电容器组 C 串联在一起。

2. 如权利要求 1 所述的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,其特征在于,电抗器 L 为可调电抗器,可调电抗器有一截面为小截面,改变小截面磁路的饱和程度来改变电抗器的感抗值。

3. 如权利要求 1 所述的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,其特征在于,电抗器的铁芯为硅钢片或非晶合金或其它低频高导磁材料。

4. 如权利要求 1 所述的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,其特征在于,电抗器采用自然冷却干式或油浸式冷却。

具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于高低压电网无功功率动态补偿时,不仅可以进行无功功率补偿,同时还可以抑制电网谐波的补偿装置。

背景技术

[0002] 目前国内外在无功功率补偿和谐波治理方面都已经积累了比较丰富的经验,并且国内外均有比较成熟的产品,无功功率补偿通常采用投切电容器的方法,谐波治理通常采用无源或有源滤波器来实现谐波的治理,无源滤波器主要是由电抗器和电容器串联构成,具有容易设计的优点,但是其滤波效果依赖于系统阻抗特性。尽管有源电力滤波器有着无源滤波器所不具备的巨大技术优势,但目前要想在电力系统中完全取代无源滤波器还不现实,这是因为与无源滤波器相比较,有源电力滤波器的成本高,这一点是限制有源电力滤波器推广使用的主要原因,因此,无源滤波器目前使用还比较普遍。

[0003] 由于电网负载情况复杂,绝大多数电网都需要同时进行无功功率补偿和谐波治理,这样就需要两套装置,况且直接将电容器并联在电网上进行无功补偿,电网上将会产生一定的谐波放大,在并联电容器的回路中串联电抗器是非常有效和可行的方法解决谐波放大问题,若电抗器的电抗率选择合适又可以抑制高次谐波的作用。因此,目前国内电网无功补偿装置都是将固定的电抗器串联于电容器回路中,这样不仅能对电网中无功功率进行补偿,还可以抑制电网中的谐波。而实际电网中负载是在不断变化的,功率因数也随时在变化,为了适应电网变化的功率因数,就要求采用多组电容器分组投切,以达到对电网功率因数进行动态补偿的目的。如果电容器的组数发生变化,而电抗器的感抗值不变,则起不到抑制谐波的作用,还有可能出现谐波放大的效果。为了达到既起到功率补偿又抑制电网谐波通常采用多组电抗器分别与多组电容器串联组合使用,这种方法缺点是需要多组电抗器,增加了设备投资,也增加了占地面积。

[0004] 通过上述分析及电网的实际运行情况,电抗率可调的电抗器可以实现无功功率补偿和谐波治理于一体的补偿滤波效果,这样不仅可以减少设备投资,减少了设备的占地面积,同时也实现了无功功率补偿与谐波治理的双重效果,因此,电抗率可调的干式铁芯电抗器具有非常重要的实际应用价值。

实用新型内容

[0005] 本实用新型所要解决的技术问题是串联电抗器的感抗值,即电抗率在一定范围内连续可调,以达到当电网谐波和无功功率变化时自动进行调节,使无功功率补偿和谐波抑制达到最佳效果,并且可以减少设备投资和减小设备占地面积。

[0006] 为解决上述技术问题,本实用新型提供了一种用于高低压电网无功补偿时,还具有抑制谐波的补偿装置。具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,包括电抗器 L、电容器组 C、开关;电抗器 L 由可调电抗器构成,电容器组 C 由多组电容器并联连接构成,电抗器 L 和电容器组 C 串联在一起。

[0007] 电抗器 L 为可调电抗器,可调电抗器有一截面为小截面,改变小截面磁路的饱和程度来改变电抗器的感抗值。

[0008] 电抗器的铁芯为硅钢片或非晶合金或其它低频高导磁材料。

[0009] 电抗器采用自然冷却干式或油浸式冷却。

[0010] 本实用新型具有积极的效果:(1) 本实用新型的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,电抗器 L 的感抗值通过调节电抗器铁芯的磁路饱和程度实现连续调节,使电抗率在 0.1 ~ 1%、4.5% ~ 6% 和 6% ~ 12% 或其他范围连续可调,可以满足当电网谐波变化时对电网谐波最佳抑制的效果。(2) 本实用新型的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,可以与电容器组任意组合,保持电抗率不变,实现对电网无功功率补偿的同时,抑制谐波的功能也保持不变。(3) 本实用新型的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置可以是干式自然冷却,也可以采用油浸式冷却,安装方便。

附图说明

[0011] 图 1 为实施例 1 的可调电抗器与电容器组的连接图

[0012] 图 2 为实施例 1 的可调电抗器的原理图

[0013] 图 3 为实施例 1 的并联电容器装置接至母线示意图和单相等值回路

[0014] 图 4 为实施例 1 的串并联谐振原理图

具体实施方式

[0015] (实施例 1)

[0016] 见图 1,本实施例的具有消谐和无功功率补偿双重功能的补偿装置,包括电抗器 L、电容器组 C、开关;电抗器 L 由可调电抗器构成,电容器组 C 由多组电容器并联连接构成,电抗器 L 和电容器组 C 串联在一起。

[0017] 电抗器 L 为可调电抗器,可调电抗器有一截面为小截面,改变小截面磁路的饱和程度来改变电抗器的感抗值。

[0018] 电抗器的铁芯为硅钢片或非晶合金或其它低频高导磁材料。

[0019] 电抗器采用自然冷却干式或油浸式冷却。

[0020] 电抗器铁芯采用变截面,在铁芯中间把铁芯的截面减小一小段,通过改变小截面磁路的饱和程度来改变电抗器的感抗值,如图 2 所示为磁阀式可调电抗器的结构和电路图。电抗器的主铁芯分裂为两半,截面积各为 A_y ,长度为 $l \sim l_t$ 。不同的是每一半铁芯具有一长度为 l_t 的小截面段,其面积为 A_{yt} ($A_{yt} < A_y$)。四个匝数为 $N/2$ 的绕组分别对称地绕在两个半铁芯柱上。每一半铁芯柱上的上下两绕组各有一抽头比为 $\delta = N_2/N$ 的抽头,它们之间接有晶闸管 K_{p1} 、 K_{p2} 。不同铁芯的上下两个绕组交叉连接后,并联到电网,续流二极管则横跨在交叉端点上。由图 2 可知,若 K_{p1} 、 K_{p2} 不导通,根据绕组结构的对称性可知,此时电抗器与空载变压器没有差别。当电源处于正半周时,晶闸管 K_{p1} 承受正向电压, K_{p2} 承受反向电压。若 K_{p1} 被触发导通(即 a、b 两点等电位),电源经电压比为 δ 的绕组自耦变压后由匝数为 N_2 的绕组向电路提供直流控制电压和电流。同理,若 K_{p2} 在电源负半周时触发导通,也将产生直流控制电压和电流,而且,控制电流的方向与 K_{p1} 导通时一致。在电源的一个工频周期内,可控硅 K_{p1} 、 K_{p2} 的轮流导通起了全波整流的作用,二极管起着续流作用。改变 K_{p1} 、

K_{p2} 的触发角便可改变控制电流的大小,从而改变电抗器铁芯的饱和度,平滑连续地调节电抗器的容量。由图 1 可知,磁阀式可调电抗器铁芯磁路由面积较大的部分(面积为 A_y ,长度为 $1-1_t$)和面积较小的部分(面积为 A_{yt} ,长度为 1_t)串联而成。由于在磁阀式可调电抗器的整个容量调节范围内,大面积段铁芯的工作状态始终处于磁路的未饱和线性区,其磁阻相对小面积 1_t 段铁芯很小,故予忽略。可见,磁阀式可调电抗器的磁路是“阀式”结构,当面积为 A_{yt} 的小截面铁芯完全饱和时,相当于磁阀门全部关闭,磁阻最大,此时整个磁路犹如面积为 A_y 、长度为 1_t 的空气隙(要注意,此时面积为 A_y 的铁心段不饱和)。而当面积为 A_{yt} 的小截面铁芯段处于未饱和线性区时,磁阻十分小,磁力线几乎完全从中通过,磁阀门完全打开。在其他情况下,磁力线将有一部分通过面积为 A_y-A_{yi} 的空气隙,另一部分通过小截面铁芯段,前者的磁阻为线性,后者的磁阻为非线性,所以,电抗器的磁路由两个并联的磁阻组成。

[0021] 串联电抗器单相容量的选择:如图 3 所示,装置接至母线,其电容器组和电抗器串联,一般三相采用中性点不接地星形连接,每相的容量相等,故可用图 3 单相等值回路表示。装置的额定电抗率可下式计算,即: $K = X_L/X_C$, 其中 $U_C = I_C X_C$, $U_L = I_C X_L$, $Q_L = U_L I_L = I_L^2 X_L = K I_C^2 X_C = K Q_C$

[0022] 由此可得,串联电抗器单相容量等于电容器组单相容量乘以装置的额定电抗率 K 。

[0023] 串联电抗器电抗率 K 的选择:并联谐波谐振:在电力系统中,安装并联电容器组是为了补偿无功功率,提高电压水平。但加装并联电容器组会改变系统谐波阻抗的频率特性,对于工频,系统的感抗 X_S 很小,因而一般不会发生谐振,但当系统中含有谐波分量时,就可能发生与系统的并联谐振。如图 4 所示, n 为谐波次数; I_n 为电网中谐波电流源; U_n 为谐波电流注入点母线谐波电压; nX_S 为系统等值谐波感抗; X_C/n 为电容器组谐波容抗; nX_L 为电容器组串联电抗器谐波感抗。

[0024] 并联谐振是系统与并联电容器组产生的谐振,其谐振频率取决于系统谐波感抗和电容器组谐波容抗(电容器支路),谐振条件为:系统谐波感抗=并联电容器谐波容抗-串联电抗器谐波感抗,即 $nX_S = X_C/n - nX_L$ 由 $X_S = \omega L_S$, $X_L = \omega L_L$, $X_C = 1/(\omega C)$ 可得 $n\omega L_S = 1/(n\omega C) - n\omega L_L$ 即谐振角频率 $\omega = 1/n(L_S + L_L)C$ 而 $\omega = 2\pi f$, 故谐振频率: $f = 1/2\pi n(L_S + L_L)C$ 。当 n 次谐波的频率接近谐振频率 f 时,就会发生并联谐振,这时回路中的电压和电流同相位,其等值谐波感抗 $X_n = nX_S(nX_L - X_C/n) / (nX_S + nX_L - X_C/n)$, 因发生并联谐波谐振时 $nX_S + nX_L \approx X_C/n$, 分母 $nX_S + nX_L - X_C/n \approx 0$, 故 X_n 值很大,而 $U_n = I_n X_n$, 因此变电所母线上的谐振电压 U_n 会很高。进入电容器组支路的谐波电流分配 $I_{cn} = I_{nn} X_S / (nX_S + nX_L - X_C/n)$; 进入系统的谐波电流分量 $I_{sn} = I_{nn} (nX_L - X_C/n) / (nX_S + nX_L - X_C/n)$ 。进入系统和电容器组支路的谐波电流分配因谐波次数、系统电抗和串联电抗器电抗率的不同而不同,有可能出现 $I_{sn} > I_n$, 此时称为系统谐波电流放大;也可能出现 $I_{cn} > I_n$, 此时称为电容器组谐波电流放大;当同时出现 $I_{sn} > I_n$, $I_{cn} > I_n$ 时,称为谐波电流严重放大。发生并联谐振对,谐波电流放大达到最大值。

[0025] 如前所述,发生并联谐波谐振的条件是 $nX_S + nX_L = X_C/n$, 即 $nX_S + nKX_C = X_C/n$, $K = 1/n^2 - X_S/X_C$ 。并联电容器组加装串联电抗器作为抑制谐波电流放大的有效措施,电容器组装置的额定电抗率应 $K > 1/n^2 - X_S/X_C$ 。设并联电容器组装置安装处的母线短路容量为 S_d , 则 $S_d = U^2/X_S$, 又电容器组的容量 $Q_C = (3U^2/X_C)^{-2}$, 故由 $K > 1/n^2 - X_S/X_C$ 可以推导出 $K > 1/n^2 - Q_C/$

$S_d, Q_c > S_d(1/n^2-K)$ 这就是并联电容器装置设计规范所给出的校验避开并联谐振的电容器组容量,设计在确定电容器组分组容量时,应根据系统背景谐波,对分组电容器按各种容量组合运行时,尽量避开谐振容量进行校验;不得发生谐波的严重放大和谐振。

[0026] 串联谐波谐振:由串联电抗器和并联电容器组构成的串联回路对于 n 次谐波发生串联谐振的条件是: $nX_L = X_C/n$, 这时串联电抗器和并联电容器组构成的串联回路的总电抗为零,电流和电压同相位,回路电流达到最大值。要避免发生串联谐振,则应满足 $nX_L > X_C/n$ 即 $nKX_C > X_C/n$, $K > 1/n^2$, 即必须满足 $K > 1/n^2$ 。由上述分析可知,避开并联谐振的电容器组装置额定电抗率 K 必须满足 $K > 1/n^2 - Q_c/S_d$ 。由于电容器组容量相对于系统短路容量很小即 Q_c/S_d 比值很小,显然避开发生串联谐振的电容器组装置额定电抗率 K 的取值与避开并联谐振 K 的取值非常接近。因此为避免运行中因各种原因滑入并联谐振状态,在实际工程中电容器组装置额定电抗率 K 按满足 $K > 1/n^2$ 取值时,须留有一定裕度。

[0027] 达到的效果:可以根据电网谐波情况调节电抗率达到最佳抑制谐波的效果,还可以根据电网无功功率分组分别投切电容器时自动通过调整电抗器的感抗值保持电抗率 $K = X_L/X_C$ 不变,以达到不改变抑制某一谐波的功能。

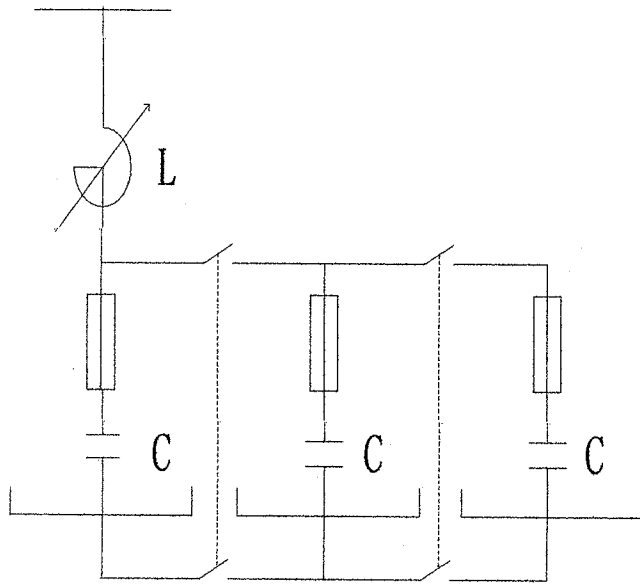


图 1

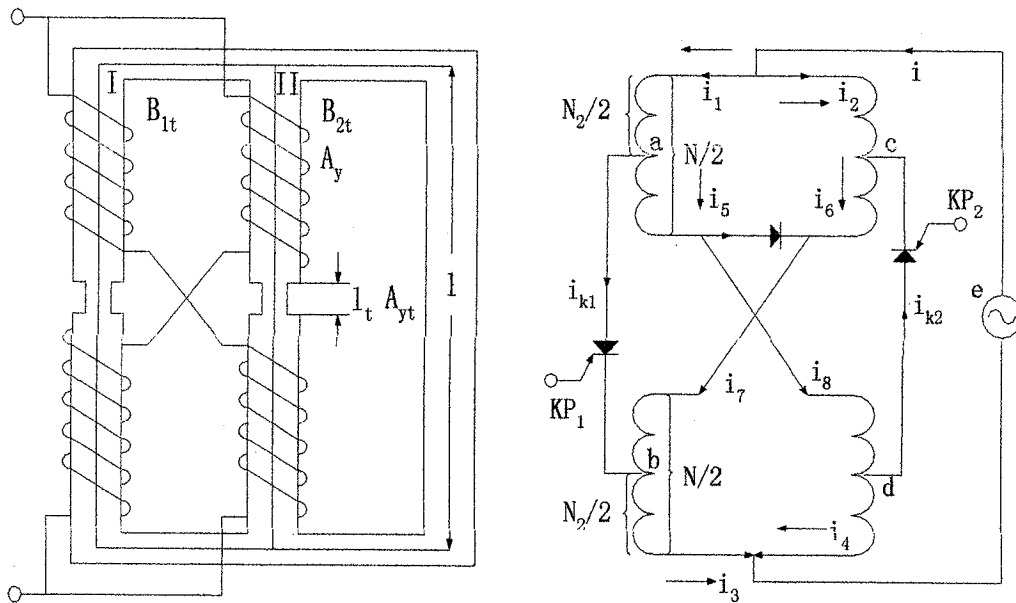


图 2

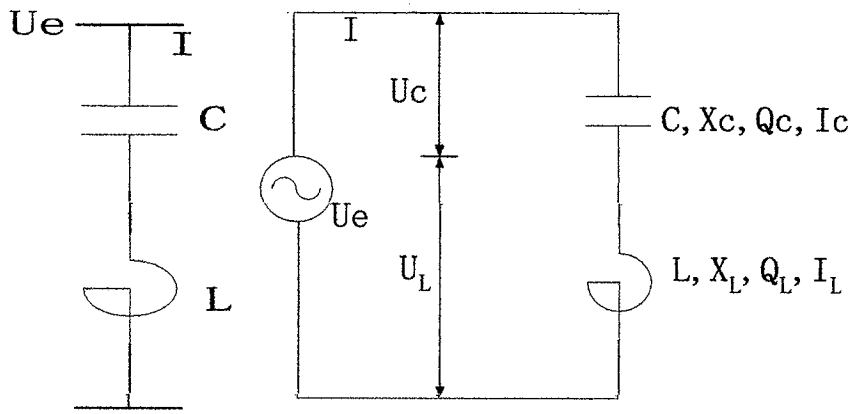


图 3

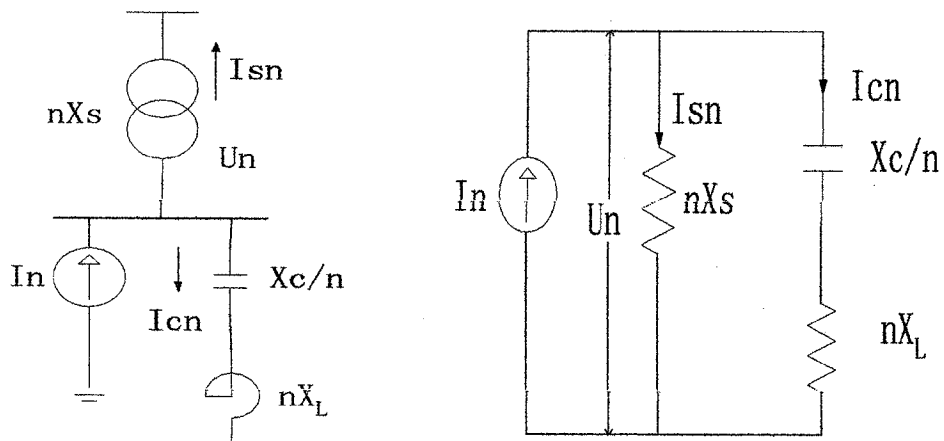


图 4