



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208754063 U

(45)授权公告日 2019.04.16

(21)申请号 201821721924.0

(22)申请日 2018.10.23

(73)专利权人 国网安徽省电力有限公司芜湖供电公司

地址 241000 安徽省芜湖市镜湖区中山北路18号

专利权人 国家电网公司

(72)发明人 侯劲松 崔椿洪 赵长保 查力
郑海红 陈彦斌 陈美君

(74)专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 朱圣荣

(51)Int.Cl.

H02J 50/10(2016.01)

H02J 3/18(2006.01)

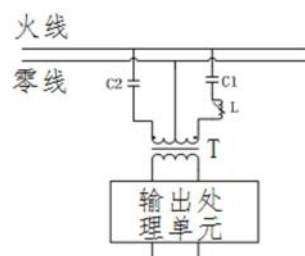
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种谐波能量回收利用电路

(57)摘要

本实用新型揭示了一种谐波能量回收利用电路,变压器T的二次绕组连接输出处理单元,所述变压器T的一次绕组一端连接零线,所述变压器T的其中一个同名端经电容C1连接火线,另一个同名端经电容C1和电感L连接火线。本实用新型通过将电力系统输电线路中的交流滤波器设备与滤波器二次侧用电设备的谐波电能的抽取转换,将其转换为交流或直流低压电源,供照明、无线通信等特定设备使用,或者通过DC-AC的转换在回馈到系统中,可见可获得化害为利、化废为宝的有益效果。此外,随着新能源规模的扩大,其需要许多逆变装置,这将对电网形成大量的谐波,可见本项目所设计的系统在新能源中具有广阔的应用前景。



1. 一种谐波能量回收利用电路, 变压器T的二次绕组连接输出处理单元, 其特征在于: 所述变压器T的一次绕组一端连接零线, 所述变压器T的其中一个同名端经电容C1连接火线, 另一个同名端经电容C1和电感L连接火线。

2. 根据权利要求1所述的谐波能量回收利用电路, 其特征在于: 所述变压器T的一次绕组的两个绕组安匝数相同。

3. 根据权利要求1或2所述的谐波能量回收利用电路, 其特征在于: 所述电感L为非线性器件。

4. 根据权利要求3所述的谐波能量回收利用电路, 其特征在于: 所述电容C1和电容C2容抗相同。

5. 根据权利要求1或4所述的谐波能量回收利用电路, 其特征在于: 所述输出处理单元包括依次连接的整流电路和变换电路, 所述整流电路采用桥式整流电路, 所述变换电路采用Boost-Buck斩波电路。

6. 根据权利要求1或4所述的谐波能量回收利用电路, 其特征在于: 所述输出处理单元包括依次连接的整流电路和逆变电路, 所述整流电路采用桥式整流电路, 所述逆变电路采用全桥逆变电路。

一种谐波能量回收利用电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及谐波处理技术领域。

背景技术

[0002] 电能作为现代社会中使用最广泛的能源,其应用程度是衡量一个国家发展水平的重要标志之一。近年来,随着我国电力事业的迅猛发展,电力系统的规模日益扩大,电能紧缺的问题已逐步解决,但与此同时,由于用户侧越来越多的所用设备产生谐波,不断累加,导致用户对提高电能质量的呼声也越来越高,谐波产生的根本原因是由于非线性负载所致。当电流流经非线性负载时与所加的电压不呈线性关系就形成非正弦电流,即电路中有谐波产生。随着电子技术的发展,电网中非线性负载呈逐渐增加的趋势,非线性负载在工作时向电网反馈谐波,导致供电系统的电压、电流波形畸变。在电压畸变的情况下,与电网相连的其他负载也会因此产生谐波电流。

[0003] 谐波对输电线路的影响非常大,谐波的存在危害电力系统的正常稳固运行,主要表现在以下几个方面:

[0004] (1) 有可能引起某一高次谐波的网络并联谐振过电压,对电网用电设备的绝缘造成一定影响,甚至造成薄弱部位的绝缘击穿;

[0005] (2) 对系统中的控制、保护及检测装置造成一定的影响,尤其是利用相位或频率原理工作的一些保护装置和控制装置影响更为严重,有可能出现保护误动作的现象;

[0006] (3) 使公用电网中的电力设备产生附加的损耗,降低了发电、输电及用电设备的效率;

[0007] (4) 降低了电能在生产、传输和消耗过程中的能效,致使电气设备过热运行,严重的甚至可能引发火灾,并伴随有强烈的震动和噪声;

[0008] (5) 使一些具有容性的电气设备(如静电电容器)发热、爆炸和着火,使具有容性的电气材料(如电缆)过热和提前损坏;

[0009] (6) 使电介质加速老化,绝缘寿命缩短,严重时引发电力系统故障;

[0010] (7) 大量谐波的存在还对通信设备(邻近通讯设备,特别是和输电线路平行的通讯线路)、电子设备和继电保护装置等其它设备产生严重的干扰;

[0011] (8) 使接入电网运行的晶闸管不能及时关断,可能造成晶闸管短路而烧毁;

[0012] (9) 谐波会引起电网谐振,可能将谐波电流放大几倍甚至数十倍,会对系统构成重大威胁,特别是对电容器和与之串联的电抗器,电网谐振常会使之烧毁。

[0013] (10) 电力电子技术本身的稳步提升也受谐波存在的阻碍。

[0014] 针对于上述的谐波问题,相关电力主管部门应对所辖配电网进行系统分析,正确测量,以确定谐波源位置和产生的原因,为谐波的有效治理准备充分的基础材料。传统的谐波治理方法主要有无源电力滤波器与有源电力滤波器。无源电力滤波器是由滤波电容器、电抗器和电阻器适当组合而成,其原理为电容与电感的谐振,形成滤波器,滤掉谐波,除起到滤波的作用外,又可以补偿无功功率,而且结构简单,易于设计,价格低廉,所以在电力系

统中一直被广泛使用。这种方法的主要缺点是补偿特性受电网阻抗和运行状态影响,易和系统发生并联谐振。导致谐波放大,使LC滤波器过载甚至烧毁。此外,它只能补偿固定频率的谐波,补偿效果不好。有源电力滤波器是一种用于动态抑制谐波、补偿无功的电力电子装置,可以实现对含有多次谐波的谐波电流进行补偿,且不受谐波及电网变化的影响,即动态补偿,实时跟踪。其基本原理是从补偿对象中检测出谐波电流,由补偿装置产生一个与该谐波电流大小相等而极性恰好相反的补偿电流,从而使注入电网的电流只含有基波分量。它能对大小和频率都变化的谐波以及变化的无功进行补偿,其应用克服了LC滤波器等传统的谐波抑制和无功补偿方法中的缺点。电力有源滤波器并联连接在负载上,通过检测补偿对象的电压和电流计算得出补偿电流的指令信号。该信号经补偿电流发生电路放大,得出补偿电流,补偿电流与负载电流中要补偿的谐波及无功等电流抵消,最终得到预期的电源电流,但是,有源滤波器造价是无源滤波器的3倍以上,技术现在相对比较成熟,但维护成本高,受硬件限制,在大容量场合无法使用,有源滤波容量单套不超过100KVA,目前最高适用电网电压不超过690V。在实际过程中,有源滤波器大功率开关器件的功率损耗十分惊人,实际工作效率不超过98%,远低于传统LC无源滤波设备,由此可见,谐波本身也是一种由工频基波转换而来的能量,通过无源或者有源电力滤波器来滤除虽然解决了谐波对电网的影响,却也将相当部分谐波能量转换为热能而浪费。

发明内容

[0015] 本实用新型所要解决的技术问题是实现一种高效再生利用谐波电能的技术,将谐波变废为宝的系统。

[0016] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:一种谐波能量回收利用电路,变压器T的二次绕组连接输出处理单元,所述变压器T的一次绕组一端连接零线,所述变压器T的其中一个同名端经电容C1连接火线,另一个同名端经电容C1和电感L连接火线。

[0017] 所述变压器T的一次绕组的两个绕组匝数相同。

[0018] 所述电感L为非线性器件。

[0019] 所述电容C1和电容C2容抗相同。

[0020] 所述输出处理单元包括依次连接的整流电路和变换电路,所述整流电路采用桥式整流电路,所述变换电路采用Boost-Buck斩波电路。

[0021] 所述输出处理单元包括依次连接的整流电路和逆变电路,所述整流电路采用桥式整流电路,所述逆变电路采用全桥逆变电路。

[0022] 本实用新型通过将电力系统输电线路中的交流滤波器设备与滤波器二次侧用电设备的谐波电能的抽取转换,将其转换为交流或直流低压电源,供照明、无线通信等特定设备使用,或者通过DC-AC的转换回馈到系统中,可见可获得化害为利、化废为宝的有益效果。此外,随着新能源规模的扩大,其需要许多逆变装置,这将对电网形成大量的谐波,可见本项目所设计的系统在新能源中具有广阔的应用前景。

附图说明

[0023] 下面对本实用新型说明书中每幅附图表达的内容作简要说明:

[0024] 图1为谐波能量回收利用电路示意图;

- [0025] 图2为直流电压转换电路的原理框架图；
[0026] 图3为桥式整流电路原理图；
[0027] 图4为Boost-Buck斩波电路原理图
[0028] 图5为直流变换电路原理图；
[0029] 图6为交流供电电路原理图；
[0030] 图7为交流变换电路原理图。

具体实施方式

[0031] 本实用新型提出了一种并联型的谐波能提取装置,该装置通过对系统输电线路中谐波分量的提取,将其进行整流和逆变得到的直流电压和交流电压供不同的负荷。由此可见,该系统不但能滤除特定次数的谐波,还能将原本要在阻尼电阻上消耗掉的谐波电能提取利用,同时该装置对于50Hz基波来讲等效于电容器,在滤谐波的同时还为系统提供了无功,开辟了一种再生利用谐波电能的新技术。此外该系统在应用的过程中避免了基波的阻尼电阻有功损耗,即解决了滤除谐波电压源损耗大不经济的问题,在节能减排形势严峻的今天,本项目的研究无疑有着极好的社会效益与经济价值。

[0032] 如图1所示,交流电网的系统电压分别通过无功补偿电容器C2/C1、L、以及变压器T的一次绕组流回系统,C2和C1、L组成的串联回路在基波电压下等值电容容量相同,变压器T的一次绕组同名端分别接两个电容支路相连,两个绕组安匝数相同,所不同的是C1支路中还串联有谐振电感器L,L与C1在特定次数谐波频率串联谐振,这样,流过变压器T一次绕组的电流分为两组,一组是含有谐波的无功电流(C1支路),另一组是不含有谐波的无功电流(C2支路),由于两个电容器的基波无功电流相同,两个一次绕组安匝数也相同,因此所产生的基波磁通相同抵消,而对于谐波分量,由于在谐波状态下C1和L发生谐振,阻抗为零,流过的谐波电流远大于谐波流过C2的电流,此时谐波磁通无法抵消,被感应到变压器T的二次侧,通过二次侧接的高功率因数整流器整流为平滑稳定的直流电压,供负荷使用,完成了谐波电能的提取转换。

[0033] 对于系统含有不同频率成分的谐波,本系统采用不同谐振频率的谐振回路对其进行提取。不同次数的谐波能量对应不同的L与C1,由于本谐波能量提取装置需要在特定次数谐波下L与C1发生串联谐振,使谐波能量经过提取装置时不被消耗掉,当谐波能量从输电线路提取出来后,通过耦合变压器将谐波能量从主要输电线路引出,经过变换装置再次被利用,而基波能量不会被提取出来,这是因为提取装置中左右基波电流相同,在经过耦合变压器时,大小相等方向相反,基波电流会相互抵消掉,所以不会被变压器提取出来。

[0034] 电路中的电感L为非线性器件,当流过的谐波电流大于设定值后电感饱和,电抗值降低使滤频率偏离谐振频率,从而自动降低谐波电流,避免装置过载损坏,即解决谐波电压源造成滤波器过载问题。这个电路结构在提取谐波电能的同时也尽可能地避免了基波无功分量的损耗,整机全部为非耗能电感与电容元件构成,不使用一个电阻元件,显然其有功损耗可降低至非常小的范围。

[0035] 谐波能量回收系统在运行过程中并联与线路上,这将对系统原有的运行状态产生影响,为了了解该系统的挂网运行对电网系统的影响,对其等值电路进行了构建,并对电网的影响进行了仿真分析。接在380V电网相间,每相结构相同,变压器的变比为3000/3000,滤

除3次谐波,各绕组的漏抗相同,C1/C2容抗基本相同(取电容量 $C=11.26\mu\text{F}$,电感 $L=100\text{mH}$),可见装置在50Hz运行模式下,由于经过电容C1和C2输入谐波能量提取装置的电流相等,所形成的磁场幅值相等、方向相反,在二次侧不产生电压、电流,即基波能量从理论上讲不形成任何损耗。因此,对于电网来讲,该装置在50Hz工频下相当于在线路中接入了大约23.9 μF 电容,其相当于一个363Var的无功补偿电容器。由此可见,谐波能量提取系统在50Hz工频下相当于无功补偿器,对电网进行无功补偿,提高线路的电能质量。

[0036] 综上所述,本实用新型所设计的谐波提取装置利用支路中的电感元件L与电容元件C1发生串联谐振,使两端进入变压器的谐波电流不平衡,在变压器的二次侧感应出谐波电流,实现对谐波能量的提取,而在50Hz工频下,支路中的电感元件L与电容元件C1不发生谐振,使进入变压器两端的电流相等,在变压器原边发生磁平衡,此时在变压器二次侧不感应出50Hz电流信号,从而实现对工频能量的抑制。此外,在本项目中采用的电感L为非线性器件,当流过的谐波电流大于设定值后电感饱和,电抗值降低使滤频率偏离谐振频率,从而自动降低谐波电流,避免装置过载损坏,即解决谐波电压源造成滤波器过载问题。

[0037] 输出处理单元可以为直流电源,也可以为交流电源。

[0038] 直流电源设计:

[0039] 直流电源作为电子器件、LED等负荷的供电系统,在实际中得到了广泛应用。整个电源的总体要求是:稳定度高(即负载调整率、输入电压调整率小,且纹波系数小)、效率高、体积小、成本低,具有完善的保护功能(过流保护、过热保护、输出过压保护、输入欠压保护等),稳定性好、可长时间连续工作。根据电源电路工作原理,整个系统由整流电路和电压变换电路构成。根据电源电路工作原理,整个系统由整流电路和电压变换电路构成,如图2所示。

[0040] 在本系统中采用桥式整流电路实现将谐波电压信号转换成直流电压信号,为了使得到的电压信号能够应用于工程实际负荷,需对其输出的直流电压进行转换,在本项目中的变换电路采用boost-buck电路来实现。

[0041] 桥式整流电路由四只二极管组成,具体原理图如图4所示,在 u_2 的正半周,D2、D4截止,D1、D3导通,输出电压 u_0 的极性上正下负,当忽略二极管D1、D3上的压降时, u_0 波形与 u_2 相同;而在 u_2 的负半周,D1、D3截止,D2、D4导通,输出电压 u_0 的极性也是上正下负,当忽略二极管D2、D4上的压降时, u_0 波形也与 u_2 相同。桥式整流电路输出电压 u_0 的波形与全波整流相同;此外变压器次级均处于工作状态,利用率高,即相同输出功率的整流电路,桥式整流电路所需工频变压器体积最小,因此在电源电路中得到了广泛应用(对工频电压进行整流时,可用普通的整流二极管;对高频信号整流时,可用工作频率高的快恢复二极管)。

[0042] Boost-Buck斩波电路也称升降压式变换电路(如图4),是一种输出电压既可低于也可高于输入电压的单管不隔离直流变换电路,但其输出电压的极性与输入电压相反。Boost-Buck变换器可看做是Buck变换器和Boost变换器串联而成,合并了开关管。升降压斩波电路中电感L值很大,电容C值也很大,使电感电流 i_L 和电容电压 u_0 基本为恒值。当可控开关处于导通状态时,电源经可控开关向电感L供电,使其储存能量,此时电流为 i_1 。同时,电容C维持输出电压基本恒定并向负载R供电。此后,使开关电源关断,电感L中存储的能量向负载释放,电流为 i_2 。可见,负载电压极性为上负下正,与电源极性相反。

[0043] 如图5所示,整个电源的工作原理为:系统首先利用全波桥式整流电路的单向导通

整流元件,把方向和大小都变化的谐波交流电变换为方向不变但大小仍有脉动的直流电。电路中采用四个二极管,互相接成桥式结构。利用二极管的电流导向作用,在交流输入电压的正半周内,二极管D1、D3导通,D2、D4截止,对滤波电容C进行充电;在负半周内,正好相反,D1、D3截止,D2、D4导通,流过负载的电流方向与正半周一致,也对滤波电容C进行充电,从而实现将交流谐波电压转换成直流电压。然后利用后续的boost-buck电路,通过改变开关S的控制信号的占空比将整流电路将其变换成所需电压。

[0044] 交流供电电路设计:

[0045] 当负荷需要50Hz工频交流供电,则需对输入的谐波交流电压进行AC-AC转换,在本项目中采用AC-DC-AC的模式实现对交流的转换,其电路原理如图6所示。

[0046] 根据上述的交流变换电路原理框图,对整个交流变换电路进行了设计,其原理如图7所示。整个电路的工作原理为:系统对于输入的谐波电压U1,首先利用由D1~D4组成的桥式整流电路将谐波交流电压转换成直流电压,并利用滤波电容C对其进行滤波,减少直流电压的纹波系数,然后利用由开关器件M1~M4组成的全桥逆变电路将直流电压转换成50Hz交流方波,最后利用由电感L和电容C5组成的谐振电路对其滤波,从而在变压器T的二次绕组侧得到交流电压,其幅值可通过变压器T的变比来实现对输出电压的调整。

[0047] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本实用新型具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本实用新型的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本实用新型的保护范围之内。

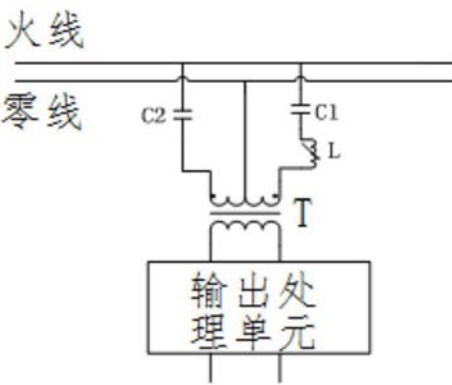


图1

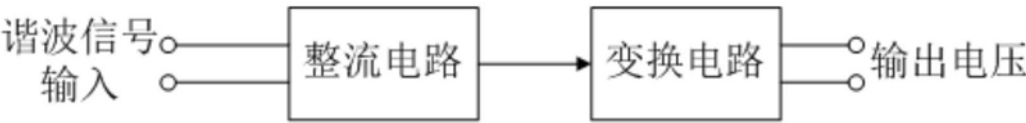


图2

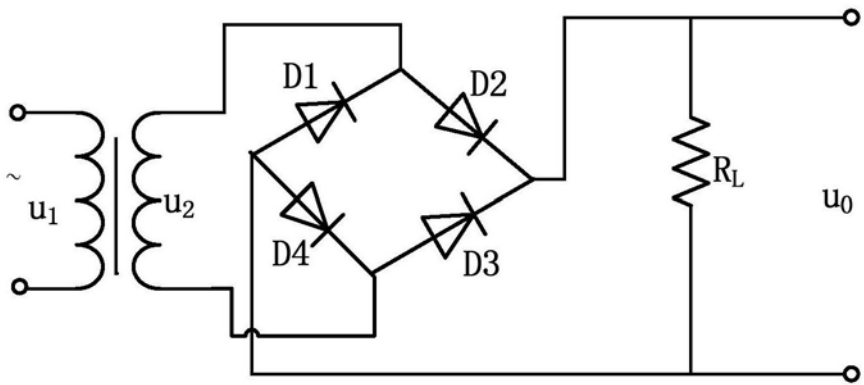


图3

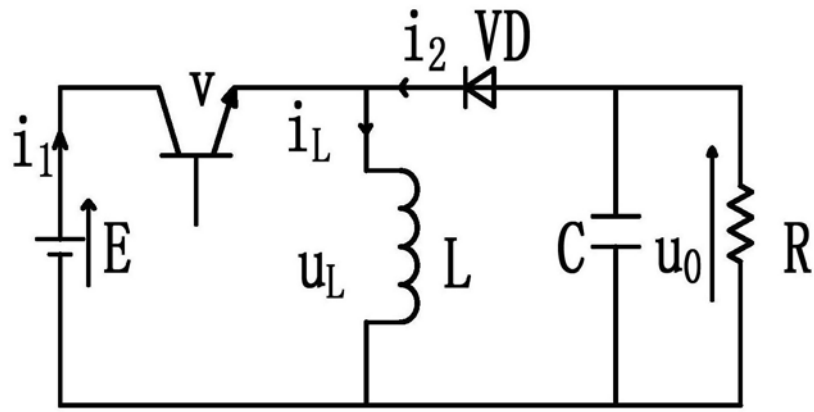


图4

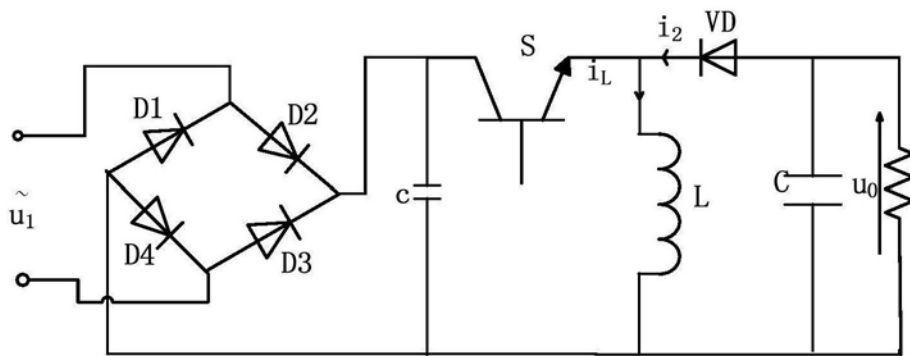


图5

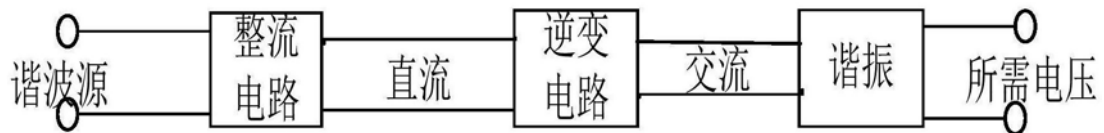


图6

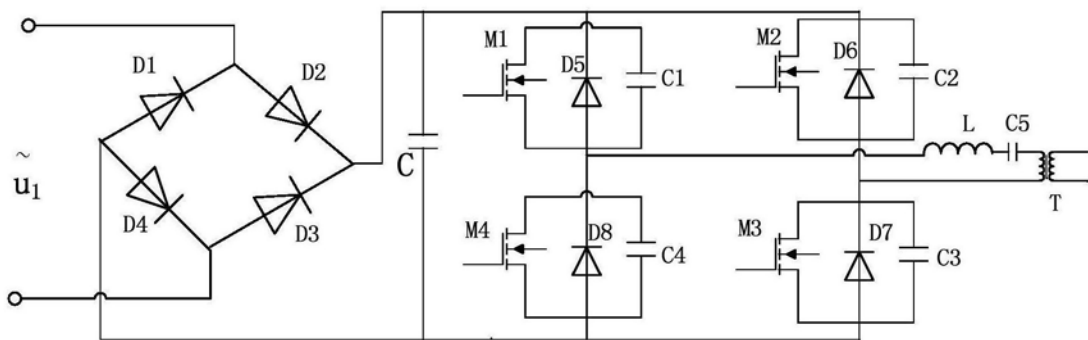


图7