



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207625296 U

(45)授权公告日 2018.07.17

(21)申请号 201721555187.7

(22)申请日 2017.11.20

(73)专利权人 广东正诚电气科技有限公司

地址 515000 广东省汕头市珠津工业区韶山路153号之一

(72)发明人 余伙庆 陈益柱 纪小勇 余纲歆

(74)专利代理机构 汕头市南粤专利商标事务所 (特殊普通合伙) 44301

代理人 余建国

(51) Int. Cl.

H02J 3/26(2006.01)

H02J 3/18(2006.01)

H02J 3/01(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

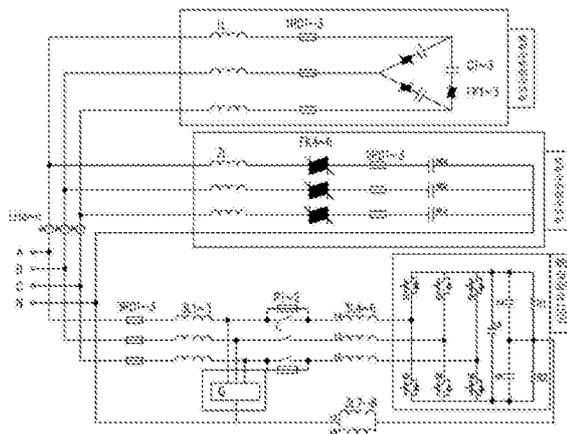
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)实用新型名称

一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置

(57)摘要

本实用新型属于配电网电能质量治理的技术领域,尤其涉及一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置。其主要包括交流电网、非线性负载、电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路、保护电路、电能质量调节智能控制器,其特征在于:电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路分别并联接入交流电网,电能质量调节智能控制器分别控制连接电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间分别对应设置熔断保护装置,控制过零开关阵列对电容芯组进行动态投切,同时也输出合适的PWM开关信号给IGBT模块,可实现三相不平衡的平滑调整;可兼顾无功补偿和三相不平衡调节;响应速度快,无电压闪变和波动;无谐波电流污染,安全性更高,可靠性更好等特点。



1. 一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:包括交流电网、非线性负载、电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路、保护电路、电能质量调节智能控制器,其特征在于:电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路分别并联接入交流电网,电能质量调节智能控制器分别控制连接电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间分别对应设置熔断保护装置。

2. 根据权利要求1所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:上述的电能质量调节智能控制器包括:中央处理器、模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路,中央处理器分布与模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路电连接。

3. 根据权利要求2所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:所述电能质量调节智能控制器的模拟量采集电路包括第一电流采集电路、第二电流采集电路、第一电压采集电路,第一电流采集电路与用于感应交流电网电流的第一电流互感器组电连接,第二电流与用于感应电容补偿侧电流的第二电流互感器组电连接,第一电压采集电路与交流电网电连接。

4. 根据权利要求3所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:所述电能质量调节智能控制器的控制输出电路包括:相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路,分相电容控制输出电路、相间电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路分布与电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路控制连接。

5. 根据权利要求4所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间设置第一电抗保护器组、第二电抗保护器组、第三电抗保护器组。

6. 根据权利要求5所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:在位于第三电抗保护器组与IGBT补偿电路之间设置第四电抗保护器组,在位于第三电抗保护器组与第四电抗保护器组之间设置控制开关组。

7. 根据权利要求6所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:在位于上述的控制开关组的两端接点并接保护电阻。

8. 根据权利要求6所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路分别控制电容补偿分补电路、电容补偿共补电路的第一投切控制开关、第二投切控制开关。

9. 根据权利要求6所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:交流电网包括A相电源、B相电源、C相电源、N线,N线与IGBT电路之间设置第五电抗保护组。

一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及配电网电能质量治理研发领域,尤其涉及一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置。

背景技术

[0002] 农村电网经过大规模农网改造,已具备了一定的基础,但由于历史发展原因以及受服务对象为广大农村用户这一客观因素影响,目前我国农村电网的发展还普遍存在着基础设施投入不足、网架结构不甚合理,科技手段相对落后的特点,整体农村低压电网的发展存在瓶颈,远远无法满足其需求增长速度。

[0003] 在此背景下,国家电网提出了建设坚强智能电网的目标,而农村电网是中国国家电网的重要组成部分,县城及农村用电量已占全社会用电量的50%以上,且发展速度迅猛,农村电网智能化建设是智能国家电网建设不可缺少的重要环节,农网智能化项目作为跨环节试点工程,主要是开展农村智能配电台区、农网配电自动化、农村用电信息采集系统和农网营配调管理模式优化综合试点建设。

[0004] 为了全面贯彻建设智能电网“统筹规划、统一标准、试点先行、整体推进”的工作方针,提升农网智能配电台区工程建设规范化和标准化水平,满足农网智能化发展需要和客户对供电能力、供电质量和供电服务的新要求,提高供电能力和供电可靠性,提升运行管理水平和服务能力,农网智能低压配电台区建设已是必然趋势。

[0005] 三相不平衡的危害性:在低压配网系统中,一般采用三相四线制,用电终端多为单相负荷或单相和三相负荷混用,并且负荷大小不同、用电时间不固定。电网中广泛存在着三相电流不平衡,并且不平衡状况具有无规律性,它对配电和用电设备的主要危害如下:额外增加了线路的功率损耗,造成用户不必要的电费支出;增加了配电变压器的铜损,减少其出力程度,影响其长期可靠运行;降低了电动机的输出功率,使其绕组温度升高,危机其安全运行;可能进一步造成三相电压不平衡,致使电压高的一相上挂载的用电设备烧坏,而电压低的一相上挂载的用电设备无法正常使用。

[0006] 传统三相不平衡调节方式及其特点:

[0007] 1) 安装电子换相开关

[0008] 根据系统三相不平衡情况,通过电子开关,将单相负荷切换到合适的相。需要按照ABC三相,把所有的单相或两相负荷分成若干组,每组用一个电子开关进行换相控制。从一定程度上缓解了三相不平衡,但当每组内负荷发生动态变化或分组不够精确时,系统始终会存在三相不平衡。另外,在换相过程中,还存在电压闪变和跌落。

[0009] 2) 投切相间和分相电容

[0010] 根据王氏定理,投切分相电容器,调节每相无功电流,投切相间电容器,转移相间有功电流。三相不平衡的具体调节效果,取决于相间电容器和分相电容器的分组数量和容量级差。在实际使用过程中,由于电容容量的离散性,系统仍然在一定程度上存在着不平衡,并且当负荷快速变化时,电容往返投切频繁,会加速其老化。另外,在一些应用场合,无

法同时兼顾无功补偿和三相不平衡电流调节。

[0011] 3) 使用静止无功补偿装置

[0012] 最普遍使用的静止无功补偿装置(SVC),一般为固定电容器(FC)+晶闸管控制电抗器(TCR)。根据Steinmetz理论和瞬时无功算法,计算系统三相补偿导纳,控制TCR的每一相触发角,调整分相和相间的无功功率,实现三相不平衡电流的平滑调节。在实际使用过程中,TCR本身会产生一些低次谐波电流,当FC的滤波参数设计不合适时,还会造成谐波放大。

发明内容

[0013] 本实用新型的目的是为了克服上述缺点而提供一种智能化程度更高的有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,它具有可实现三相不平衡的平滑调整;可兼顾无功补偿和三相不平衡调节;响应速度快,无电压闪变和波动;无谐波电流污染,安全性更高,可靠性更好等特点。

[0014] 本实用新型的目的之一是提供一种较为安全以及可靠的智能配电网电能质量治理

[0015] 为达到上述目的,本实用新型采用如下技术方案:一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:包括交流电网、非线性负载、电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路、保护电路、电能质量调节智能控制器,其特征在于:电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路分别并联接入交流电网,电能质量调节智能控制器分别控制连接电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间分别对应设置熔断保护装置。

[0016] 进一步的,上述的电能质量调节智能控制器包括:中央处理器、模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路,中央处理器分布与模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路电连接。

[0017] 进一步的,所述电能质量调节智能控制器的模拟量采集电路包括第一电流采集电路、第二电流采集电路、第一电压采集电路,第一电流采集电路与用于感应交流电网电流的第一电流互感器组电连接,第二电流与用于感应电容补偿侧电流的第二电流互感器组电连接,第一电压采集电路与交流电网电连接。

[0018] 进一步的,所述电能质量调节智能控制器的控制输出电路包括:相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路,分相电容控制输出电路、相间电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路分布与电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路控制连接。

[0019] 进一步的,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间设置第一电抗保护器组、第二电抗保护器组、第三电抗保护器组。

[0020] 进一步的,在位于第三电抗保护器组与IGBT补偿电路之间设置第四电抗保护器组,在位于第三电抗保护器组与第四电抗保护器组之间设置控制开关组。

[0021] 进一步的,在位于上述的控制开关组的两端接点并接保护电阻。

[0022] 进一步的,相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路分别控制电容补偿分补电路、电容补偿共补电路的第一投切控制开关、第二投切控制开关。

[0023] 进一步的,交流电网包括A相电源、B相电源、C相电源、N线,N线与IGBT电路之间设

置第五电抗保护组。

[0024] 本实用新型的优点在于:可实现三相不平衡的平滑调整;可兼顾无功补偿和三相不平衡调节;响应速度快,无电压闪变和波动;无谐波电流污染,安全性更高,可靠性更好等特点。

附图说明:

[0025] 附图1为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的电网应用示意图;

[0026] 附图2为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的电路拓扑示意图;

[0027] 附图3为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的相间电容三相共补的原理图;

[0028] 附图4为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的单相电容三相分补原理图;

[0029] 附图5为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的三相不平衡电流调节原理图;

[0030] 附图6为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的电压支撑(电压精细补偿)原理图;

[0031] 附图7为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的谐波滤除原理原理图;

[0032] 附图8为本申请实施例提供的电能质量调节智能控制器的连接结构示意图;

[0033] 附图9为本申请实施例提供的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置的控制流程图。

具体实施方式

[0034] 实施例1:如附图1-2所示,一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,其特征在于:包括交流电网、非线性负载、电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路、保护电路、电能质量调节智能控制器,其特征在于:电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路分别并联接入交流电网,电能质量调节智能控制器分别控制连接电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间分别对应设置熔断保护装置。

[0035] 如图8所示,一种进一步的实施例中,上述的电能质量调节智能控制器包括:中央处理器、模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路,中央处理器分布与模拟量采集电路、控制输出电路、显示装置、基波无功检测电路电连接,电能质量调节智能控制器的模拟量采集电路包括第一电流采集电路、第二电流采集电路、第一电压采集电路,第一电流采集电路与用于感应交流电网电流的第一电流互感器组电连接,第二电流与用于感应电容补偿侧电流的第二电流互感器组电连接,第一电压采集电路与交流电网电连接。

[0036] 在本实施例中,模拟量采集电路将采集到的电流信息、电压信息反馈至中央处理器、进行数据的处理,基波无功检测电路将采集到电流以及电压信息进行处理以后以方便

中央处理器后续做出对应的控制输出。

[0037] 一种进一步的实施例中,电能质量调节智能控制器的控制输出电路包括:相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路,分相电容控制输出电路、相间电容控制输出电路、IGBT补偿控制输出电路分布与电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路控制连接,具体的,相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路可以根据需要输出对应的开闭接点的方式,而对于IGBT补偿控制输出电路驱动IGBT补偿电路则应当根据需要增配与其匹配型号的驱动电路,其为本领域技术人员的公知常识,故不在此详细说明。

[0038] 一种优选的实施例中,在位于电容补偿分补电路、电容补偿共补电路、IGBT补偿电路与交流电网之间设置第一电抗保护器组、第二电抗保护器组、第三电抗保护器组,在本实施例中,可以进一步的减少并联以及串联的谐波,以及进一步的起到限制涌流的作用。

[0039] 一种优选的实施例中,为进一步的方便控制IGBT补偿电路的投切控制,在位于第三电抗保护器组与IGBT补偿电路之间设置第四电抗保护器组,在位于第三电抗保护器组与第四电抗保护器组之间设置控制开关组,控制开关组可以为断路器组或接触器组。

[0040] 优选的,在位于上述的控制开关组的两端接点并接保护电阻,可以一定的限制在电容补偿过程中涌流的产生。

[0041] 在相间电容控制输出电路、分相电容控制输出电路分别控制电容补偿分补电路、电容补偿共补电路的第一投切控制开关、第二投切控制开关,具体在实施过程中,第一投切控制开关、第二投切控制开关应当设置在电容补偿分补电路、电容补偿共补电路中电容的前部位置。

[0042] 优选的,交流电网包括A相电源、B相电源、C相电源、N线,N 线与IGBT电路之间设置第五电抗保护组,其目的在于抬高整流或逆变中性点的电压。

[0043] 优选的,交流电压并接滤波电路,可以过滤3.5.7次谐波。

[0044] 实施例2:采用上述所述的一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置进行电能调节。

[0045] 1.如图1所示,将上述的有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置,并联在配电网中,通过第一电流互感器组(图1中的 CT)实时采集系统电流信号,由内部专用检测电路和控制器快速分析处理,以判断系统三相不平衡度,同时计算出三相平衡转换电流值、基波不平衡以及各次谐波成份和无功功率情况(包括功率因数)。

[0046] 其三相不平衡度的计算公式为:

$$[0047] \quad \Delta I\% = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{\Sigma I} \times 100$$

[0048] 其中, $\Delta I\%$ 为三相不平衡度,为控制器的主要计算依据; I_{\max} 为最大相电流; I_{\min} 为最小相电流; ΣI 为三相平均电流。

[0049] 2.采用类似于有源滤波器的主电路拓扑结构,采用IGBT补偿电路(图 2中的Q1~Q6)组成有源型三相不平衡调节精细补偿部分;以相间电容(图2中的C1~C3)和分相电容(图2中的NCa~NCc)组成无源型三相不平衡调节粗略补偿部分。如图2、图3、图4所示。

[0050] 3.通过第一电流互感器(图1中的CT)实时采集负载电流信号,基波无功检测电路快速提取其中的基波无功,基波不平衡以及各次谐波成份,在电能质量调节智能控制器,控

制第一投切控制开关(图2中的FK1~3,FK4~6)对电容芯组(图2中的C1~C3和图2中的NCa~NCc)进行动态投切,实现无功功率和不平衡电流的粗略补偿。

[0051] 4.在电容器补偿单元(图3和图4)侧增加一组第二电流互感器组(图2中的Lha~c),用于监测电容单元的补偿电流。电能质量调节智能控制器通过电容单元的补偿电流与第一电流互感器(图1中的CT)电流的差值进行计算,以确定电容器补偿单元能否满足三相不平衡补偿和无功补偿要求。

[0052] 5.当电容器补偿单元不能满足不平衡电流和无功的补偿要求,电能质量调节智能控制器的IGBT补偿控制输出电路输出合适的PWM开关信号给IGBT补偿电路,逆变出三相幅度和相位可调的基波电流,实现不平衡电流的精细补偿。

[0053] 6.如图5所示,在不平衡负载导致的电网三相电流不平衡的状态下将电网电流调节为100A的平衡状态,其中A相负载用电为52A,如果电网调节为100A那么该相电流偏移量会剩余48A,同理C相电流偏移量缺少48A,一种有源与无源结合用电负荷三相不平衡调节装置会将A相的偏移电流48A转移到C相,来达到保证负载侧不平衡用电的情况下,电网的三相电流平衡。

[0054] 7.当电容器补偿单元不能满足无功电压的补偿要求,电能质量调节智能控制器(图5的控制器)的中央处理器控制的IGBT补偿控制输出电路(图5的IGBT驱动)输出合适的PWM开关信号给IGBT模块,逆变出三相幅度和相位可调的基波电压,实现无功电压的精细补偿,通常可将功率因数补偿至0.99~1。

[0055] 8.如图6所示,通过补偿电压点进行采样并连接并反馈至中央处理器,补偿电压可以由第二电压采集电路进行采集至中央处理器进行处理,电能质量调节智能控制器(图6的控制器)的中央处理器得到电压信息数据后立刻对补偿点电压信息进行分析处理,以判断补偿点电压是否超过设定值,当电压低于设定下限(Umin)值时,电能质量调节智能控制器的中央处理器控制IGBT补偿电路(图6的IGBT驱动)输出容性电流,提升电压,当电压高于设定上限(Umax)值时,降低电压,从而实现各相电压稳定在正常范围内运行。

[0056] 9.如图7所示。实时采集交流电网系统的三相电流波形,并提取出基波电流的正序、负序和零序波形,综合系统的无功补偿和三相不平衡需求,电能质量调节智能控制器的中央处理器即时合成相应指令波形送给IGBT补偿电路,输出可抵消系统部分谐波电流,达到抑制负载产生的部分谐波电流功能。

[0057] 10.总流程如图9所示。

[0058] 当然,以上仅为本实用新型较佳实施方式,并非以此限定本实用新型的使用范围,故,凡是在本实用新型原理上做等效改变均应包含在实用新型的保护范围内。

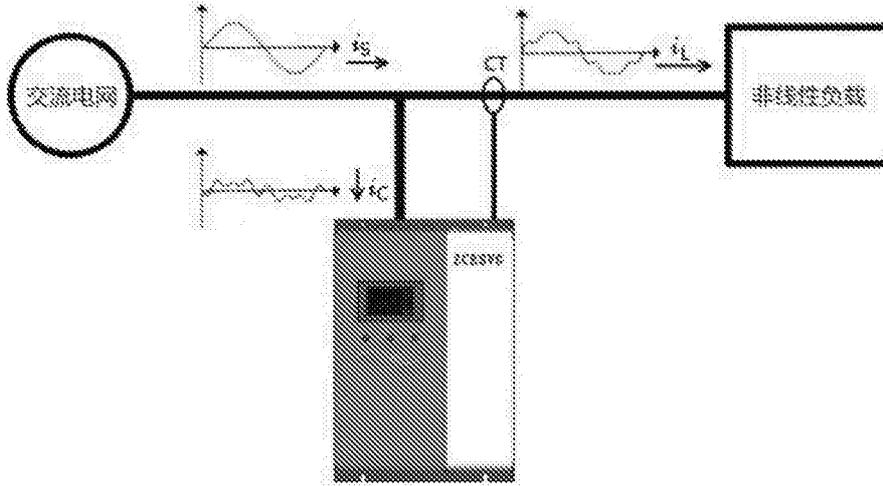


图1

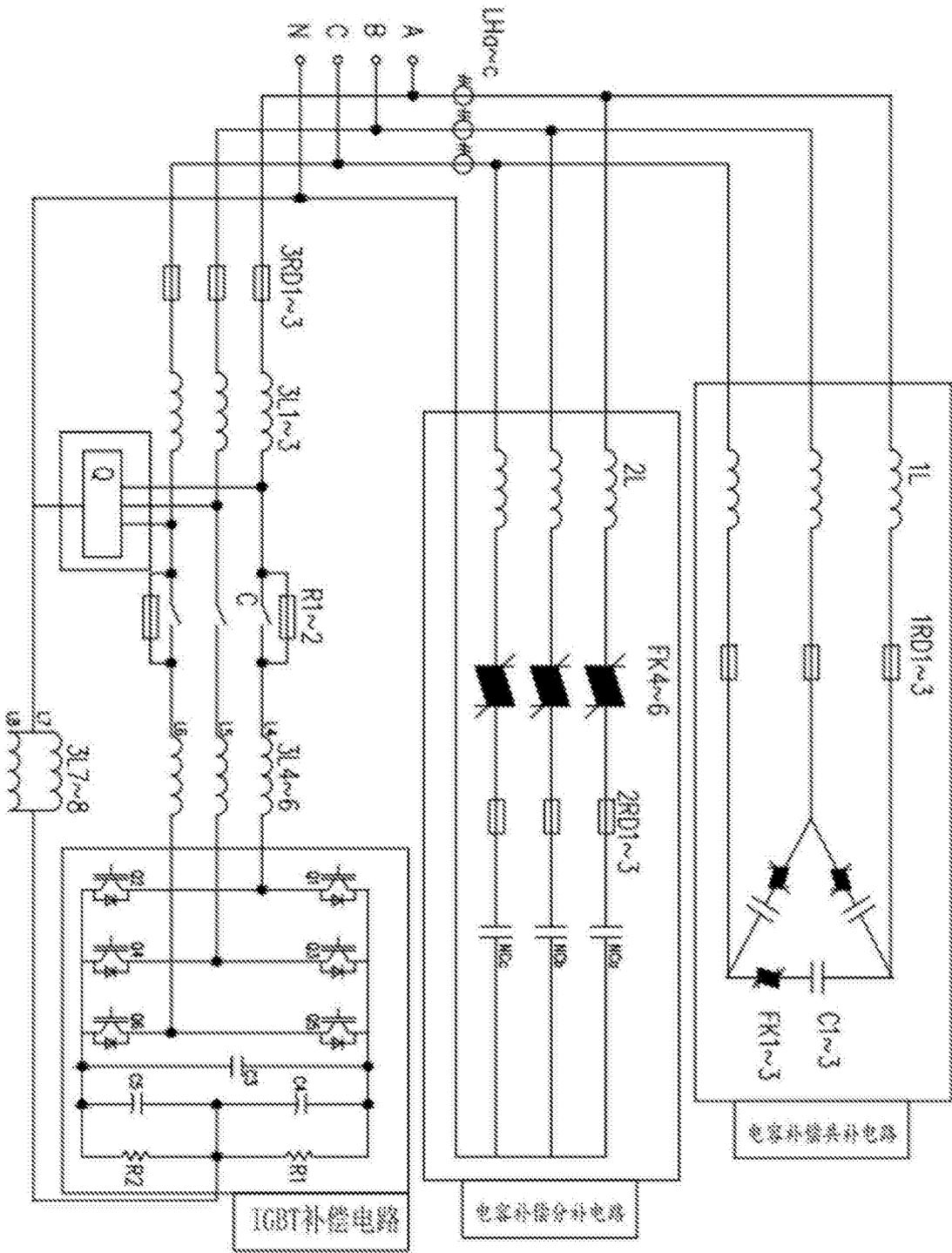


图2

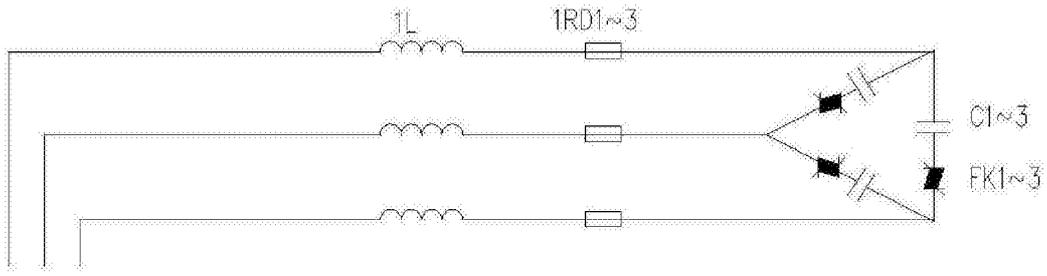


图3

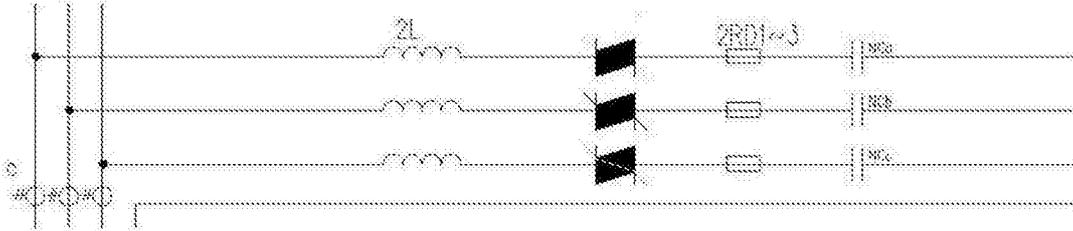


图4

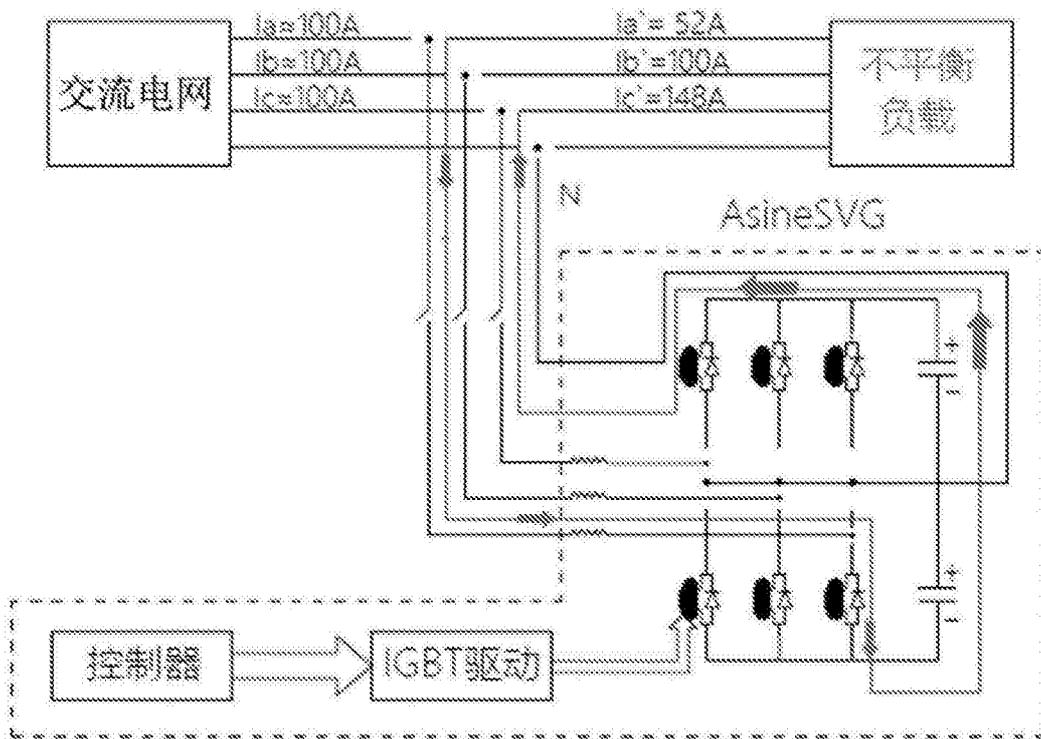


图5

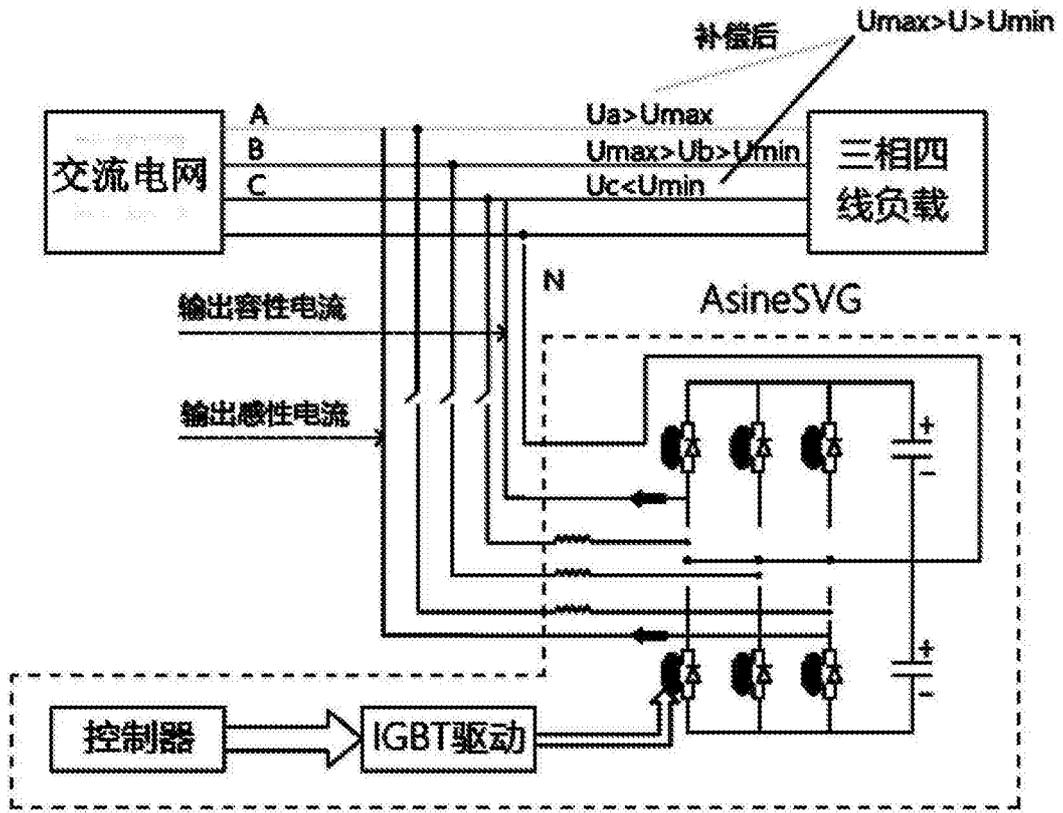


图6

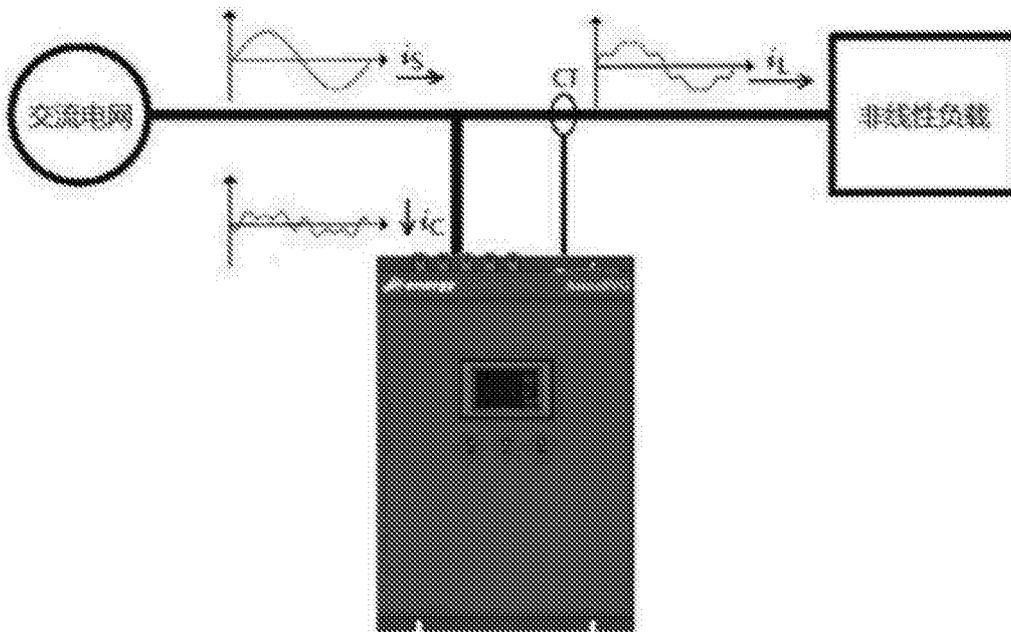


图7

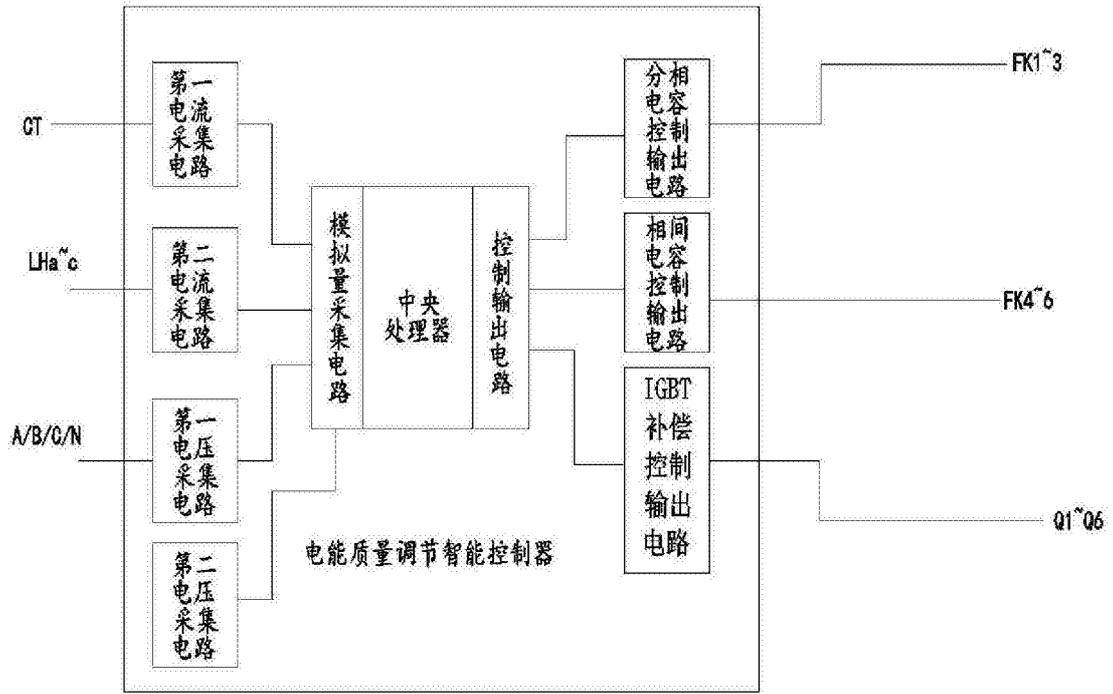


图8

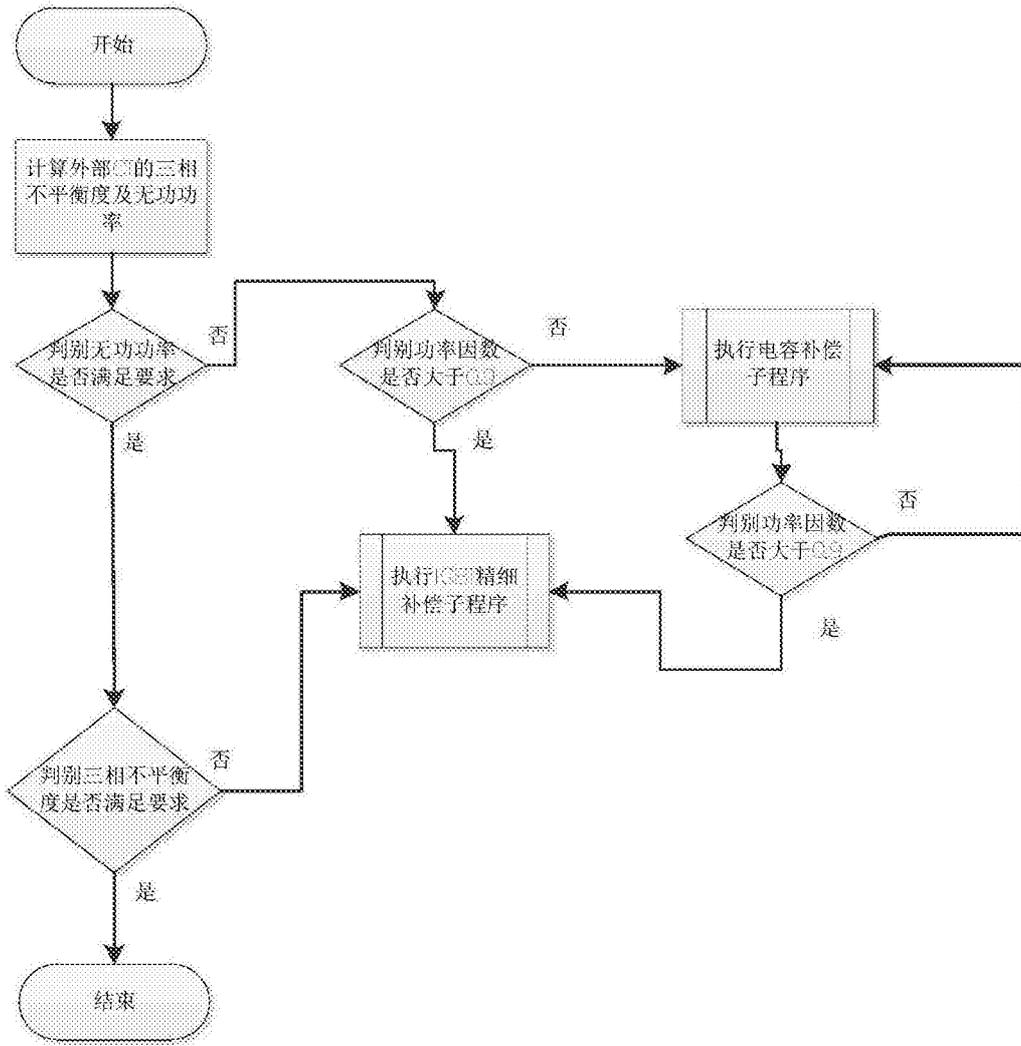


图9