



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104852393 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 19

(21) 申请号 201410055260. 9

(22) 申请日 2014. 02. 18

(71) 申请人 台达电子企业管理(上海)有限公司
地址 201209 上海市浦东新区华东路 1675
号 1 幢 1 层, 7-8 层

(72) 发明人 薛海芬 蔡骊 田超 郑殿臣

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006

代理人 徐金国

(51) Int. Cl.

H02J 3/26(2006. 01)

H02J 3/16(2006. 01)

H02M 7/48(2007. 01)

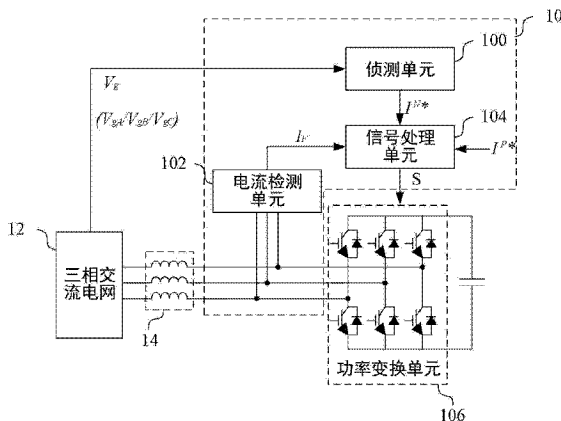
权利要求书5页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

功率变换单元的控制装置和方法

(57) 摘要

一种功率变换单元的控制装置和方法,应用于三相交流电网中,包含:侦测单元、电流检测单元及信号处理单元。侦测单元侦测三相交流电网的三相电压信号,计算并产生负序无功电流给定信号。电流检测单元检测功率变换单元的电流,输出反馈电流信号。信号处理单元接收负序无功电流给定信号、正序电流给定信号以及电流反馈信号,输出调制信号。功率变换单元电性耦接于信号处理单元与三相交流电网,其中,当三相电压信号发生不平衡时,功率变换单元根据调制信号从三相交流电网吸收负序无功电流,用以降低变流器单元的输出端的负序电压。



1. 一种功率变换单元的控制装置,其特征在于,应用于一三相交流电网中,包含:
 - 一侦测单元,用以侦测该三相交流电网的一三相电压信号,计算并产生一负序无功电流给定信号;
 - 一电流检测单元,用以检测一功率变换单元的一电流,输出一反馈电流信号;以及
 - 一信号处理单元,用以接收该负序无功电流给定信号、一正序电流给定信号以及该反馈电流信号,输出一调制信号;其中该功率变换单元电性耦接于该信号处理单元与该三相交流电网,其中,当该三相电压信号发生不平衡时,该功率变换单元根据该调制信号从该三相交流电网吸收负序无功电流,用以降低该功率变换单元的一输出端的一负序电压。
2. 根据权利要求1所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序电流给定信号包含一第一轴向正序有功电流给定信号和一第二轴向正序无功电流给定信号;该负序无功电流给定信号包含一第一轴向负序无功电流给定信号和一第二轴向负序无功电流给定信号。
3. 根据权利要求2所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该第一轴向与该第二轴向是根据一dq座标决定。
4. 根据权利要求1所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,还包含空间向量调制模块,电性耦接于该信号处理单元与该功率变换单元之间,用以接收该调制信号,并转换该调制信号为一三相调制信号,输出该三相调制信号至该功率变换单元。
5. 根据权利要求2所述的电网电压调整功率变换单元的控制装置,其特征在于,该电流检测单元还包含一正负序分离模块,将该反馈电流信号电流进行正负序分离,输出一正序反馈电流信号和一负序反馈电流信号。
6. 根据权利要求5所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该信号处理单元还包含一正序信号处理模块,一负序信号处理模块,其中,该正序信号处理模块接收该正序反馈电流信号和该正序电流给定信号,输出一正序调制信号;该负序信号处理模块接收该负序反馈电流信号和该负序无功电流给定信号,输出一负序调制信号。
7. 根据权利要求6所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该信号处理单元,还包含一误差计算模块,接收该正序调制信号和该负序调制信号,计算输出该调制信号。
8. 根据权利要求6所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序反馈电流信号包含一第一轴向正序反馈电流信号和一第二轴向正序反馈电流信号;该负序反馈电流信号包含一第一轴向负序反馈电流信号和一第二轴向负序反馈电流信号。
9. 根据权利要求8所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序信号处理模块还包含一第一正序误差计算模块、一第二正序误差计算模块、一第一正序比例调节模块、一第二正序比例调节模块以及一正序座标变换模块,其中,该第一正序误差计算模块接收该第一轴向正序有功电流给定信号和该第一轴向正序反馈电流信号,输出一第一轴向正序误差信号;该第二正序误差计算模块接收该第二轴向正序无功电流给定信号和该第二轴向正序反馈电流信号,输出一第二轴向正序误差信号;该第一正序比例调节模块接收该第一轴向正序误差信号,计算输出一第一轴向正序比例调制信号;该第二正序比例调节模块接收该第二轴向正序误差信号,计算输出一第二轴向正序比例调制信号,该正序座标变换模块接收该第一轴向正序比例调制信号和该第二轴向正序比例调制信号,输出该正序调制信

号。

10. 根据权利要求 9 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序座标变换模块,将该第一轴向及该第二轴向正序比例调制信号由一 dq 座标转换至一 $\alpha\beta$ 座标。

11. 根据权利要求 8 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该负序信号处理模块还包含一第一负序误差计算模块、一第二负序误差计算模块、一第一负序比例调节模块、第二负序比例调节模块以及一负序座标变换模块,其中,该第一负序误差计算模块接收该第一轴向负序无功电流给定信号和该第一轴向负序反馈电流信号,输出一第一轴向负序误差信号;该第二负序误差计算模块接收该第二轴向负序无功电流给定信号和该第二轴向负序反馈电流信号,输出一第二轴向负序误差信号;该第一负序比例调节模块接收该第一轴向负序误差信号,计算输出一第一轴向负序比例调制信号;该第二负序比例调节模块接收该第二轴向负序误差信号,计算输出一第二轴向负序比例调制信号,该负序座标变换模块接收该第一轴向负序比例调制信号和该第二轴向负序比例调制信号,输出该负序调制信号。

12. 根据权利要求 11 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该负序座标变换模块,将该第一及该第二轴向负序比例调制信号由一 dq 座标转换至一 $\alpha\beta$ 座标。

13. 根据权利要求 2 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该信号处理单元还包含一第一误差计算模块,用以接收该反馈电流信号、该正序电流给定信号和该负序无功电流给定信号,计算并输出一第一轴向误差信号和一第二轴向误差信号。

14. 根据权利要求 13 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该反馈电流信号包含一第一轴向反馈电流信号和一第二轴向反馈电流信号。

15. 根据权利要求 14 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该第一误差计算模块还包含一第一轴向误差计算模块和一第二轴向误差计算模块,其中,该第一轴向误差计算模块接收该第一轴向正序有功电流给定信号、该第一轴向负序无功电流给定信号和该第一轴向反馈电流信号,计算并输出该第一轴向误差信号;该第二轴向误差计算模块接收该第二轴向正序无功电流给定信号、该第二轴向负序无功电流给定信号和该第二轴向反馈电流信号,计算并输出该第二轴向误差信号。

16. 根据权利要求 15 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该信号处理单元还包含一正序信号处理模块以及一负序信号处理模块,其中,该正序信号处理模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,输出一正序调制信号;该负序信号处理模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,输出一负序调制信号。

17. 根据权利要求 16 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该信号处理单元还包含一第二误差计算模块,接收该正序调制信号和该负序调制信号,计算输出该调制信号。

18. 根据权利要求 16 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序信号处理模块包含一第一正序比例调节模块、一第二正序比例调节模块以及一正序座标变换模块,该第一正序比例调节模块接收该第一轴向误差信号,计算并输出一第一轴向正序比例调制信号,该第二正序比例调节模块接收该第二轴向误差信号,计算并输出一第二轴向正序比例调制信号;该正序座标变换模块接收该第一轴向正序比例调制信号和该第二轴向正序比例调制信号,输出该正序调制信号。

19. 根据权利要求 18 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该正序座标变换模块,将该第一轴向及该第二轴向正序比例调制信号由一 dq 座标转换至一 $\alpha\beta$ 座标。

20. 根据权利要求 16 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该负序信号处理模块包含一负序座标模块、一第一负序比例调节模块、一第二负序比例调节模块以及一负序座标变换模块,该负序座标模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,并转换为第一负序误差信号和第二负序误差信号,该第一负序比例调节模块接收该第一负序误差信号,计算并输出第一轴向负序比例调制信号,该第二负序比例调节模块接收一第二负序误差信号,计算并输出一第二轴向负序比例调制信号;该负序座标变换模块接收该第一轴向负序比例调制信号和该第二轴向负序比例调制信号,输出该负序调制信号。

21. 根据权利要求 20 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该负序座标变换模块将该第一轴向及该第二轴向负序比例调制信号由一 dq 座标转换至一 $\alpha\beta$ 座标。

22. 根据权利要求 1 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,还包含一阻抗和一滤波电感,电性耦接于该功率变换与该三相交流电网之间。

23. 根据权利要求 1 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该功率变换单元包含多个绝缘栅双极晶体管或集成门极换向晶闸管。

24. 根据权利要求 1 所述的功率变换单元的控制装置,其特征在于,该功率变换单元与该三相交流电网间还包含至少一滤波电感。

25. 一种功率变换单元的控制方法,其特征在于,应用于一三相交流电网中,包含:

使一侦测单元侦测该三相交流电网的一三相电压信号,计算并产生一负序无功电流给定信号;

使一电流检测单元检测一功率变换单元的一电流,输出一反馈电流信号;

使一信号处理单元接收该负序无功电流给定信号、一正序电流给定信号以及该反馈电流信号,输出一调制信号;以及

使电性耦接于该信号处理单元与该三相交流电网的一功率变换单元在当该三相电压信号发生不平衡时,根据该调制信号从该三相交流电网吸收负序无功电流,用以降低该功率变换单元的一输出端的一负序电压。

26. 根据权利要求 25 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,该正序无功电流给定信号包含一第一轴向正序有功电流给定信号和一第二轴向正序无功电流给定信号;该负序无功电流给定信号包含一第一轴向负序无功电流给定信号和一第二轴向负序无功电流给定信号。

27. 根据权利要求 25 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含转换该调制信号为一三相调制信号,以根据该三相调制信号控制该功率变换单元。

28. 根据权利要求 26 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含将该反馈电流信号进行正负序分离,输出一正序反馈电流信号和一负序反馈电流信号。

29. 根据权利要求 28 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该信号处理单元还包含的一正序信号处理模块接收该正序反馈电流信号和该正序电流给定信号,输出一正序调制信号;以及使该信号处理单元还包含的一负序信号处理模块接收该负序反馈电流信号和该负序无功电流给定信号,输出一负序调制信号。

30. 根据权利要求 29 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使一误差

计算模块接收该正序调制信号和该负序调制信号,计算输出该调制信号。

31. 根据权利要求 29 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,该正序反馈电流信号包含一第一轴向正序反馈电流信号和一第二轴向正序反馈电流信号;该负序反馈电流信号包含一第一轴向负序反馈电流信号和一第二轴向负序反馈电流信号。

32. 根据权利要求 31 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该正序信号处理单元还包含的一第一正序误差计算模块接收该第一轴向正序有功电流给定信号和该第一轴向正序反馈电流信号,输出一第一轴向正序误差信号;使该正序信号处理单元还包含的一第二正序误差计算模块接收该第二轴向正序无功电流给定信号和该第二轴向正序反馈电流信号,输出一第二轴向正序误差信号;使该正序信号处理单元还包含的一第一正序比例调节模块接收该第一轴向正序误差信号,计算并输出一第一轴向正序比例调制信号;使该正序信号处理单元还包含的一第二正序比例调节模块接收该第二轴向正序误差信号,计算输出一第二轴向正序比例调制信号;以及使该正序信号处理单元还包含的一正序座标变换模块接收该第一轴向正序比例调制信号和该第二轴向正序比例调制信号,输出该正序调制信号。

33. 根据权利要求 31 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该负序信号处理单元还包含的一第一负序误差计算模块接收该第一轴向负序无功电流给定信号和该第一轴向负序反馈电流信号,输出一第一轴向负序误差信号;使该负序信号处理单元还包含的一第二负序误差计算模块接收该第二轴向负序无功电流给定信号和该第二轴向负序反馈电流信号,输出一第二轴向负序误差信号;使该负序信号处理单元还包含的一第一负序比例调节模块接收该第一轴向负序误差信号,计算输出一第一轴向负序比例调制信号;使该负序信号处理单元还包含的一第二负序比例调节模块接收该第二轴向负序误差信号,计算输出一第二轴向负序比例调制信号;以及使该负序信号处理单元还包含的一负序座标变换模块接收该第一轴向负序比例调制信号和该第二轴向负序比例调制信号,输出该负序调制信号。

34. 根据权利要求 26 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该信号处理模块还包含一第一误差计算模块接收该反馈电流信号、该正序电流给定信号和该负序无功电流给定信号,计算并输出一第一轴向误差信号和一第二轴向误差信号。

35. 根据权利要求 34 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,该反馈电流信号包含一第一轴向反馈电流信号和一第二轴向反馈电流信号。

36. 根据权利要求 35 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该第一误差计算模块还包含的一第一轴向误差计算模块接收该第一轴向正序有功电流给定信号、该第一轴向负序无功电流给定信号和该第一轴向反馈电流信号,计算并输出该第一轴向误差信号;以及使该第一误差计算模块还包含的一第二轴向误差计算模块接收该第二轴向正序无功电流给定信号、该第二轴向负序无功电流给定信号和该第二轴向反馈电流信号,计算并输出该第二轴向误差信号。

37. 根据权利要求 36 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该信号处理单元还包含的一正序信号处理模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,输出一正序调制信号;以及使该信号处理单元还包含的一负序信号处理模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,输出一负序调制信号。

38. 根据权利要求 37 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该信号处理单元还包含的一第二误差计算模块接收该正序调制信号和该负序调制信号,计算输出该调制信号。

39. 根据权利要求 37 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该正序信号处理模块还包含的一第一正序比例调节模块接收该第一轴向误差信号,计算并输出一第一轴向正序比例调制信号;使该正序信号处理模块还包含的一第二正序比例调节模块接收该第二轴向误差信号,计算并输出一第二轴向正序比例调制信号;以及使该正序信号处理模块还包含的一正序坐标变换模块接收该第一轴向正序比例调制信号和该第二轴向正序比例调制信号,输出该正序调制信号。

40. 根据权利要求 37 所述的功率变换单元的控制方法,其特征在于,还包含使该负序信号处理模块还包含的一负序坐标模块接收该第一轴向误差信号和该第二轴向误差信号,并转换为第一负序误差信号和第二负序误差信号;使该负序信号处理模块还包含的一第一负序比例调节模块接收该第一轴向负序误差信号,计算并输出一第一负序比例调制信号;使该负序信号处理模块还包含的一第二负序比例调节模块接收该第二负序误差信号,计算并输出一第二轴向负序比例调制信号;以及使该负序信号处理模块还包含的一负序坐标变换模块接收该第一轴向负序比例调制信号和该第二轴向负序比例调制信号,输出该负序调制信号。

功率变换单元的控制装置和方法

技术领域

[0001] 本发明是有关于一种三相电网设备的控制技术,且特别是有关于一种功率变换单元的控制装置及方法。

背景技术

[0002] 当前,随着科技的发展和人们物质生活的极大丰富,伴随而来的能源和环境问题也日趋严重。因而,可再生能源的开发利用已成为解决上述问题的热门研发方向,例如,风力发电以其清洁和环保等特性而当之无愧地作为多类可再生能源其中之一。

[0003] 常见的电网设备包括风电以及光伏发电的电网变流器、无功补偿装置、驱动电机的变频器等。当三相交流电网的三相电压信号短时间对称跌落时,前述并网设备应保持不脱网,并能够快速发出无功电流以支撑三相电网电压,以减小电网电压故障造成的影响。然而当三相交流电网的三相电压信号在比较高的情况下发生不对称故障时,就会出现某些相的电压比正常值低而某一相的电压比正常值高的情况,如果前述设备在此时单纯发出无功电流来支撑三相电网电压的话,就会导致比较高的那一相电压更高,进而导致前述电网设备因故障而关机。例如对于电网变流器而言,该电网变流器上的直流母线电压的大小决定了其能逆变出的最大交流电压的峰值,过高的那一相电网电压信号会导致对电网电流的控制能力变差,调制波饱和,甚至发生不可控的情况。

发明内容

[0004] 因此,本发明的一方面是在提供一种功率变换单元的控制装置,应用于三相交流电网中,包含:侦测单元、电流检测单元、信号处理单元以及功率变换单元。侦测单元用以侦测三相交流电网的三相电压信号,计算并产生负序无功电流给定信号。电流检测单元用以检测功率变换单元的电流,输出反馈电流信号。信号处理单元用以接收负序无功电流给定信号、正序电流给定信号以及反馈电流信号,输出调制信号。功率变换单元电性耦接于信号处理单元与三相交流电网,其中,当三相电压信号发生不平衡时,功率变换单元根据调制信号从三相交流电网吸收负序无功电流,用以降低功率变换单元的输出端的负序电压。

[0005] 本发明的另一方面是在提供一种功率变换单元的控制方法,应用于三相交流电网中,包含:使侦测单元侦测三相交流电网的三相电压信号,计算并产生负序无功电流给定信号;使电流检测单元检测功率变换单元的电流,输出反馈电流信号;使信号处理单元接收负序无功电流给定信号、正序电流给定信号以及反馈电流信号,输出调制信号;以及使电性耦接于信号处理单元与三相交流电网的功率变换单元在当三相电压信号发生不平衡时,根据调制信号从三相交流电网吸收负序无功电流,用以降低功率变换单元的输出端的负序电压。

[0006] 应用本发明的优点在于通过本发明的功率变换单元的控制装置的设计,可侦测出三相交流电网的三相电压信号的不平衡,即三相交流电网发生故障,例如,三相电压的对称跌落,由功率变换单元根据调制信号从三相交流电网吸收负序无功电流,降低功率变换单

元的输出端的负序电压,用以降低功率变换单元输出端的不平衡度,以免单相过压发生,达到动态调整三相电压信号不平衡的目的,保证低压穿越(Low Voltage Ride Through; LVRT)和高压穿越(High Voltage Ride Through; HVRT)能顺利通过。

附图说明

[0007] 图 1 为本发明一实施例中,一种功率变换单元的控制装置、功率变换单元以及三相交流电网的示意图;

[0008] 图 2A 为本发明一实施例中,图 1 的三相交流电网、滤波电感以及功率变换单元的正序等效电路图;

[0009] 图 2B 为本发明一实施例中,图 1 的三相交流电网、滤波电感以及功率变换单元的负序等效电路图;

[0010] 图 3 为本发明一实施例中,功率变换单元的控制装置以及三相交流电网更详细的示意图;

[0011] 图 4 为本发明一实施例中,功率变换单元的控制装置以及三相交流电网更详细的示意图;以及

[0012] 图 5 为本发明一实施例中,一种功率变换单元的控制方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 请参照图 1。图 1 为本发明一实施例中,一种功率变换单元的控制装置 10、功率变换单元 106 以及三相交流电网 12 的示意图。其中,控制装置 10 包含:侦测单元 100、电流检测单元 102、信号处理单元 104。

[0014] 侦测单元 100 接收三相交流电网 12 的三相电压信号,即 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} 。由于电力系统短路故障,引起三相电网电压发生跌落的情形。举例来说,当三相电压信号 V_g 不对称跌落时,将造成三相电网电压的 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} 的不等,亦即,三相电网的三相电压信号发生不平衡。因此,侦测单元 100 可侦测 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} 的大小,用以衡量三相电网电压是否不平衡以及不平衡的程度,且根据不平衡的程度计算并产生负序无功电流给定信号 I^{N*} 。

[0015] 在一实施例中,功率变换单元 106 从三相交流电网吸收负序无功电流及提供有功和/或无功功率的能力可通过相关的参数定义,侦测单元 100 于计算负序无功电流给定信号 I^{N*} 时除根据 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} 的不平衡度外,更可考虑功率变换单元 106 吸收负序无功电流及提供有功和/或无功功率的能力以进行计算。需要说明的是,三相交流电网的三相电压信号的不平衡度指的是由于电网系统故障引起三相电网电压中 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} 的电压偏离正常值,三相电压中某相的电压比正常值低,而某相的电压高于正常值。

[0016] 负序无功电流给定信号 I^{N*} 的意义在于通过三相电压信号 V_g 的不平衡度,计算出功率变换单元 106 应自三相交流电网 12 吸收多少负序无功电流,以及应产生多少的正序有功和/或无功电流至三相交流电网 12,才能使三相电压信号 V_g ,即 A 相电压 V_{gA} 、B 相电压 V_{gB} 及 C 相电压 V_{gC} ,达到均衡。

[0017] 电流检测单元 102 检测功率变换单元 106 的电流,以输出反馈电流信号 I_f 。其中,

反馈电流信号 I_f 即代表目前功率变换单元 106 与三相交流电网 12 间流经的电流。信号处理单元 104 进一步接收反馈电流信号 I_f 以及负序无功电流给定信号 I^{N*} 和正序电流给定信号 I^{P*} , 并经由计算后, 输出调制信号 S。需要说明的是, 正序电流给定信号 I^{P*} 可以由功率变换单元 106 中的直流母线电压计算而得出, 也可以根据需求预先设定。

[0018] 在一实施例中, 功率变换单元 106 可包含多个绝缘栅双极晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor; IGBT) 或集成门极换向晶闸管 (Integrated Gate-Commutated Thyristor; IGCT), 对应三相电网设置。功率变换单元 106 将可依据调制信号 S 的控制, 使这些绝缘栅双极晶体管或集成门极换向晶闸管的开启或关闭, 以进行负序无功电流的吸收或正序有功和 / 或无功电流的提供。

[0019] 在一实施例中, 控制装置 10 以及三相交流电网 12 间是以滤波电感 14 电性连接。正序无功电流的提供可经由以滤波电感 14 提升三相电网电压信号的正序分量, 而负序无功电流的吸收则可经由以滤波电感 14, 降低功率变换单元 106 在其输出端的负序电压, 亦即三相电网电压信号 V_g 的负序分量, 达到对三相电压信号不平衡调整的功效。

[0020] 请参照图 2A 及图 2B。图 2A 为本发明一实施例中, 图 1 的三相交流电网 12 以及功率变换单元 106 的正序等效电路图。图 2B 为本发明一实施例中, 图 1 的三相交流电网 12 以及功率变换单元 106 的负序等效电路图。在本实施例中, 功率变换单元 106 与三相交流电网 12 间的滤波器 14 还包含线路阻抗 L_g 以及滤波电感 L_f , 也可以包含至少一个滤波电感。

[0021] 三相交流电网 12 的各电气参数可为正序等效电路及负序等效电路的叠加。如图 2A 所示, 于正序等效电路中, 三相交流电网的三相电压信号的正序分量包含 $V_{g_a}^P$ 、 $V_{g_b}^P$ 以及 $V_{g_c}^P$ 。而如图 2B 所示, 在负序等效电路中, 三相交流电网的三相电压信号的负序分量包含 $V_{g_a}^N$ 、 $V_{g_b}^N$ 以及 $V_{g_c}^N$ 。因此, 总电压信号相当于正序分量及负序分量的叠加。

[0022] 当三相电压信号产生不平衡的情形时, 功率变换单元 106 可由图 1 的侦测单元 100、电流检测单元 102、正序电流给定信号 I^{P*} 和信号处理单元 104 的作动所产生的调制信号 S, 根据正序分量跌落的深度产生正序无功电流 $i_{re_a}^P$ 、 $i_{re_b}^P$ 以及 $i_{re_c}^P$, 以在线路阻抗 L_g 上产生压降, 提高三相电网电压的正序分量。另一方面, 功率变换单元 106 可依据前述模块的动作, 根据三相电网电压的负序分量的大小, 由调制信号 S 控制功率变换单元从三相交流电网吸收负序的无功电流 $i_{re_a}^N$ 、 $i_{re_b}^N$ 以及 $i_{re_c}^N$, 以使负序电压降落到线路阻抗 L_g 以及滤波电感 L_f 上, 降低功率变换输出端口的负序电压。功率变换单元 106 输出端口的电压信号由功率变换单元 106 输出端口的正序电压和负序电压的叠加而成, 负序电压的减小, 将使得功率变换单元 106 输出端口的总电压下降, 有利于功率变换单元 106 的正常工作。

[0023] 请参照图 3。图 3 为本发明一实施例中, 控制装置 10、功率变换单元 106 以及三相交流电网 12 更详细的示意图。于本实施例中, 控制装置 10 除上述的侦测单元 100、电流检测单元 102、信号处理单元 104 以及外, 还包含空间向量调制 (Space Vector Modulation; SVM) 模块 30。

[0024] 电流检测单元 102 接收如图 1 所示的功率变换单元 106 的电流 i_a 、 i_b 以及 i_c ，产生反馈电流信号，通过采用正负序分离模块将反馈电流信号进行正负序分离，输出正序反馈电流信号和负序反馈电流信号。在一实施例中，正序反馈电流信号在正向 dq（二相旋转座标系）座标上，包含位于 d 轴的分量 I_d^P （亦即，第一轴向正序反馈电流信号）以及 q 轴的分量 I_q^P （亦即，第二轴向正序反馈电流信号）。负序反馈电流信号在反向 dq 座标上，包含位于 d 轴的分量 I_d^N （亦即，第一轴向负序反馈电流信号）以及 q 轴的分量 I_q^N （亦即，第二轴向负序反馈电流信号）。需要说明的是，第一轴向与第二轴向可以分别指 dq 座标系上的 d 轴和 q 轴。

[0025] 类似地，侦测单元 100 依据三相电压信号 V_g 所产生的负序无功电流给定信号 I^{N*} 在反向 dq 座标上，包含位于 d 轴的分量 I_d^{N*} （亦即，第一轴向负序无功电流给定信号）和 q 轴的分量 I_q^{N*} （亦即，第二轴向负序无功电流给定信号）。正序电流给定信号在正序 dq 座标上，包含位于 d 轴的分量 I_d^{P*} （亦即，第一轴向正序有功电流给定信号）以及 q 轴的分量 I_q^{P*} （亦即，第二轴向正序无功电流给定信号）。在一实施例中，负序无功电流给定信号在反向 dq 座标上的分量分别为：

$$[0026] \quad I_d^{N*} = (V_q^N / V^N) * I_R^N$$

$$[0027] \quad I_q^{N*} = -(V_d^N / V^N) * I_R^N$$

[0028] 其中， V^N 为负序电网电压信号（亦即，三相交流电网电压的负序分量）， V_d^N 为负序电网电压信号在 d 轴上的分量， V_q^N 为负序电网电压信号在 q 轴上的分量，而 I_R^N 则为功率变换单元 106 从三相交流电网 12 吸收的负序无功电流的峰值。

[0029] 在本实施例中，信号处理单元 104 还包含正序信号处理模块和负序信号处理模块，其中，正序信号处理模块包含第一正序误差计算模块 300、第二正序误差计算模块 302，第一正序比例调节模块 310、第二正序比例调节模块 312 以及正序座标变换模块 320，用以进行正序的信号处理，即，接收正序反馈电流信号和正序电流给定信号 I^{P*} ，输出正序调制信号；负序信号处理模块包含第一负序误差计算模块 304、第二负序误差计算模块 306、第一负序比例调节模块 314、第二负序比例调节模块 316 以及负序座标变换模块 322，用以进行负序的信号处理，即，接收负序反馈电流信号和负序无功电流给定信号 I^{N*} ，输出负序调制信号。

[0030] 第一正序误差计算模块 300 根据正序反馈电流信号中的 d 轴的分量 I_d^P （亦即，第一轴向正序反馈电流信号）及正序电流给定信号中的 d 轴的分量 I_d^{P*} （亦即，第一轴向正序有功电流给定信号），输出 d 轴的正序误差信号 I_{Ed}^P （亦即，第一轴向正序误差信号）。第二正

序误差计算模块 302 根据正序反馈电流信号中的 q 轴的分量 I_q^P (亦即,第二轴向正序反馈电流信号)及正序电流给定信号中的 q 轴的分量 I_q^{P*} (亦即,第二轴向正序无功电流给定信号),输出 q 轴的正序误差信号 I_{Eq}^P (亦即,第二轴向正序误差信号)。

[0031] 类似地,第一负序误差计算模块 304 根据负序反馈电流信号中的分量 I_d^N (亦即,第一轴向负序反馈电流信号)及负序无功电流给定信号中的 d 轴的分量 I_d^{N*} (亦即,第一轴向负序无功电流给定信号),输出 d 轴的负序误差信号 I_{Ed}^N (亦即,第一轴向负序误差信号)。

第二负序误差计算模块 302 根据负序反馈电流信号中的 q 轴的分量 I_q^N (亦即,第二轴向负序反馈电流信号)及负序无功电流给定信号中的 q 轴的分量 I_q^{N*} (亦即,第二轴向负序无功电流给定信号),输出 q 轴的负序误差信号 I_{Eq}^N (亦即,第二轴向负序误差信号)。

[0032] 第一正序比例调节模块 310 接收 d 轴的正序误差信号 I_{Ed}^P , 计算并输出对应 d 轴的正序比例调制信号 S_d^P (亦即,第一轴向正序比例调制信号)。第二正序比例调节模块 312 接收 q 轴的正序误差信号 I_{Eq}^P , 计算输出对应 q 轴的正序比例调制信号 S_q^P (亦即,第二轴向正序比例调制信号)。

[0033] 第一负序比例调节模块 314 接收 d 轴的负序误差信号 I_{Ed}^N , 计算并输出对应 d 轴的负序比例调制信号 S_d^N (亦即,第一轴向负序比例调制信号)。第二负序比例调节模块 316 接收 q 轴的负序误差信号 I_{Eq}^N , 计算输出对应 q 轴的负序比例调制信号 S_q^N (亦即,第二轴向负序比例调制信号)。

[0034] 正序座标变换模块 320 进一步接收第一轴向正序比例调制信号 S_d^P 和第二轴向正序比例调制信号 S_q^P , 以进行座标转换输出正序调制信号。负序座标变换模块 322 则进一步接收第一轴向负序比例调制信号 S_d^N 和第二轴向负序比例调制信号 S_q^N , 以进行座标转换输出负序调制信号。在一实施例中,正序座标变换模块 320 及负序座标变换模块 322 分别将第一轴向正序比例调制信号、第二轴向正序比例调制信号、第一轴向负序比例调制信号以及第二轴向负序比例调制信号由直流量的 dq 旋转座标转换至交流量的 $\alpha\beta$ (二相静止座标系)座标。

[0035] 信号处理单元 104 还包含一误差计算模块 330,接收正序座标变换模块 320 输出的正序调制信号和负序座标变换模块 322 输出的负序调制信号,输出调制信号 S_1 和 S_2 。

[0036] 空间向量调制模块 30 电性耦接于信号处理单元 104 与功率变换单元 106 之间。空

间向量调制模块 30 根据误差计算模块输出的调制信号 S_1 和 S_2 进行空间转换,以成为三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c ,三相调制信号可以为调节脉冲宽度的调制信号(PWM),也可以为调节频率的调制信号(PFM)。在一实施例中,上述的调制信号 S_1 及 S_2 可通过数字计算单元计算而得。三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c 用以驱动功率变换单元 106,以在三相电压信号 V_g 发生不平衡时,根据三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c 从三相交流电网 12 吸收负序无功电流,用以降低功率变换单元 106 的输出端的负序电压。

[0037] 请参照图 4。图 4 为本发明另一实施例中,控制装置 10、功率变换单元 106 以及三相交流电网 12 更详细的示意图。在本实施例中,控制装置 10 除上述的侦测单元 100、电流检测单元 102 以及信号处理单元 104 外,还包含空间向量调制模块 40。

[0038] 于本实施例中,侦测单元 100 依据电压信号 V_g 所产生的负序无功电流给定信号在反向 dq 座标上,包含位于 d 轴的分量 I_d^{N*} (亦即,第一轴向负序无功电流给定信号)和 q 轴的分量 I_q^{N*} (亦即,第二轴向负序无功电流给定信号)。在本是实施例中,正序电流给定信号在正向 dq 座标上,包含位于 d 轴的分量 I_d^{P*} (亦即,第一轴向正序有功电流给定信号)以及 q 轴的分量 I_q^{P*} (亦即,第二轴向正序无功电流给定信号)。在一实施例中,上述的负序无功电流给定信号中的 d 轴的分量 I_d^{N*} 以及 q 轴的分量 I_q^{N*} 可经由下式转换至 dq 座标中得到:

$$[0039] \quad I_d^{N*} = \left(V_q^N / V^N \right) * I_R^N * \cos 2\omega t - \left(V_d^N / V^N \right) * I_R^N * \sin 2\omega t$$

$$[0040] \quad I_q^{N*} = \left(V_d^N / V^N \right) * I_R^N * \cos 2\omega t - \left(V_q^N / V^N \right) * I_R^N * \sin 2\omega t$$

[0041] 其中, V^N 为负序电网电压信号, V_d^N 为负序电网电压信号在 d 轴上的分量, V_q^N 为负序电网电压信号在 q 轴上的分量,而 I_R^N 则为功率变换单元 106 从三相交流电网吸收的负序无功电流的峰值。

[0042] 电流检测单元 102 通过检测三相交流电网的电流 i_a 、 i_b 以及 i_c 产生反馈电流信号,该反馈电流信号包含 d 轴向的 I_d (亦即,第一轴向反馈电流信号)及 q 轴向的 I_q (亦即,第二轴向反馈电流信号)。

[0043] 在本实施例中,信号处理单元 104 还包含第一误差计算模块 400,接收反馈电流信号、正序电流给定信号和负序无功电流给定信号,计算并输出第一轴向误差信号和第二轴向误差信号。该第一误差计算模块 400 包含第一轴向误差计算模块 401 以及第二轴向误差计算模块 402。并且,信号处理单元 104 还包含正序信号处理模块和负序信号处理模块;其中,正序信号处理模块包含第一正序比例调节模块 410、第二正序比例调节模块 412 以及正序座标变换模块 420,用以进行正序的信号处理,即,接收第一轴向误差信号和第二轴向误差信号,输出正序调制信号;负序信号处理模块包含第一负序比例调节模块 414、第二负序比例调节模块 416、负序座标模块 418、负序座标变换模块 422,用以进行负序的信号处理,即,接收第一轴向误差信号和第二轴向误差信号,输出负序调制信号。

[0044] 第一轴向误差计算模块 401 根据反馈电流信号位于 d 轴上的分量 I_d 及正序电流

给定信号位于 d 轴上的分量 I_d^{P*} (亦即, 第一轴向正序有功电流给定信号) 和负序无功电流给定信号位于 d 轴上的分量 I_d^{N*} (亦即, 第一轴向负序无功电流给定信号), 计算输出第一轴向误差信号 I_{Ed} 。第二轴向误差计算模块 402 则根据反馈电流信号位于 q 轴上的分量 I_q 、正序无功电流给定信号位于 q 轴上的分量 I_q^{P*} (亦即, 第二轴向正序无功电流给定信号) 及负序无功电流给定信号位于 q 轴上的分量 I_q^{N*} (亦即, 第二轴向负序无功电流给定信号), 计算第二轴向误差信号 I_{Eq} 。

[0045] 第一正序比例调节模块 410 接收第一轴向误差信号 I_{Ed} , 计算并输出第一轴向正序比例调制信号 S_d^P , 第二正序比例调节模块 412 接收第二轴向误差信号 I_{Eq} , 计算并输出第二轴向正序比例调制信号 S_q^P 。而另一方面, 在负序信号的处理上, 是先由负序座标模块 418 接收第一轴向误差信号 I_{Ed} 和第二轴向误差信号 I_{Eq} 并转换为负序的误差信号, 即第一负序误差信号和第二负序误差信号, 由第一负序比例调节模块 414 接收第一负序误差信号, 计算并输出第一轴向负序比例调制信号 S_d^N , 第二负序比例调节模块 416 则接收第二负序误差信号, 计算并输出第二轴向负序比例调制信号 S_q^N 。

[0046] 正序座标变换模块 420 进一步将第一轴向正序比例调制信号 S_d^P 及第二轴向正序比例调制信号 S_q^P 由直流量的 dq 座标转换至交流量的 $\alpha\beta$ 座标, 用以输出正序调制信号。而负序座标变换模块 422 则将第一轴向负序比例调制信号 S_d^N 以及第二轴向负序比例调制信号 S_q^N 由直流量的 dq 座标转换至交流量的 $\alpha\beta$ 座标, 用以输出负序调制信号。

[0047] 在本实施例中, 信号处理单元 104 还包含第二误差计算模块 430, 以接收座标转换后的正序调制信号和负序调制信号, 计算并输出调制信号 S_1 和 S_2 。空间向量调制模块 40 进而根据调制信号 S_1 和 S_2 进行空间转换, 以成为三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c 。功率变换单元 106 接着根据三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c 作动, 以在三相电压信号 V_g 发生不平衡时, 根据三相调制信号 S_a 、 S_b 及 S_c 从三相交流电网 12 吸收负序无功电流, 用以降低功率变换单元 106 的输出端的负序电压。

[0048] 通过本发明的电网电压调整装置的设计, 可在侦测出三相电压信号的不平衡后, 由功率变换单元 106 从三相交流电网 12 吸收负序无功电流, 用以降低功率变换单元 106 的输出端的负序电压, 达到动态调整三相电压信号不平衡的目的。

[0049] 需注意的是, 上述实施例中, 其计算是以 dq 旋转座标及 $\alpha\beta$ 座标为范例。在其他实施例中, 其电流量是可以其他方式进行计算, 并不局限于上述范例中的座标计算方式。

[0050] 请参照图 5。图 5 为本发明一实施例中, 一种电网电压调整方法 500 的流程图。电网电压调整方法 500 可应用于如图 1 或图 4 所绘示的电网电压调整装置 10。以下将以图 1

的电网电压调整装置 10 为例进行说明。电网电压调整方法 500 包含下列步骤。

[0051] 于步骤 501, 侦测单元 100 侦测三相交流电网 12 的三相电压信号 V_g , 计算并产生负序无功电流给定信号。

[0052] 于步骤 502, 电流检测单元 102 检测功率变换单元 12 的电流, 输出反馈电流信号。

[0053] 于步骤 503, 信号处理单元 104 接收负序无功电流给定信号、正序电流给定信号以及反馈电流信号, 输出调制信号。

[0054] 于步骤 504, 判断三相电压信号 V_g 是否发生不平衡。当并未发生不平衡时, 流程将回至步骤 501 进行侦测。

[0055] 于步骤 505, 功率变换单元 106 在三相电压信号 V_g 发生不平衡时, 根据调制信号从三相交流电网 12 吸收负序无功电流, 用以降低功率变换单元 106 的输出端的负序电压。

[0056] 通过本发明的电网电压调整方法的设计, 可在侦测出三相电压信号的不平衡后, 由功率变换单元 106 从三相交流电网 12 吸收负序无功电流, 降低功率变换单元 106 的输出端的负序电压, 达到动态调整三相电压信号不平衡的目的。

[0057] 虽然本发明已以实施方式揭露如上, 然其并非用以限定本发明, 任何熟悉此技艺者, 在不脱离本发明的精神和范围内, 当可作各种的更动与润饰, 因此本发明的保护范围当视所附的权利要求书所界定的范围为准。

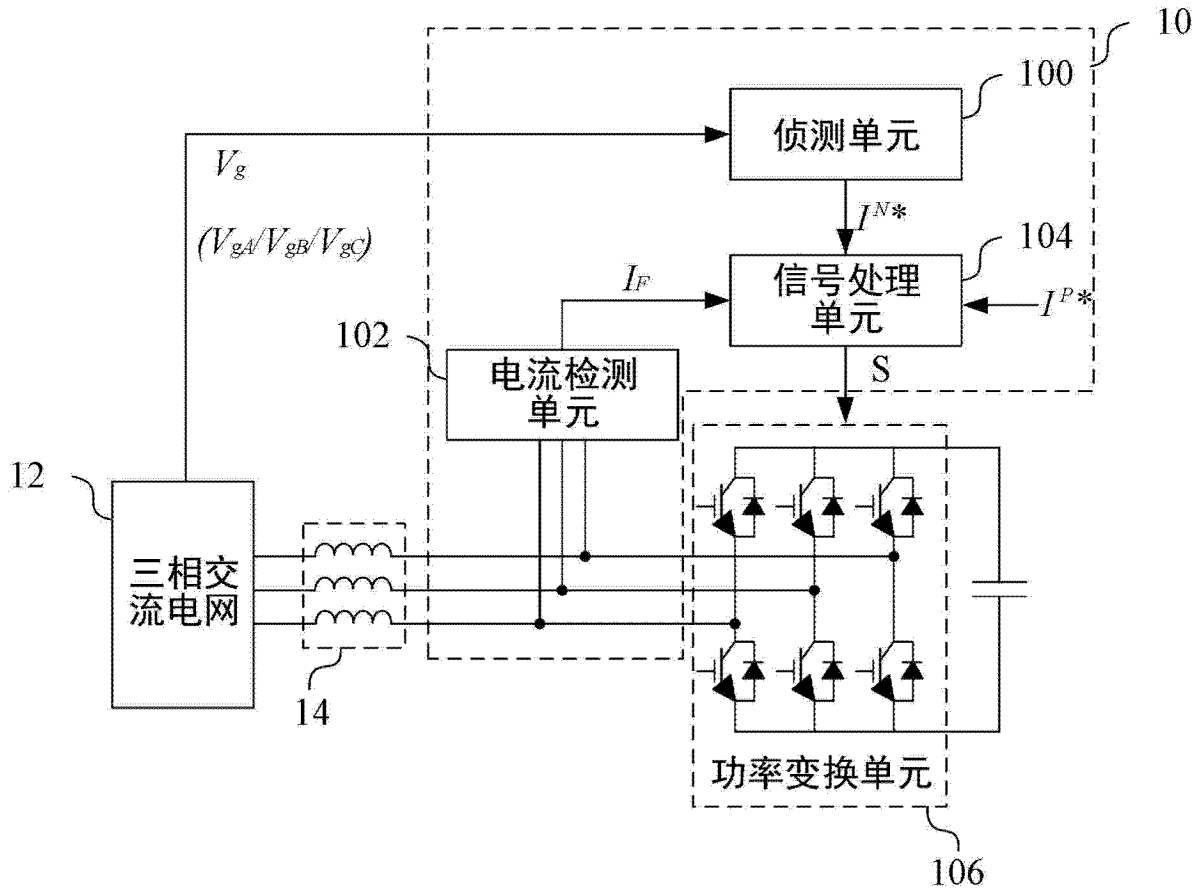


图 1

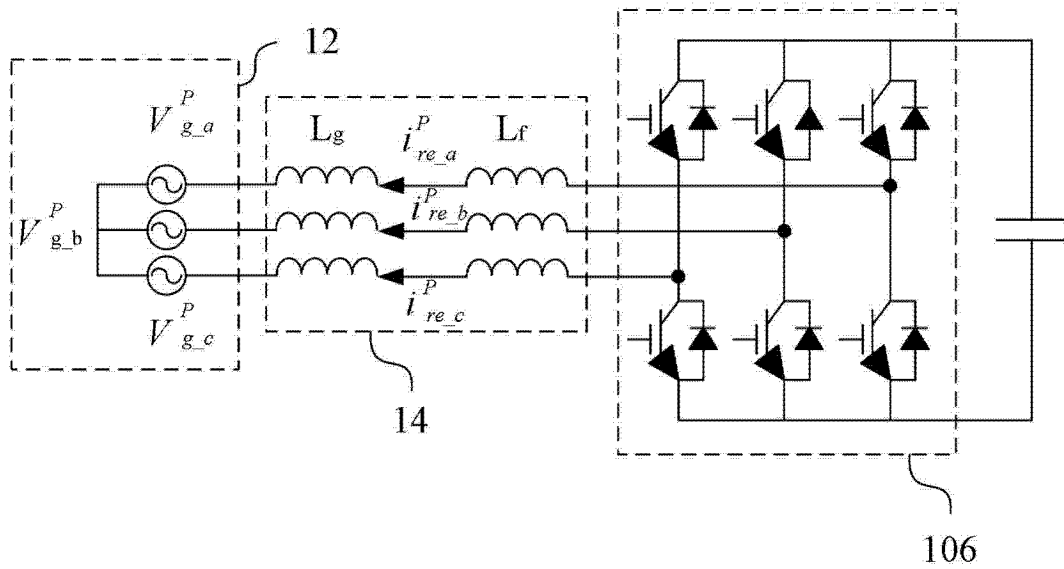


图 2A

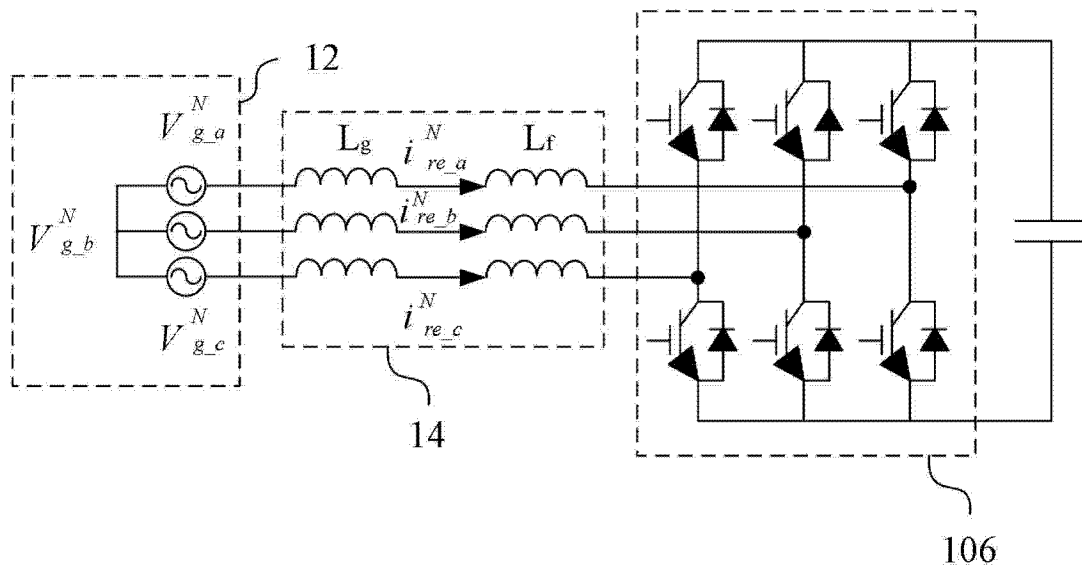


图 2B

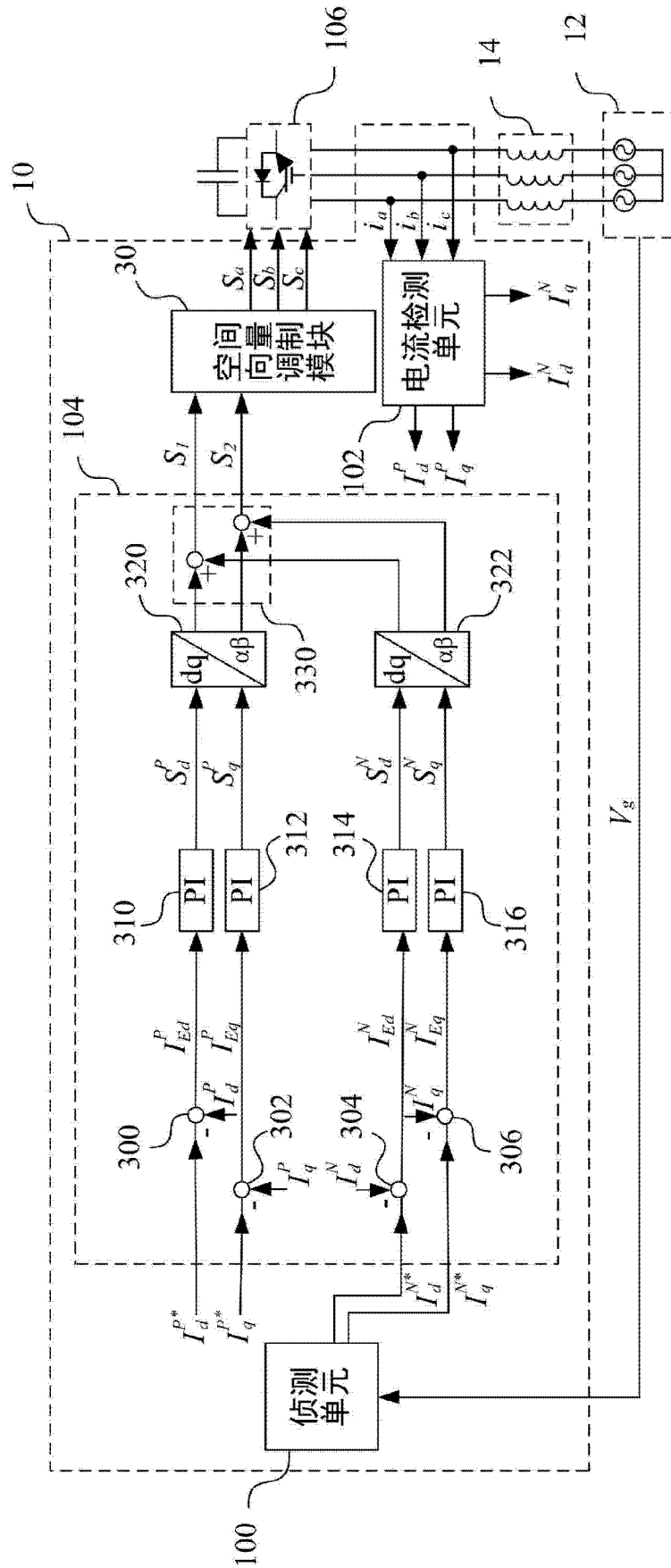


图 3

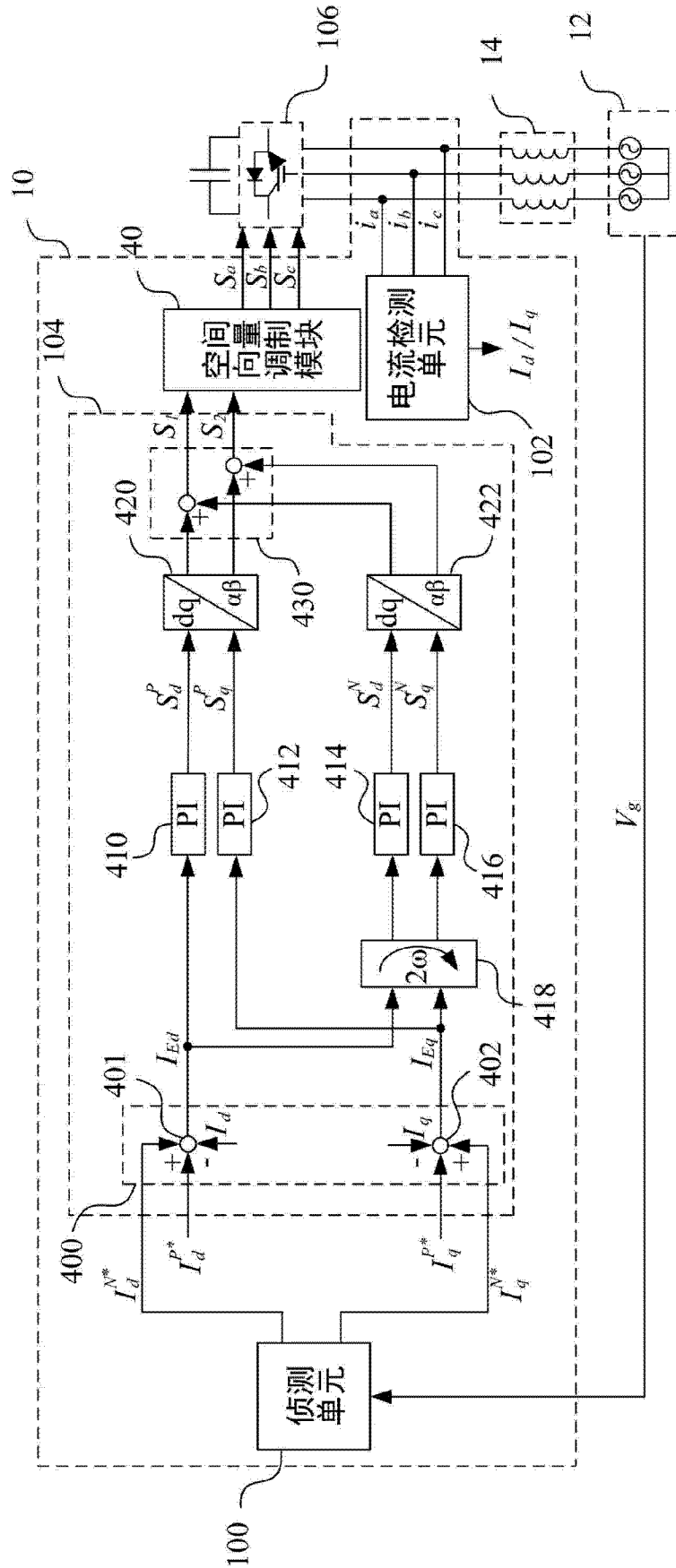


图 4

500

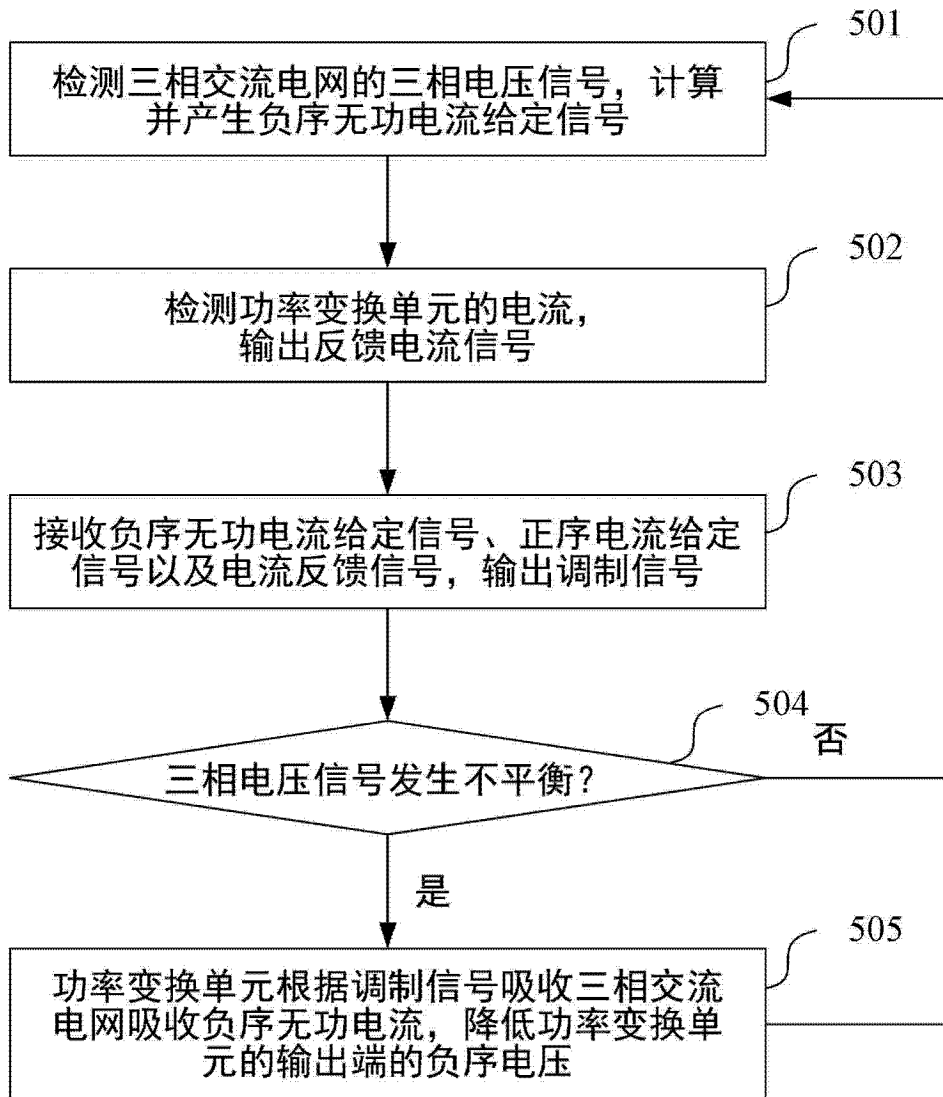


图 5