



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103647458 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310722172. 5

(22) 申请日 2013. 12. 24

(71) 申请人 苏州汇川技术有限公司  
地址 215000 江苏省苏州市吴中区吴中经济  
开发区旺山工业园友翔路北侧

(72) 发明人 朱恺之

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理  
有限公司 44217

代理人 陆军

(51) Int. Cl.  
H02M 5/257(2006. 01)  
H02M 1/36(2007. 01)

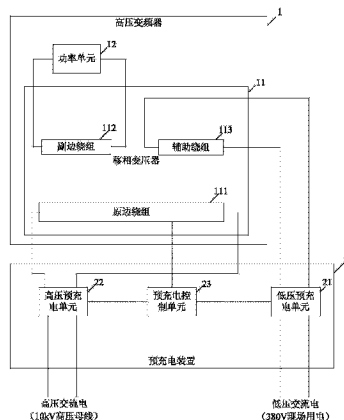
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

变频系统及给其内的高压变频器进行预充电的方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种变频系统及给其内的高压变频器进行预充电的方法和装置。预充电装置包括低压预充电单元、高压预充电单元、以及预充电控制单元；低压预充电单元连接在一低压交流与辅助绕组之间；高压预充电单元连接在一高压交流与原边绕组之间；预充电控制单元用于在预充电过程中，启动低压预充电单元利用低压交流电对辅助绕组进行预充电；预充电控制单元还用于当低压预充电单元进行预充电时，监测原边绕组通过电磁感应生成的原边电压，当原边电压达到预设的电压阈值时，启动高压预充电单元利用高压交流电对原边绕组进行预充电，并关闭低压预充电单元，直至原边绕组的电流稳定后完成预充电。本发明可避免高压上电瞬间对变频系统的冲击。



1. 一种变频系统,包括高压变频器,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;其特征在于,所述变频系统还包括预充电装置,所述预充电装置包括低压预充电单元、高压预充电单元、以及预充电控制单元;

所述低压预充电单元连接在一低压交流电与所述辅助绕组之间,用于在高压上电之前对所述功率单元进行充电,使所述移相变压器的原边绕组感应出电压,减小高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

所述高压预充电单元连接在一高压交流电与所述原边绕组之间,用于限制所述高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

所述预充电控制单元用于在预充电过程中,启动所述低压预充电单元利用所述低压交流电对所述辅助绕组进行预充电;

所述预充电控制单元还用于当所述低压预充电单元进行预充电时,监测所述原边绕组通过电磁感应生成的原边电压,当所述原边电压达到预设的电压阈值时,启动所述高压预充电单元利用所述高压交流电对所述原边绕组进行预充电,并关闭所述低压预充电单元,直至所述原边绕组的电流稳定后完成预充电。

2. 如权利要求 1 所述的变频系统,其特征在于,所述低压预充电单元包括低压限流模块和低压开关模块,所述低压限流模块和所述低压开关模块串联后连接在所述低压交流电与所述辅助绕组之间。

3. 如权利要求 2 所述的变频系统,其特征在于,所述低压限流模块包括低压电阻。

4. 如权利要求 2 所述的变频系统,其特征在于,所述低压限流模块包括晶闸管调压器。

5. 如权利要求 1 所述的变频系统,其特征在于,所述高压预充电单元包括高压限流模块和高压开关模块,所述高压限流模块和所述高压开关模块串联后连接在所述高压交流电与所述原边绕组之间。

6. 如权利要求 5 所述的变频系统,其特征在于,所述高压限流模块包括高压电阻。

7. 如权利要求 6 中所述的变频系统,其特征在于,所述高压限流模块还包括与所述高压电阻串联的熔断器。

8. 如权利要求 7 所述的变频系统,其特征在于,所述高压开关模块包括预充回路真空接触器和旁路功能真空接触器,所述预充回路真空接触器与所述熔断器和高压电阻串联后,再与所述旁路功能真空接触器并联。

9. 一种用于给变频系统中的高压变频器进行预充电的预充电装置,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;其特征在于,所述预充电装置包括低压预充电单元、高压预充电单元、以及预充电控制单元;

所述低压预充电单元连接在一低压交流电与所述辅助绕组之间,用于在高压上电之前对所述功率单元进行充电,使所述移相变压器的原边绕组感应出电压,减小高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

所述高压预充电单元连接在一高压交流电与所述高压变频器的移相变压器的原边绕组之间,用于限制所述高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

所述预充电控制单元用于在预充电过程中,启动所述低压预充电单元利用所述低压交流电对所述移相变压器的辅助绕组进行预充电;

所述预充电控制单元还用于当所述低压预充电单元进行预充电时,监测所述移相变压器的原边绕组通过电磁感应生成的原边电压,当所述原边电压达到预设的电压阈值时,启动所述高压预充电单元利用所述高压交流电对所述原边绕组进行预充电,并关闭所述低压预充电单元,直至所述原边绕组的电流稳定后完成预充电。

10. 一种给变频系统中的高压变频器进行预充电的方法,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;其特征在于,所述方法包括:

利用一低压交流电对所述移相变压器辅助绕组进行预充电;

检测所述移相变压器的原边绕组通过电磁感应生成的原边电压;

当所述原边电压达到预设的电压阈值时,利用一高压交流电对所述移相变压器的原边绕组进行预充电,并切断所述低压交流电,直至所述原边绕组的电流稳定。

## 变频系统及给其内的高压变频器进行预充电的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变频器领域,尤其涉及一种变频系统及给其内的高压变频器进行预充电的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 随着电力电子技术的发展,变频器作为电力电子技术发展的产物,在国民经济的各个领域如冶金、石化、自来水、电力等行业得到广泛的应用,并发挥着越来越重要的作用,特别是,高压大功率变频器的应用日渐广泛。高压大功率变频器包括多个串联连接的功率单元(又称功率模块、变流单元、低压逆变单元)。

[0003] 现有高压变频器大多采用功率单元串联的拓扑结构,在电源输入侧配置移相变压器,将高压转化为低压。移相变压器通常具有多个副边绕组,为了抑制对电网的谐波,这些副边绕组常常采用曲折绕法,达到移相的效果,分别给各个串联的功率单元供电。移相变压器的每个副边绕组都带有一个低压三相输入的单相逆变输出单元,数个低压单相逆变单元串联即可形成一相高压,三“串”不同相位的低压单相逆变单元连接即可形成三相高压。在电路原理上,此移相变压器起到了隔离的作用,使各功率单元相互之间在输入侧隔离,这样,由于功率单元的逆变桥在输出侧相互串联,功率单元的整体电位(电势)就会逐级提高。通常,此移相变压器有一个辅助绕组,为变频器的冷却风机供电。

[0004] 高压变频器在高压上电时,若采用直接冲击的方法,即直接闭合为其供电的高压断路器,会对高压电网产生7至10倍于额定电流的冲击电流,影响电网的安全、稳定运行。同时,会对功率单元内的直流电容和整流器件产生很大的冲击电流,影响其使用寿命。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例所要解决的技术问题在于,针对现有技术中高压大功率变频器在高压上电瞬间对电网及内部功率单元冲击较大从而缩短使用寿命的缺陷,提供一种变频系统及给其内的高压变频器进行预充电的方法和装置,可避免高压上电瞬间对变频系统的冲击。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种变频系统,包括高压变频器,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;所述变频系统还包括预充电装置,所述预充电装置包括低压预充电单元、高压预充电单元、以及预充电控制单元;

[0007] 所述低压预充电单元连接在一低压交流电与所述辅助绕组之间,用于在高压上电之前对所述功率单元进行充电,使所述移相变压器的原边绕组感应出电压,减小高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

[0008] 所述高压预充电单元连接在一高压交流电与所述原边绕组之间,用于限制所述高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

[0009] 所述预充电控制单元用于在预充电过程中,启动所述低压预充电单元利用所述低压交流电对所述辅助绕组进行预充电;

[0010] 所述预充电控制单元还用于当所述低压预充电单元进行预充电时,监测所述原边绕组通过电磁感应生成的原边电压,当所述原边电压达到预设的电压阈值时,启动所述高压预充电单元利用所述高压交流电对所述原边绕组进行预充电,并关闭所述低压预充电单元,直至所述原边绕组的电流稳定后完成预充电。

[0011] 其中,所述低压预充电单元包括低压限流模块和低压开关模块,所述低压限流模块和所述低压开关模块串联后连接在所述低压交流电与所述辅助绕组之间。

[0012] 其中,所述低压限流模块包括低压电阻。

[0013] 其中,所述低压限流模块包括晶闸管调压器。

[0014] 其中,所述高压预充电单元包括高压限流模块和高压开关模块,所述高压限流模块和所述高压开关模块串联后连接在所述高压交流电与所述原边绕组之间。

[0015] 其中,所述高压限流模块包括高压电阻。

[0016] 其中,所述高压限流模块还包括与所述高压电阻串联的熔断器。

[0017] 其中,所述高压开关模块包括预充回路真空接触器和旁路功能真空接触器,所述预充回路真空接触器与所述熔断器和高压电阻串联后,再与所述旁路功能真空接触器并联。

[0018] 相应地,本发明还提供了一种用于给变频系统中的高压变频器进行预充电的预充电装置,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;所述预充电装置包括低压预充电单元、高压预充电单元、以及预充电控制单元;

[0019] 所述低压预充电单元连接在一低压交流电与所述辅助绕组之间,用于在高压上电之前对所述功率单元进行充电,使所述移相变压器的原边绕组感应出电压,减小高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

[0020] 所述高压预充电单元连接在一高压交流电与所述高压变频器的移相变压器的原边绕组之间,用于限制所述高压交流电为所述高压变频器预充电时的电流;

[0021] 所述预充电控制单元用于在预充电过程中,启动所述低压预充电单元利用所述低压交流电对所述移相变压器的辅助绕组进行预充电;

[0022] 所述预充电控制单元还用于当所述低压预充电单元进行预充电时,监测所述移相变压器的原边绕组通过电磁感应生成的原边电压,当所述原边电压达到预设的电压阈值时,启动所述高压预充电单元利用所述高压交流电对所述原边绕组进行预充电,并关闭所述低压预充电单元,直至所述原边绕组的电流稳定后完成预充电。

[0023] 另一方面,本发明还提供了一种给变频系统中的高压变频器进行预充电的方法,所述高压变频器包括移相变压器和功率单元,所述移相变压器包括原边绕组以及分别与所述原边绕组电磁耦合的副边绕组和辅助绕组,所述副边绕组与所述功率单元连通以给所述功率单元供电;所述方法包括:

[0024] 利用一低压交流电对所述移相变压器的辅助绕组进行预充电;

[0025] 检测所述移相变压器的原边绕组通过电磁感应生成的原边电压;

[0026] 当所述原边电压达到预设的电压阈值时,利用一高压交流电对所述移相变压器的原边绕组进行预充电,并切断所述低压交流电,直至所述原边绕组的电流稳定。

[0027] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:通过在高压上电前依次对变频系统进行低压预充电和高压预充电,不仅可以避免变频系统受到冲击进而缩短使用寿命,还可以避免单纯进行低压预充电因充不满而只能减小部分冲击的缺陷,同时避免了单纯进行高压预充电因充电时间短而只能减小部分冲击的缺陷;采用本申请的技术方案,完全避免高压上电瞬间对变频系统的冲击,提高了可靠性,延长了变频系统的使用寿命。

#### 附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图 1 是本发明变频系统实施例的结构示意图;

[0030] 图 2 是图 1 中的低压预充电单元的一个实现方式的电路图;

[0031] 图 3 是图 1 中的低压预充电单元的另一实现方式的电路图;

[0032] 图 4 是图 1 中的高压预充电单元的一个实现方式的电路图;

[0033] 图 5 是图 1 中的高压预充电单元的另一实现方式的电路图;

[0034] 图 6 是本发明给图 1 所示的变频系统中的高压变频器进行预充电的方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 请参见图 1,是本发明一优选实施例提供的变频系统的结构示意图。变频系统包括高压变频器 1 和预充电装置 2。

[0037] 其中,高压变频器 1 包括移相变压器 11 和功率单元 12。移相变压器 11 具有原边绕组 111、副边绕组 112 和辅助绕组 113。通常,原边绕组 111 与高压交流电(例如 10kV 高压母线)连通构成回路,副边绕组 112 与功率单元 12 连通构成回路,辅助绕组 113 与高压变频器 1 的冷却风机(图中未示出)连通。当高压变频器 1 上电正常工作后,原边绕组 111 的回路中的电流在原边绕组 111 上产生磁场,根据电磁感应效应,副边绕组 112 和辅助绕组 113 都会相应地感应生成感应电流,分别给高压变频器 1 中的功率单元 12 和冷却风机供电,功率单元 12 可以进一步地给与其连接的负载(例如图 4-5 中示出的电动机 M 等)供电。

[0038] 但是,随着高压变频器行业的发展,整机容量不断攀升,变频系统(例如单套变频调速系统)在上高压瞬间对电网以及功率单元 12 内部电容的冲击越来越大。这会严重影响功率单元 12 的使用寿命,对电网冲击巨大,严重时甚至会引起用户上级综保柜的跳闸,给用户带来严重的损失。在用户可靠性要求非常高的现场,例如:高炉鼓风机现场,因为此类

现场非常重要,故针对此类负载往往采用高压变频器双机或多机并联的变频系统方案,需要同时启动两台大功率的高压变频器,在启动的瞬间对上级厂用电开关柜的冲击电流也是非常大的;而且伴随着整机功率的增加,对应的功率单元 12 电流也在不断提高,功率单元 12 内部的电容容量也会增加,在上电瞬间对功率单元 12 内部电容的冲击也是非常巨大的。

[0039] 为了解决这个问题,在本发明的实施例中,还提供了一种预充电装置 2,用于在上高压电之前,对高压变频器进行预充电,以避免上电瞬间的巨大冲击对变频系统造成破坏。

[0040] 预充电装置 2 包括低压预充电单元 21、高压预充电单元 22 和预充电控制单元 23。

[0041] 低压预充电单元 21 连接在一低压交流电与所述变频系统的移相变压器 11 的辅助绕组 113 之间,其中,低压交流电可以是外接的 380V 的三相交流电,额定功率为 30kVA,频率为 50Hz。低压预充电单元 21 具有限流功能,可以是低压电阻、晶闸管等低压电路中常见的具有限流功能的电子元件。低压预充电单元 21 用于在高压上电之前对功率单元 12 进行充电,使移相变压器 11 的原边绕组 111 感应出电压,减小高压交流电为高压变频器 1 预充电时的电流。

[0042] 高压预充电单元 22 连接在一高压交流电与所述变频系统的移相变压器 11 的原边绕组 111 之间。其中,高压交流电可以是变频系统中原有的 10kV 高压母线。高压预充电单元 22 也具有限流功能,可以是高压电阻等高压电路中常见的具有限流功能的电子元件。

[0043] 预充电控制单元 23 用于在预充电过程中,首先启动所述低压预充电单元 21,使所述低压预充电单元 21 利用所述低压交流电对所述移相变压器 11 的辅助绕组 111 进行预充电。在对辅助绕组 111 施加电压的同时,移相变压器 11 内部建立磁通,移相变压器 111 的副边绕组 112 可以感应得到感应电压,因此副边绕组 112 可以利用该感应电压对所述高压变频器的功率单元 12 进行预充电。

[0044] 另外,预充电控制单元 23 还用于当所述低压预充电单元 21 进行预充电时,监测所述移相变压器 11 的原边绕组 111 的电压,当所述原边绕组 111 的电压达到预设的电压阈值时,启动所述高压预充电单元 22 利用所述高压交流电对所述移相变压器 11 的原边绕组 111 进行预充电,并关闭所述低压预充电单元 21,直至冲击平复后完成预充电。其中,所述电压阈值可以根据现场的实际情况进行预设,例如,可以根据现场低压交流电的电压值来设置该电压阈值,这是因为现场的低压交流电往往不是很稳定、波动比较大,为防止现场低压交流电偏高导致电子元件的损坏,一般会根据现场的低压交流电的具体特性来设置低压预充电单元 21 的限流功能,并相应地设置该电压阈值。例如,可以在原边绕组 111 的电压达到所需值的 85% ~ 90% 时,启动高压预充电单元 22 并关闭低压预充电单元 21。

[0045] 理论上,单独使用低压预充电单元 21 或单独使用高压预充电单元 22 都能对高压变频器进行预充电,但是在实际应用中,这种预充电效果并不好。

[0046] 对于低压预充电单元 21,由于很多现场的低压三相交流电往往比 380V 要高出很多,并且很多现场的低压三相交流电压不是很稳定、波动比较大,为防止现场低压三相交流电偏高引起电子元件的损坏,一般将低压预充电单元 21 的压降设置的较大;这会导致对高压变频器 1 的预充电基本上充不满,所以在上高压的瞬间还是会有一定冲击,从而会对变频系统造成一定影响。

[0047] 对于高压预充电单元 22,在预充电时,上高压电的瞬间对功率单元 12 内部的电容冲击还是比较大的,所以针对功率单元 12 内部电容预充电需要增加充电时间,但是单独使

用高压预充电单元 22 的方案很难解决上高压电瞬间功率单元 12 充电时间短这一问题,因此在上高压的瞬间还是会有一定冲击,从而会对变频系统造成一定影响。

[0048] 本发明实施例中,通过在高压上电前依次对变频系统进行低压预充电和高压预充电,不仅可以避免变频系统受到冲击进而缩短使用寿命,还可以避免单纯进行低压预充电因充不满而只能减小部分冲击的缺陷,同时避免了单纯进行高压预充电因充电时间短而只能减小部分冲击的缺陷;采用本申请的技术方案,完全避免高压上电瞬间对变频系统的冲击,提高了可靠性,延长了变频系统的使用寿命。

[0049] 具体地,低压预充电单元 21 可以包括低压限流模块(图 1 中未示出)和低压开关模块(图 1 中未示出),低压限流模块和低压开关模块串联后连接在低压交流电与辅助绕组 113 之间。下面将参考图 2 和图 3 描述低压预充电单元 21 的一些具体实现方式。

[0050] 请参见图 2,是本发明一个实施例提供的低压预充电单元 21 的电路图。如图 2 所示,并参见图 1,低压限流模块包括低压电阻,例如图 2 中所示的三个低压电阻 R1,其中每个低压电阻 R1 分别连接在三相交流电的一个相支路(A 相支路、B 相支路、C 相支路)中。

[0051] 低压开关模块包括第一开关 KM1 和第二开关 KM2,其中,第一开关 KM1 是第二开关 KM2 的上级开关,只有当 KM1 闭合后,KM2 才能够闭合。这样可以进一步提高电路的可靠性。在图 2 所示的电路中,KM1 和 KM2 都是接触器,其中 KM1 具有线圈、可控开关、主触片和副触片(为了简化电路图,图 2 中均由附图标记 KM1 进行标记),KM2 只具有线圈和主触片(为了简化电路图,图 2 中均由附图标记 KM2 进行标记)。KM1 的线圈与可控开关串联后连接在低压交流电的任意两相(例如 A 相和 B 相)之间,KM2 的线圈也连接在低压交流电的任意两相(例如 A 相和 B 相)之间。KM1 的主触片连接在低压交流电与低压电阻 R1 之间,KM1 的副触片与 KM2 的线圈串联,KM2 的主触片连接在低压电阻 R1 与辅助绕组 113 之间。当可控开关接收到来自预充电控制单元 23 的低压预充电信号时,可控开关闭合,KM1 的线圈通电后吸合 KM1 的主触片和副触片,从而给 KM2 的线圈通电;KM2 的线圈通电后,吸合 KM2 的主触片,连通辅助绕组 113 与低压交流电,开始给辅助绕组 113 进行预充电。可控开关收到来自预充电控制单元 23 的低压预充电停止信号时进行类似的操作,本领域普通技术人员可以很容易推导得到,在此不再赘述。

[0052] 由于低压电阻的成本较低,这种使用低压电阻 R1 作为低压限流元件的方案可以降低成本。但是,在高压变频器现场投运之前,往往需要进行反送电实验,即通过调压器接入移相变压器 11 的辅助绕组 113,然后调节调压器的电压,从而检测是否存在故障(此实验对于一台高压变频器很重要)。因为调压器体积、重量很大,很多现场都不具备调压器,所以给工程人员造成了较大的不便。为了解决这个问题,最好能使用晶闸管调压器作为限流元件,这样不用自带调压器也可以完成反送电实验。

[0053] 请参见图 3,是本发明另一个实施例提供的低压预充电单元 21 的电路图。如图 3 所示,并参见图 1,低压限流模块包括一个晶闸管调压器 QJCV,低压开关模块的结构与图 2 类似,不再赘述。

[0054] 这个实施例虽然增加了成本,但是,可以通过调节晶闸管调压器 QJCV 的触发角控制晶闸管调压器 QJCV 缓慢升压,从而使辅助绕组 113 的电压缓慢上升,逐渐建立起移相变压器的磁场,对变频系统电子元件的保护能力更强,进一步提高了系统可靠性,延长了系统使用寿命。



[0055] 在预充电完成后,只需切除低压预充电单元 21 即可。例如,如图 2 和图 3 所示,可以在低压预充电单元 21 与低压交流电之间设置低压总开关 QF1,QF1 可以是断路器,在预充电前,闭合 QF1,在预充电完成后,先断开 KM1 和 KM2,然后通过断开 QF1 来移除低压预充电单元 21。

[0056] 高压预充电单元 22 可以包括高压限流模块(图 1 中未示出)和高压开关模块(图 1 中未示出),所述高压限流模块和所述高压开关模块串联后连接在所述高压交流电(例如 10kV 高压母线)与所述原边绕组 111 之间。下面将参考图 4 和图 5 描述低压预充电单元 21 的一些具体实现方式。

[0057] 请参见图 4,是本发明一个实施例提供的高压预充电单元 22 的电路图。如图 4 所示,并参见图 1,高压限流模块包括高压电阻,例如图 4 中所示的三个高压电阻 R2,其中每个高压电阻 R2 分别连接在三相交流电的一个相支路中。

[0058] 如图 4 所示,并参见图 1,高压开关模块包括电阻串联真空接触器 KM3 和电阻旁路真空接触器 KM4。

[0059] 其中,KM4 与高压电阻 R2 并联后,再与 KM3 串联连接在移相变压器 11 的原边绕组 111 与高压交流电(10kV 高压母线)之间。假设原始状态时 KM3 和 KM4 均是断开的,当预充电控制单元 23 检测到原边绕组 111 的原边电压达到预设的电压阈值时,向 KM3 发出高压预充电信号,使 KM3 闭合,这时,高压交流电(即 10kV 高压母线)经由高压电阻 R2 与高压变频器 1 连通,开始对高压变频器 1 进行预充电,直至预充电控制单元 23 检测到原边绕组的电流稳定时,闭合 KM4,将高压电阻 R2 旁路,高压变频器 1 的预充电过程结束,开始正常工作。

[0060] 在图 4 所示的实施例中,虽然高压电阻 R2 被短路后不再起限流作用,但是在高压变频器 1 正常工作时 R2 仍连接在变频系统中,很可能造成安全隐患。在图 5 所示的实施例中,对高压开关模块的结构进行了相应的改进。

[0061] 请参见图 5,是本发明另一个实施例提供的高压预充电单元 22 的电路图。如图 5 所示,并参见图 1,高压限流模块包括高压电阻,优选地,还包括与高压电阻串联的熔断器,例如图 5 中所示的三个高压电阻 R2 和三个熔断器 FU1,其中每个高压电阻 R2 和熔断器 FU1 串联后分别连接在三相交流电的一个相支路中。

[0062] 如图 5 所示,并参见图 1,高压开关模块包括预充回路真空接触器 KM5 和旁路功能真空接触器 KM6,所述预充回路真空接触器 KM5 与所述熔断器 FU1 和高压电阻 R2 串联后,再与所述旁路功能真空接触器 KM6 并联在移相变压器 11 的原边绕组 111 与高压交流电(10kV 高压母线)之间。假设原始状态时 KM5 和 KM6 均是断开的,当预充电控制单元 23 检测到原边绕组 111 的原边电压达到预设的电压阈值时,向 KM5 发出高压预充电信号,使 KM5 闭合,这时,高压交流电(即 10kV 高压母线)经由高压电阻 R2、熔断器 FU1 与高压变频器 1 连通,开始对高压变频器 1 进行预充电,直至预充电控制单元 23 检测到原边绕组的电流稳定时,闭合 KM6,将高压电阻 R2 和熔断器 FU1 短路,高压变频器 1 的预充电过程结束,开始正常工作。一段时间后(具体时间值可以预先进行设置),预充电控制单元 23 控制 KM5 断开,彻底断开 R2、FU1 在变频系统中的通路。

[0063] 优选地,如图 5 所示,高压开关模块还可以包括高压预冲总开关 QS1,KM5、KM6 均经由 QS1 与高压交流电(即 10kV 高压母线)连通,这样方便用户更好地对预充电装置进行控

制。

[0064] 另外,整个高压变频器 1 通常还包括一个总开关 QF2,可以安装在一高压进线柜中,连接在高压预充电单元 22 和高压交流电之间,便于用户对整个高压变频器 1 进行控制。

[0065] 另外,如图 4 和图 5 所示,在高压变频器中,往往设置有控制柜,用于对高压变频器的运行进行控制,在本发明的一些实施例中,预充电装置 2 中的预充电控制单元 23 可以集成在控制柜中。

[0066] 请参见图 6,是本发明的给图 1 所示的变频系统中的高压变频器进行预充电的方法的流程图,该方法包括:

[0067] S601、利用一低压交流电对高压变频器的移相变压器的辅助绕组进行预充电。

[0068] S602、检测所述移相变压器的原边绕组通过电磁感应生成的原边电压。

[0069] S603、当所述原边电压达到预设的电压阈值时,利用一高压交流电对所述移相变压器的原边绕组进行预充电,并切断所述低压交流电,直至所述原边绕组的电流稳定。

[0070] 特别地,可以采用图 3 所示的低压预充电单元和图 5 所示的高压预充电单元,利用图 6 所示的方法对变频系统中的高压变频器进行预充电。首先通过晶闸管调压器 QJCV 对移相变压器 11 的辅助绕组 113 进行预充电,通过调整晶闸管调压器 QJCV 的输出来改变对移相变压器 11 的辅助绕组 113 施加的电压,在对辅助绕组 113 施加电压的同时移相变压器 11 内部建立磁通,移相变压器 11 的副边绕组 112 感应出电压,给功率单元 12 进行预充电,同时移相变压器 11 的原边绕组 111 感应出高压;通过升高晶闸管调压器 QJCV 的输出电压即可对功率单元 12 和移相变压器 11 进行缓慢的充电。当在移相变压器 11 的原边绕组侧检测出设定的电压值(即预设的电压阈值)时,预充电控制单元 23 向高压预充电单元 12 发出高压预充电信号,控制 KM5 合闸,同时断开移相变压器 11 的辅助绕组 113 侧通过晶闸管调压器 QJCV 充电的回路。在高压上电的 3 个周期(或者例如 5s)内,移相变压器 11 的原边绕组 111 的电流趋向于稳定,可以通过时间继电器控制旁路功能真空接触器 KM6,将移相变压器 11 的原边绕组 111 侧用于高压预充电的三个高压电阻 R2 和熔断器 FU1 旁路,此后整个变频系统完成上高压这一操作。

[0071] 在初次调试时,可以先通过晶闸管调压器 QJCV 对移相变压器 11 的辅助绕组 113 施加电压,并且暂不闭合移相变压器 11 的原边绕组 111 侧的高压预冲总开关 QS1,保证整个变频系统只有通过移相变压器 11 的辅助绕组 113 感应出的电压,然后进行反送电实验,从而解决了每次需要带调压器到用户现场这一问题。

[0072] 实施本发明实施例,可以获得以下优势:有效的防止了因为容量太大在变频系统上高压瞬间引起的用户上级开关柜跳闸的缺陷;有效的对功率单元中的电容进行了预充电,防止在上电瞬间对功率单元内电容的冲击而造成功率单元使用寿命的减少;有效的解决了单纯的针对移相变压器辅助绕组充电充不满这一问题;有效的解决了单纯的针对移相变压器原边绕组充电导致单元充电时间短的问题;增加了这种重要负载的使用可靠性;方便了工程人员去现场做例行试验,大大减轻了工程人员在现场的工作量。

[0073] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本发明权利要求所作的等同变化,仍属于发明所涵盖的范围。

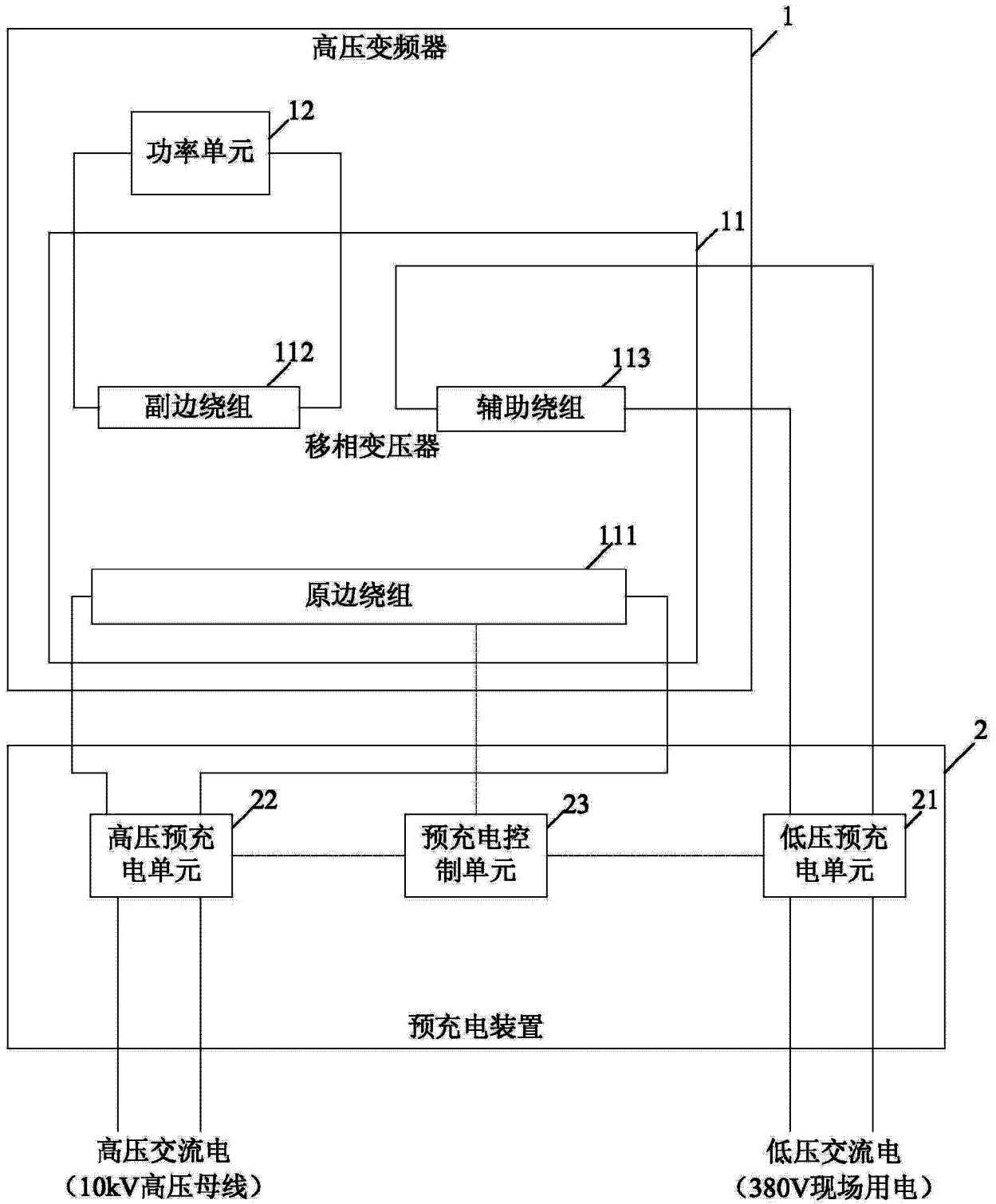


图 1

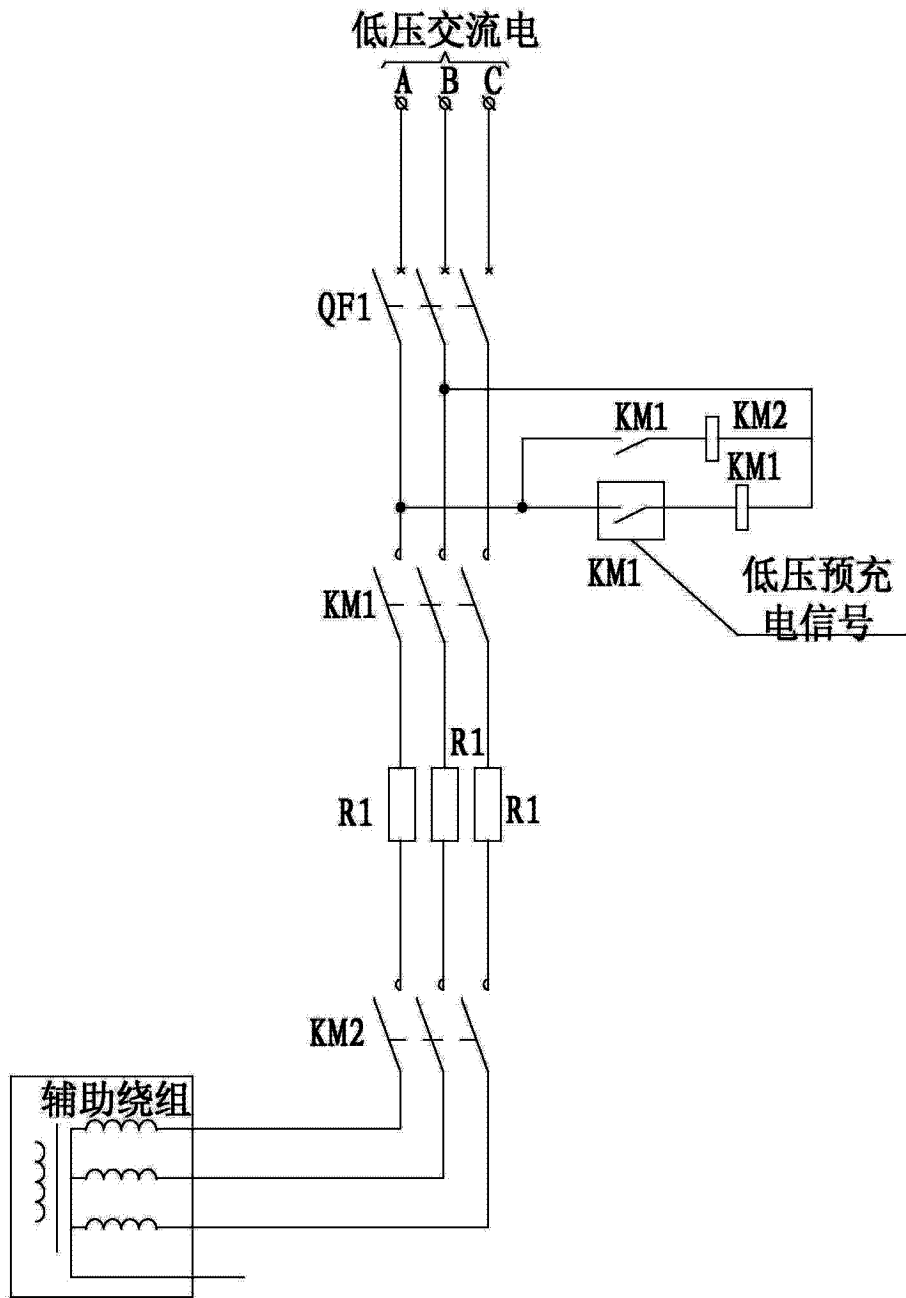


图 2

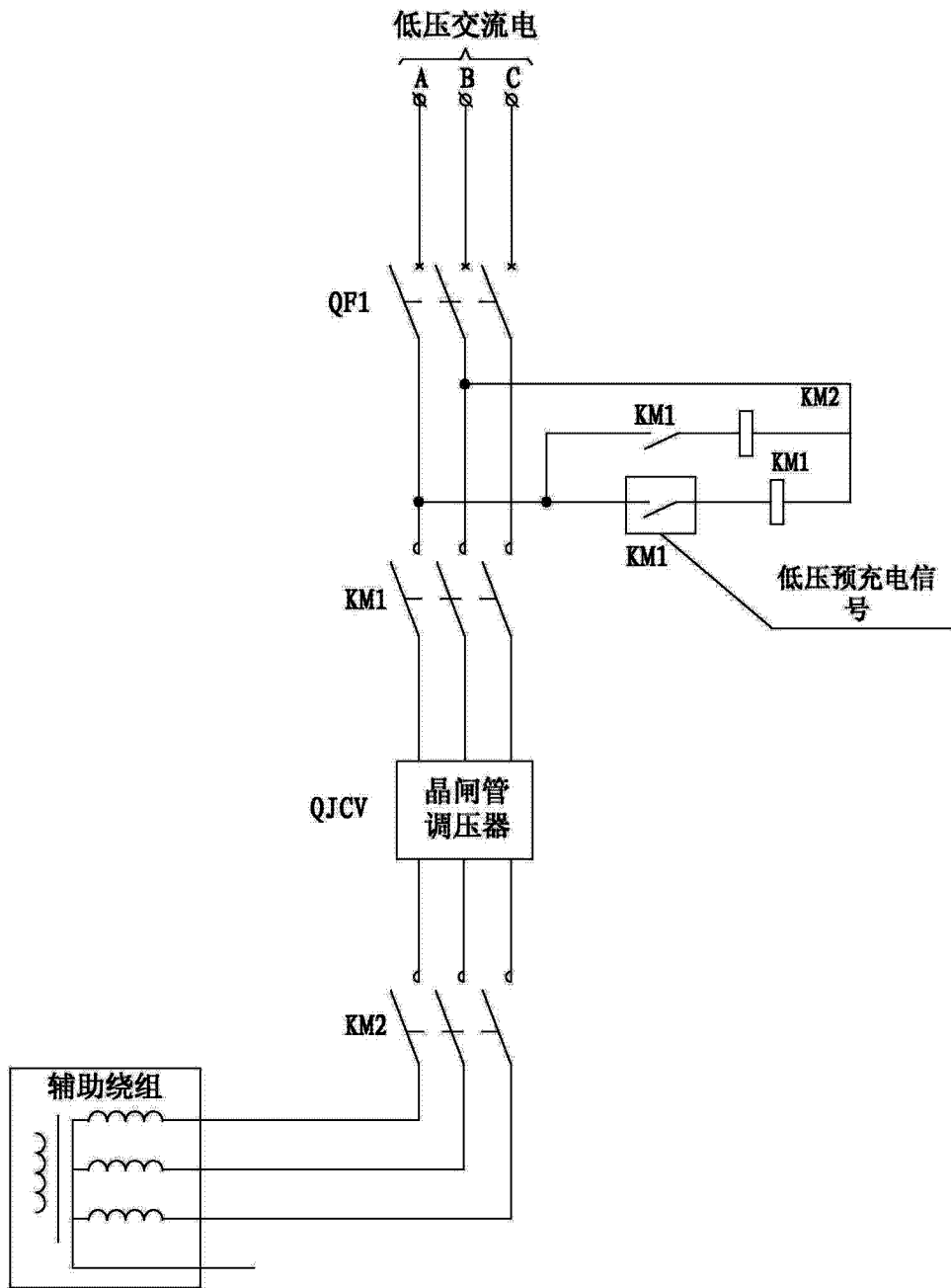


图 3

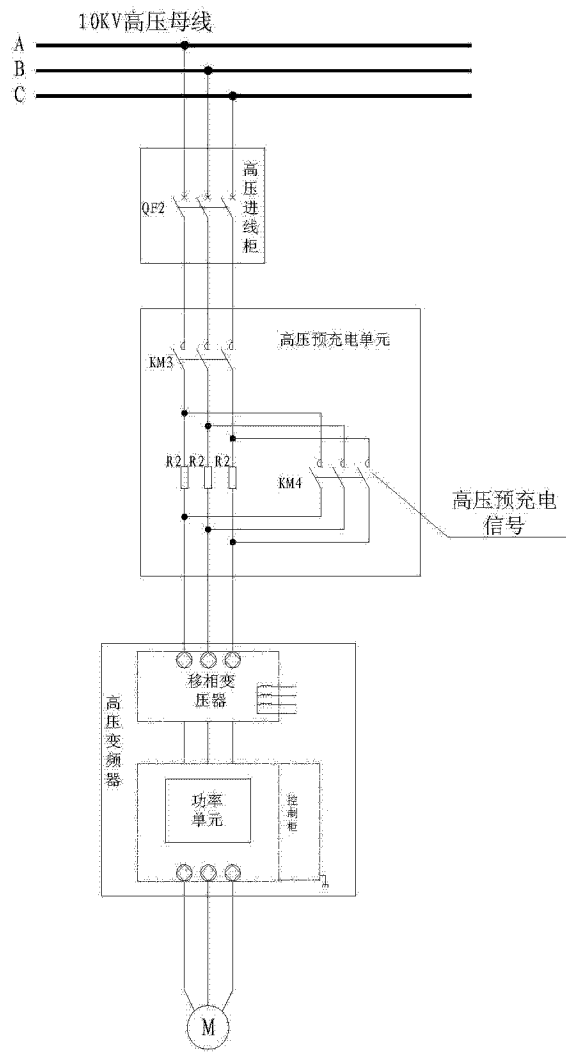


图 4

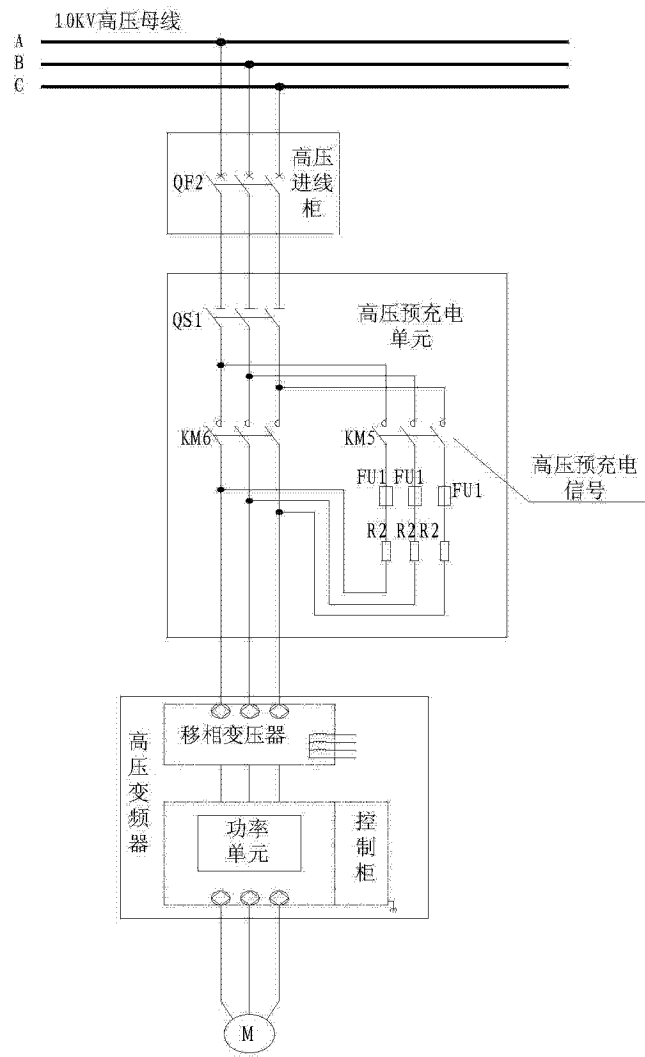


图 5

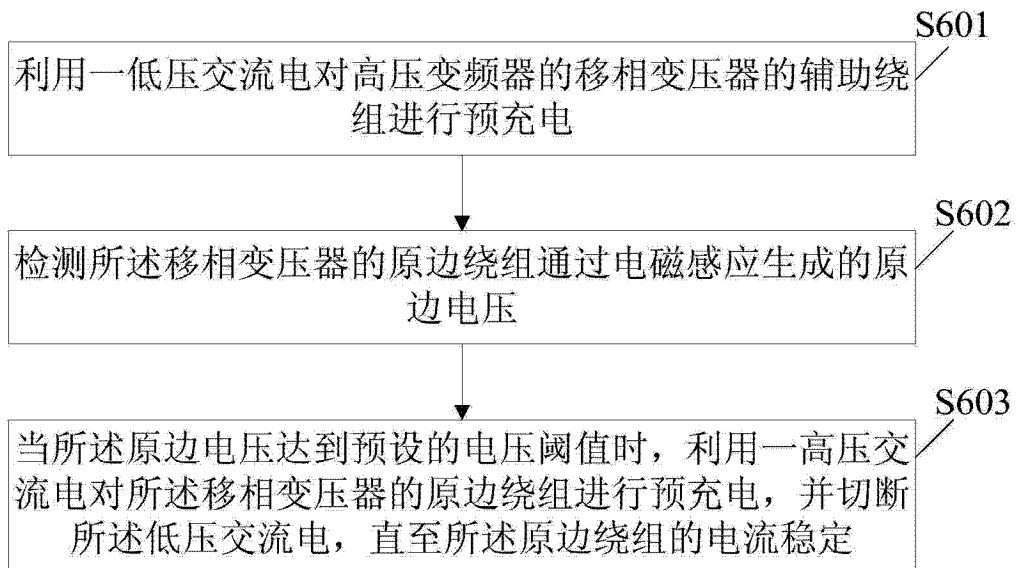


图 6