



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102306926 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 29

(21) 申请号 201110239262. X

(22) 申请日 2011. 08. 19

(73) 专利权人 艾默生网络能源有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技工业园科发路一号

(72) 发明人 陈强

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有限公司 44223

代理人 王震宇

(51) Int. Cl.

H02H 7/10(2006. 01)

H02H 7/22(2006. 01)

审查员 黄绵

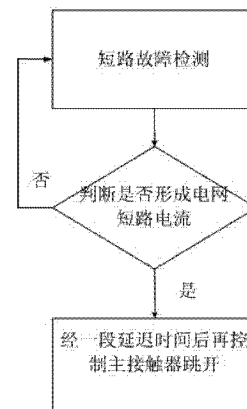
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

发电用变流器的故障保护方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种发电用变流器的故障保护方法,所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器,所述电网侧变换器包含 IGBT 模块,所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网,所述方法包括以下步骤:a. 检测并判断 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流,判断为是时进入步骤 b;b. 经历一段延迟时间后再跳开主接触器,所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。在此还公开了一种相应的故障保护装置以及具有所述故障保护装置的发电系统。



1. 一种发电用变流器的故障保护方法,所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器,所述电网侧变换器包含 IGBT 模块,所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

a. 检测并判断 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流,判断为是时进入步骤 b;

b. 经历一段延时时间后再跳开主接触器,所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

2. 如权利要求 1 所述的故障保护方法,其特征在于,所述步骤 b 中,所述延时时间不短于电网短路到出现 IGBT 模块熔断的时间。

3. 如权利要求 1 所述的故障保护方法,其特征在于,确定所述延时时间所依据的参数从至少包括以下参数的群组中选取:变流器功率、短路电流波形、大小、发生时间以及 IGBT 模块的短路耐受度。

4. 如权利要求 1 所述的故障保护方法,其特征在于,所述发电用变流器用在 1.5MW-3.0MW 双馈风力发电机系统或 1.0MW-3.0MW 全功率风力发电机系统中,所述延时时间为 0.5 秒到 1.5 秒。

5. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的故障保护方法,其特征在于,所述步骤 a 中,检测电网侧电压、母线电压、电网侧变换器电流来提供进行所述判断的信息。

6. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的故障保护方法,其特征在于,所述步骤 a 包括:检测电网侧电压、电网侧电流,在电网电压拉低到 20% 额定值,并检测到电网侧电流大于 200% 额定值时,判断形成电网短路电流。

7. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的故障保护方法,其特征在于,所述步骤 b 中,跳开主接触器前先控制变换器停止工作。

8. 如权利要求 7 所述的故障保护方法,其特征在于,变流器采用 PWM 控制,所述步骤 b 中,通过停止提供 PWM 波来控制变换器停止工作。

9. 一种发电用变流器的故障保护装置,所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器,所述电网侧变换器包含 IGBT 模块,所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网,其特征在于,所述装置包括:

检测模块,检测 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流;和

控制模块,根据所述检测模块的检测结果判断形成了电网短路电流时,经历一段延时时间后再控制主接触器跳开,所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

10. 一种发电系统,包括发电用变流器,其特征在于,还包括如权利要求 9 所述的故障保护装置。

发电用变流器的故障保护方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术,特别是涉及一种发电用变流器的故障保护方法及装置。

背景技术

[0002] 对于目前的风力发电系统,无论是双馈式发电系统或直驱式发电机系统,都需要对和风机系统连接点的电网电能质量进行控制,在风力发电变流器中,目前主流方案是使用全控型的电力电子器件来构建电网侧变换器,其中 IGBT(绝缘栅双极型晶体管)功率模块十分常见。

[0003] IGBT 功率模块是一种完全可控的电力电子器件,可以很方便地通过高频开关模式的工作,实现对变换器的电流和电压波形质量进行准确控制,从而实现风机系统对输出到电网的电能质量进行控制。

[0004] 实际风场中,变流器由于受风场恶劣的自然环境影响,如高低温的冲击、高灰尘、高盐雾、高震动等自然环境因素影响,恶劣电网运行状态,器件本体或者相关联器件本身的固有失效影响,变流器中的 IGBT 功率模块不可避免的存在失效情况,据统计变流器整机中的器件失效水平比之固定机房安装的电力电子装置更高。在电网连接侧 IGBT 模块损坏的情况下,由于 IGBT 模块内晶体管本体的熔融和模块体二极管的电网续流作用,会导致和变流器连接的电网在损坏 IGBT 模块处形成电网的短路异常电流,电网短路电流会流过变流器的网侧输入电路,导致输入电路的部分器件因 IGBT 损坏而损坏;同样,直流母线处出现短路故障时,短路的母线处形成电网的短路异常电流,电网短路电流也会流过变流器的网侧输入电路,导致输入电路的部分器件因母线短路故障而损坏。上述情况使 IGBT 模块失效和母线短路故障引起的故障范围扩大,导致额外器件的损坏。

[0005] 以下结合实际的电路拓扑更具体地说明前述问题。

[0006] 图 1 是典型的风机变流器主电路拓扑图,其中,A、B、C 点连接电网,U、V、W 侧连接发电机侧。对于双馈系统,A、B、C 点连接风场电网,U、V、W 点连接双馈发电机转子侧。通过对双馈发电机转子的励磁控制,可以实现在各种风速下的发电机定子电压的频率、相位、幅值同步于电网,满足双馈发电机的并网发电要求。对于直驱风机系统,A、B、C 点连接电网,U、V、W 点连接同步发电机定子侧。发电机发出随风况变化的交流电,经过电机侧变换器整流、再经过电网侧变换器逆变成和电网的电压频率、相位、幅值同步的交流电送入电网,可实现同步发电机的并网发电要求。

[0007] 对于这两种目前主流的风机变流器主电路拓扑组成的风力发电机系统,和电网连接的变流器如果发生故障,都会导致其他器件损坏的产生,下面举例说明:

[0008] 图 2 表示网侧变换器中一个 IGBT 模块损坏时的故障分析。在图 2 中,作为电力电子器件的 IGBT 模块,由于自身和外部的各种原因引起的损坏过程中,会在变流器内部产生一个电网的短路电流。如图 2 所示,假设 IGBT 模块 C_U 损坏,在损坏的过程中,IGBT 本体有一段时间处于晶体芯片熔融的短路状态,这样,会在电网 A 相、主接触器 Q1、电感 L1、L4、

IGBT 模块 A_U 体二极管、损坏的 IGBT 模块 C_U、电感 L6、L3、主接触器 Q1 上产生一个电网短路电流，在变流器检测到故障时，跳开主接触器 Q1 的过程中，会导致没有灭弧功能的主路接触器 Q1 分断电网短路电流而损坏。同理，在该图中，任何一个 IGBT 模块的损坏，都会产生类似的现象。短路电流的发生路径，会随故障时刻 A、B、C 三相电网的幅值不同而变化，该示例图只说明此情况时一种典型工况下的短路电流情况，其他情况类似。

[0009] 图 3 表示网侧变换器中两个 IGBT 模块损坏时的故障分析。在图 3 中，假设 IGBT 模块 B_U、B_D 损坏，在损坏的过程中，IGBT 本体有一段时间处于晶体芯片熔融的短路状态，这样，会在电网 A 相、主接触器 Q1、电感 L1、L4、IGBT 模块 A_U 体二极管、损坏的 IGBT 模块 B_U 和 B_D、IGBT 模块 C_D 体二极管、电感 L6、L3、主接触器 Q1 上产生一个电网短路电流，在变流器检测到故障时，跳开主接触器 Q1 的过程中，会导致没有灭弧功能的主路接触器 Q1 分断电网短路电流而经常损坏。同理，在该图中，任何二个 IGBT 模块的损坏，都会产生类似的现象。短路电流的发生路径，会随故障时刻 A、B、C 三相电网的幅值不同而变化，该示例图只说明此情况时一种典型工况下的短路电流情况，其他情况类似。

[0010] 图 4 表示网侧变换器中母线短路时的故障分析。在图 4 中，假设变流器的母线发生短路故障，这样，会在电网 A 相、主接触器 Q1、电感 L1、L4、IGBT 模块 A_U 体二极管、短路母线处、IGBT 模块 B_D 体二极管、电感 L5、L2、主接触器 Q1 上产生一个电网短路电流，这种工况下，由于半导体器件抗冲击能力较差，电网短路电流会导致 IGBT 体二极管晶体芯片过热而先熔融、后烧断。在变流器检测到故障时，跳开主接触器 Q1 的过程中，会导致没有灭弧功能的主接触器 Q1 分断电网短路电流而经常损坏。短路电流的发生路径，会随故障时刻 A、B、C 三相电网的幅值不同而变化，该示例图只说明此情况时一种典型工况下的短路电流情况，其他情况类似。

发明内容

[0011] 本发明的主要目的就是针对现有技术的不足，提供一种发电用变流器的故障保护方法和装置，在网侧变换器 IGBT 模块损坏或者直流母线短路的情况下提供保护，使变流器中器件的损失最小化。

[0012] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0013] 一种发电用变流器的故障保护方法，所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器，所述电网侧变换器包含 IGBT 模块，所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网，所述方法包括以下步骤：

[0014] a. 检测并判断 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流，判断为是时进入步骤 b；

[0015] b. 经历一段延迟时间后再跳开主接触器，所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

[0016] 优选地，所述步骤 b 中，所述延时时间不短于电网短路到出现 IGBT 模块熔断的时间。

[0017] 优选地，确定所述延时时间所依据的参数从至少包括以下参数的群组中选取：变流器功率、短路电流波形、大小、发生时间以及 IGBT 模块的短路耐受度。

[0018] 优选地，所述发电用变流器用在 1.5MW-3.0MW 双馈风力发电机系统或 1.0MW-3.0MW

全功率风力发电机系统中,所述延时时间为 0.5 秒到 1.5 秒。

[0019] 优选地,对于 1.5MW-3.0MW 双馈风力发电机系统,所述延时时间为 0.5s,对于 1.0MW-3.0MW 全功率风力发电机系统,所述延时时间为 1s。

[0020] 优选地,,所述步骤 a 中,检测电网侧电压、母线电压、电网侧变换器电流来提供进行所述判断的信息。

[0021] 优选地,,所述步骤 a 包括:检测电网侧电压、电网侧电流,在电网侧电压拉低到 20% 额定值,并检测到电网侧电流大于 200% 额定值时,判断形成电网短路电流。

[0022] 优选地,所述步骤 b 中,跳开主接触器前先控制变换器停止工作。

[0023] 优选地,变流器采用 PWM 控制,所述步骤 b 中,通过停止提供 PWM 波来控制变换器停止工作。

[0024] 一种发电用变流器的故障保护装置,所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器,所述电网侧变换器包含 IGBT 模块,所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网,所述装置包括:

[0025] 检测模块,检测 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流;和

[0026] 控制模块,根据所述检测模块的检测结果判断形成了电网短路电流时,经历一段延迟时间后再控制主接触器跳开,所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

[0027] 一种发电系统,包括发电用变流器,还包括前述的故障保护装置。

[0028] 本发明有益的技术效果:

[0029] 根据本发明,在电网侧短路这类故障(网侧变换器 IGBT 模块损坏或者直流母线短路)发生时,设置一个延迟时间,在 IGBT 本体晶体芯片熔断前,也就是整个故障回路中最薄弱的晶体管故障点没有完全断开时,不控制主接触器断开,经历延迟时间后再跳开主接触器,避免主接触器由于分断电网短路电流,出现拉弧导致其触点过热粘连而损坏,对于主接触器过快动作导致接触器烧粘连后可能引起的变流器失火也有很好的防范作用。

[0030] 本发明实现了在电网侧变换器中易损的 IGBT 器件失效损坏时,对主接触器的保护,大幅度降低其损坏的概率,降低系统维护成本。除了电网侧变换器中 IGBT 模块损坏引起的短路,本发明对于变流器正负母线短路时导致的电网短路也有保护作用,可以降低变流器此工况下受损器件的数量。

[0031] 延迟时间可以根据不同的变流器本体硬件承受能力和电网侧短路水平而来选取,既避免其过早跳开,也不因过晚跳开而引入电气安全问题。典型地,延迟时间设置成,在 IGBT 芯片因为短路电流产生的过热熔融状开始转换为断路状态,形成一个电网短路回路断点后,再控制主接触器断开,从而能够避免主接触器由于断开电网短路电流而损坏,降低此类故障时变流器器件的总失效率,最小化变流器器件的损失。

[0032] 本发明对于风力发电系统,包括双馈、全功率两种制式的风力发电机系统用电网侧变换器均有典型的保护意义。

附图说明

[0033] 图 1 为典型变流器主电路拓扑图;

[0034] 图 2 示意了网侧变换器一个 IGBT 单元损坏时的故障分析;

- [0035] 图 3 示意了网侧变换器两个 IGBT 单元损坏时的故障分析；
- [0036] 图 4 示意了网侧变换器母线短路时的故障分析；
- [0037] 图 5 本发明的故障保护方法一个实施例的流程图；
- [0038] 图 6 本发明的故障保护装置一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 以下通过实施例结合附图对本发明进行进一步的详细说明。

[0040] 参阅图 1 和图 5, 在一种实施例中, 故障保护方法用于例如图 1 所示的发电用变流器, 所述变流器包括正、负母线以及接于所述正、负母线上的电网侧变换器, 所述电网侧变换器包含 IGBT 模块, 所述电网侧变换器的输出端通过主接触器耦合到电网。变流器电路的具体结构在前文中以作描述, 此处不再赘述。

[0041] 如图 5 所示, 该方法包括以下步骤:

[0042] a. 检测并判断 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流, 判断为是时进入步骤 b;

[0043] b. 经历一段延迟时间后再跳开主接触器, 所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

[0044] 在优选的实施例里, 所述步骤 b 中, 所述延时时间为不短于电网短路到出现 IGBT 模块熔断的时间。应理解, 延时时间也不一定要长于 IGBT 模块熔断所需要的时间, 只要能对器件起到一定的保护作用, 延迟时间就是有利的。

[0045] 在一些实施例里, 具体的延迟时间可以根据变流器功率来确定, 在 1.5MW-3.0MW 双馈风机系统及 1.0MW-3.0MW 全功率风机系统中, 典型的保护时间为 0.5 秒到 1.5 秒。较佳地, 对于 1.5MW-3.0MW 双馈风机典型值为 0.5 秒, 对于 1.0MW-3.0MW 全功率风机典型值为 1 秒。

[0046] 在一些实施例里, 考虑对风机电网的短路电流波形、大小、时间进行核算, 以及对 IGBT 功率器件的短路耐受度进行核算, 以选择合理的主接触器控制延时时间, 达到保护接触器不因过早断开动作分断电网短路电流拉弧而损坏, 也不因接触器过晚跳开引入电气安全问题。根据变流器实际设计的器件的耐受水平, 设置合理的保护逻辑和延迟时间, 可在保护主接触器的同时, 防止其他的关联问题的出现, 如按照国内外电气安全规范的要求, 防止故障时变流器失火、系统绝缘强度的降低。

[0047] 在一些实施例里, 所述步骤 a 中可以通过检测电网侧电压、母线电压、电网侧变换器电流来提供判断信息, 通过分析这些信息来判断是否形成电网短路电流。

[0048] 在优选的实施例里, 所述步骤 a 包括: 检测电网侧电压、电网侧电流, 在电网侧电压拉低到 20% 额定值, 并检测到电网侧电流大于 200% 额定值时, 判断形成电网短路电流。

[0049] 在优选的实施例里, 所述步骤 b 中, 跳开主接触器前先控制变换器停止工作。对于采用 PWM 控制的变换器, 可以通过停止向变换器提供 PWM 波来控制变换器停止工作。先控制强制停止变流器工作, 进入故障延迟处理后, 再动作主接触器, 这样有利于降低故障情况下的硬件应力。

[0050] 另一方面, 本发明还提供一种发电用变流器的故障保护装置。

[0051] 参看图 1 和图 6, 在一个实施例里, 故障保护装置包括检测模块和控制模块, 其中

检测模块在变换器工作时,检测 IGBT 模块处或者母线处是否形成电网短路电流,控制模块接收检测模块的检测结果,当判断所述检测模块检测到形成电网短路电流时,在经历一段延迟时间后再控制主接触器跳开,所述延时时间以满足主接触器不因分断电网短路电流而导致损坏的条件确定。

[0052] 故障保护装置可以进一步参照前述故障保护方法各实施例中的特征来进行优化配置。

[0053] 又一方面,本发明还提供一种具有故障保护装置的发电系统。

[0054] 在一个实施例里,发电系统包括发电用变流器和上述故障保护装置,故障保护装置在出现短路故障时对变流器的相关器件进行保护,降低变流器器件的总失效率,最小化变流器器件的损失。

[0055] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

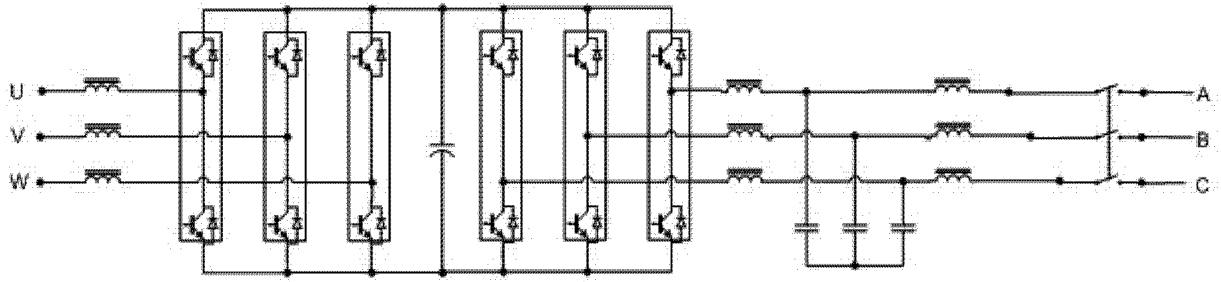


图 1

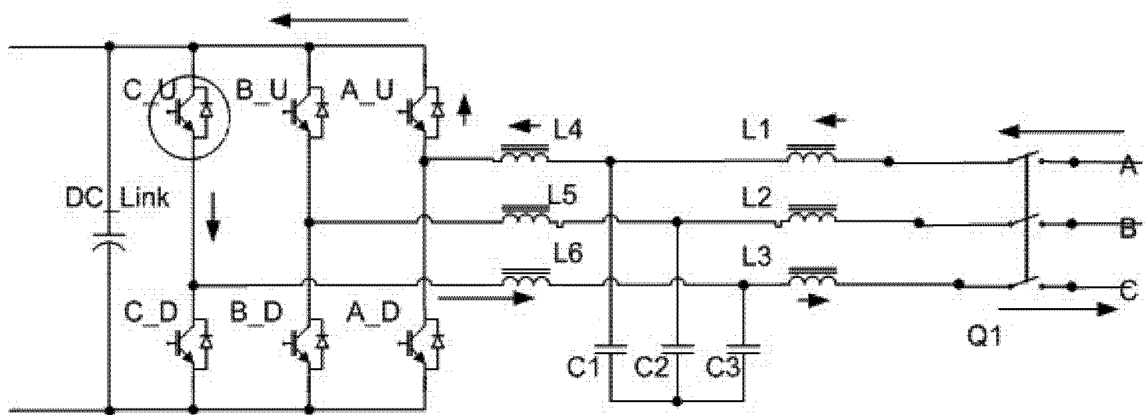


图 2

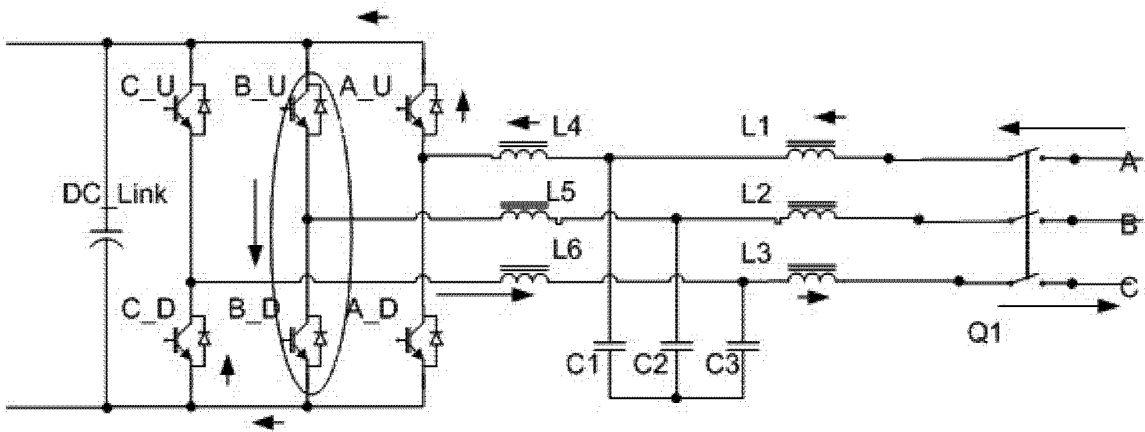


图 3

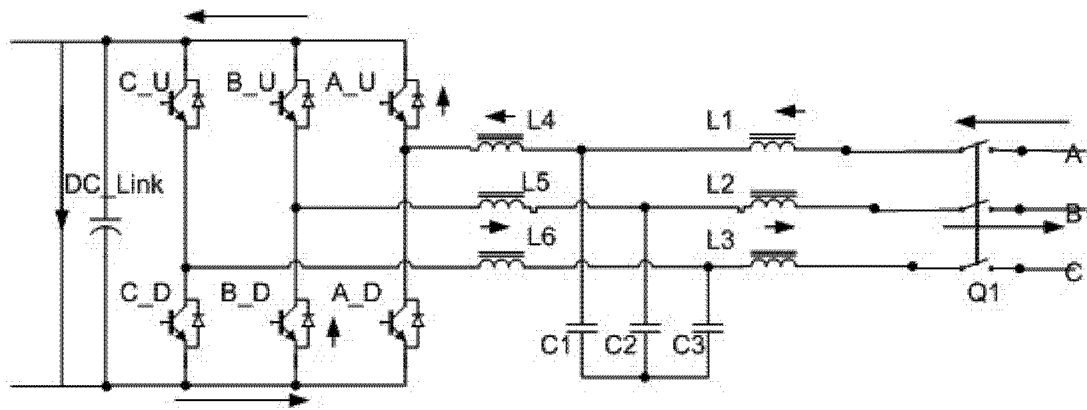


图 4

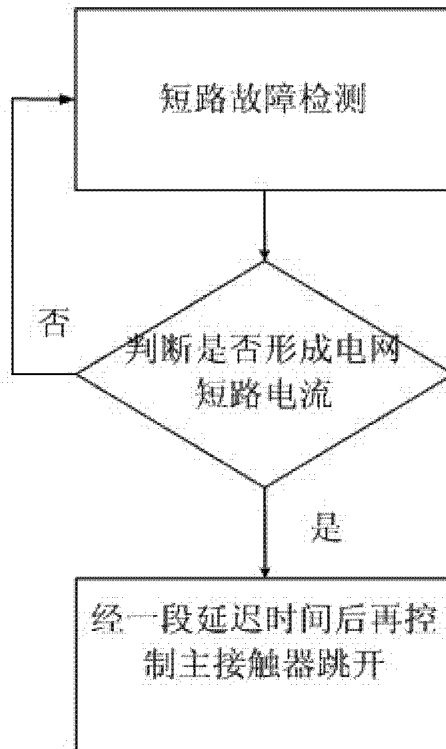


图 5

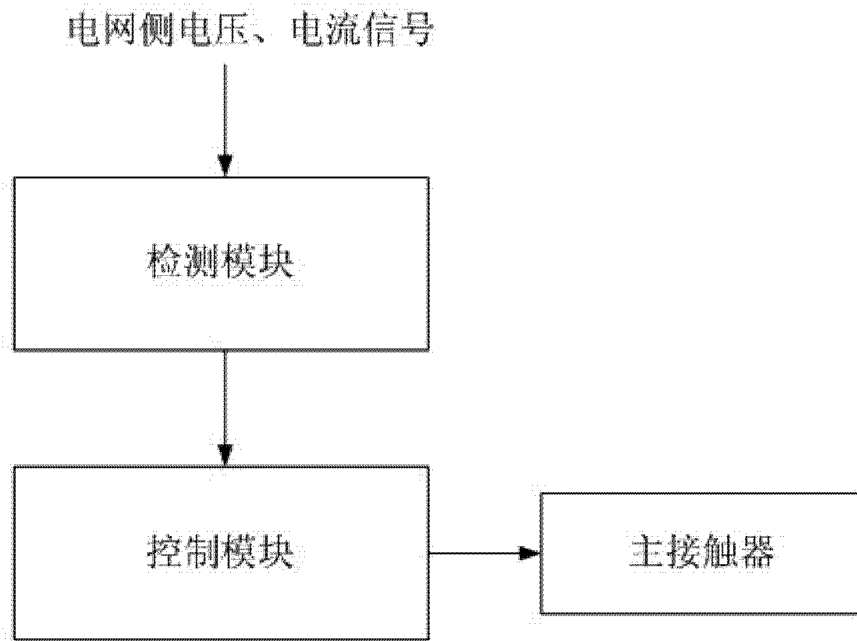


图 6