



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112583242 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 12

(21) 申请号 201910931597.4

(22) 申请日 2019.09.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112583242 A

(43) 申请公布日 2021.03.30

(73) 专利权人 南京南瑞继保电气有限公司
地址 211102 江苏省南京市江宁区苏源大道69号
专利权人 南京南瑞继保工程技术有限公司

(72) 发明人 祁琦 盛晓东 谢晔源 吴扣林
杨幸辰 张中锋

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 葛潇敏

(51) Int.Cl.

H02M 1/32 (2007.01)

(56) 对比文件

- CN 108111007 A, 2018.06.01
- CN 109167507 A, 2019.01.08
- US 2013121042 A1, 2013.05.16
- CN 109274256 A, 2019.01.25
- US 2013313906 A1, 2013.11.28
- US 2013154365 A1, 2013.06.20
- CN 102638157 A, 2012.08.15
- CN 109378831 A, 2019.02.22

审查员 郑植

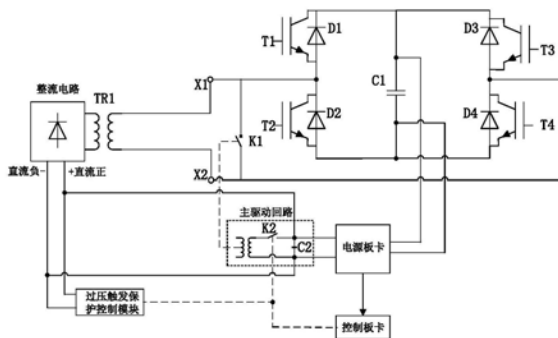
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法,所述功率模块包括桥式电路,及第一电容和第一旁路开关,所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器、整流电路和过压保护触发控制模块,主驱动回路包括相连接的第二开关、第二电容;电源板卡从第一电容获取能量,并向第二电容充电;控制板卡通过触发第二开关来控制第一旁路开关的合闸;过压保护触发控制模块采样整流电路输出直流电压,通过过压保护判断控制第一旁路开关的合闸。此种技术方案可以在换流器功率模块电源板卡发生故障时,为旁路开关提供另一条取能路径,同时实现功率模块的旁路开关可靠合闸,减小系统停运的概率,在经济性和技术性上均有较好表现。



1. 一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,所述功率模块包括由4个功率半导体器件两两串联后再并联组成的桥式电路,以及第一电容和第一旁路开关,第一电容并联于桥式电路的输入端,第一旁路开关并联于桥式电路的输出端;其特征在于:所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器、整流电路和过压保护触发控制模块,其中,主驱动回路包括相连接的第二开关、第二电容;第一变压器原边并联在功率模块输出端,副边与整流电路交流侧输入相连;所述整流电路输出的直流正与第二电容的正极相连,直流负与第二电容的负极相连;所述电源板卡从第一电容获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容充电;所述控制板卡通过触发第二开关来控制第二电容充放电,第二电容放电时控制第一旁路开关的合闸;所述过压保护触发控制模块采样整流电路输出直流电压,通过过压保护判断触发第二开关从而控制第一旁路开关的合闸。

2. 如权利要求1所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,其特征在于:所述第二开关采用机械开关或电子开关。

3. 如权利要求2所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,其特征在于:所述电子开关为晶闸管、IGBT、IGCT、GTO或MOSFET。

4. 如权利要求1所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的控制方法,其特征在于包含如下两种情况:

第一种情况,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤:

步骤A1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

步骤A2,功率模块中的第一电容开始充电;

步骤A3,如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容充电,给控制板卡供能,当控制板卡正常启动时,控制板卡发出合第二开关的指令,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸;

如电源板卡工作不正常,则整流电路的输出给第二电容充电;当第二电容两端的电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发第二开关合闸,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸;

第二种情况,当功率模块正常工作,发生故障需要旁路时,包含如下步骤:

步骤B1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

步骤B2,检测到功率模块故障,控制板卡发出合第二开关指令,触发第一旁路开关合闸;

步骤B3,如合闸成功,则流程终止;若合闸不成功,则转步骤B4;

步骤B4,第一电容继续充电,整流电路的输出给第二电容充电;

步骤B5,当第二电容两端的电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发第二开关合闸,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸。

5. 一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,所述功率模块包括由4个功率半导体器件两两串联后再并联组成的桥式电路,以及第一电容和第一旁路开关,第一电容并联于桥式电路的输入端,第一旁路开关并联于桥式电路的输出端;其特征在于:所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器、整流电路、过压保护触发控制模块和辅助驱动回路,其中,主驱动回路包括相连接的第二开关、第二电容,辅助驱动回路包括相连接的第三开关、第三电容;第一变压器原边并联在功率模块输出端,副边与整流电路交流侧输入相

连;所述整流电路输出的直流正与第三电容的正极相连,直流负与第三电容的负极相连;所述电源板卡从第一电容获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容充电;所述控制板卡通过触发第二开关来控制第二电容充放电,第二电容放电时控制第一旁路开关的合闸;所述过压保护触发控制模块采样整流电路输出直流电压,通过过压保护判断触发第三开关来控制第三电容充放电,第三电容放电时控制第一旁路开关的合闸。

6.如权利要求5所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,其特征在于:所述第二、第三开关采用机械开关或电子开关。

7.如权利要求6所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,其特征在于:所述电子开关为晶闸管、IGBT、IGCT、GTO或MOSFET。

8.如权利要求5所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的控制方法,其特征在于包含如下两种情况:

第一种情况,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤:

步骤C1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

步骤C2,功率模块中的第一电容开始充电;

步骤C3,如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容充电,给控制板卡供能,当控制板卡正常启动时,控制板卡发出合第二开关的指令,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸;

如电源板卡工作不正常,则整流电路的输出给辅助驱动回路充电;当整流电路的输出电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发辅助驱动回路,辅助驱动回路触发第一旁路开关合闸;

第二种情况,当功率模块正常工作,发生故障需要旁路时,包含如下步骤:

步骤D1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

步骤D2,检测到功率模块故障,控制板卡发出合第二开关指令,触发第一旁路开关合闸;

步骤D3,如合闸成功,则流程终止;若合闸不成功,则转步骤D4;

步骤D4,第一电容继续充电,整流电路的输出给辅助驱动回路充电;

步骤D5,当整流电路的输出电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发辅助驱动回路,辅助驱动回路触发第一旁路开关合闸。

一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力电子领域,特别涉及一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法。

背景技术

[0002] 电压源型换流器技术是一种以可关断器件IGBT(绝缘栅双极晶体管)和脉宽调制(PWM)技术为基础的新型换流技术。随着电力电子技术在电力系统中的应用和发展,电力电子设备向着高压大容量模块化方向发展,尤其在链式静止无功发生器和柔性直流输电系统等领域得到广泛的应用。

[0003] 电压源型换流器由大量功率模块串联而成,当功率模块发生故障时闭合旁路开关,将故障单元切除,系统不停运。然而,功率模块内部的电源板卡如果出现故障,则控制板卡和旁路开关的储能回路无法正常工作,从而导致旁路开关的触发回路不能工作,功率模块无法成功旁路,致使系统停运。因此,提高功率模块旁路开关取能和触发回路的可靠性,保证旁路开关的可靠合闸,成为提高电压源型换流器成套设备可靠性的关键技术因素。

[0004] 鉴于以上分析,本发明人提出一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及控制方法,本案由此产生。

发明内容

[0005] 本发明的目的,在于提供一种功率模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法,用于电压源型换流器,可以在换流器功率模块电源板卡发生故障时,为旁路开关提供另一条取能路径,同时实现功率模块的旁路开关可靠合闸,减小系统停运的概率,在经济性和技术性上均有较好表现。

[0006] 为了达成上述目的,本发明的解决方案是:

[0007] 一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,所述功率模块包括由4个功率半导体器件两两串联后再并联组成的桥式电路,以及第一电容和第一旁路开关,第一电容并联于桥式电路的输入端,第一旁路开关并联于桥式电路的输出端;所述第一旁路开关具有合闸后机械保持功能,在断电后旁路开关能够保持合闸状态;所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器、整流电路和过压保护触发控制模块,其中,主驱动回路包括相连接的第二开关、第二电容;第一变压器原边并联在功率模块输出端,副边与整流电路交流侧输入相连;所述整流电路输出的直流正与第二电容的正极相连,直流负与第二电容的负极相连;所述电源板卡从第一电容获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容充电;所述控制板卡通过触发第二开关来控制第二电容充放电,第二电容放电时控制第一旁路开关的合闸;所述过压保护触发控制模块采样整流电路输出直流电压,通过过压保护判断触发第二开关从而控制第一旁路开关的合闸。

[0008] 上述第二开关采用机械开关或电子开关。

[0009] 上述电子开关为晶闸管、IGBT、IGCT、GTO或MOSFET。

[0010] 如前所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的控制方法,包含如下两种情况:

[0011] 第一种情况,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0012] 步骤A1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

[0013] 步骤A2,功率模块中的第一电容开始充电;

[0014] 步骤A3,如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容充电,给控制板卡供能,当控制板卡正常启动时,控制板卡发出合第二开关的指令,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸;

[0015] 如电源板卡工作不正常,则整流电路的输出给第二电容充电;当第二电容两端的电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发第二开关合闸,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸;

[0016] 第二种情况,当功率模块正常工作,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0017] 步骤B1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

[0018] 步骤B2,检测到功率模块故障,控制板卡发出合第二开关指令,触发第一旁路开关合闸;

[0019] 步骤B3,如合闸成功,则流程终止;若合闸不成功,则转步骤B4;

[0020] 步骤B4,第一电容继续充电,整流电路的输出给第二电容充电;

[0021] 步骤B5,当第二电容两端的电压达到第一阈值 V_{c1} 时,过压保护触发控制模块触发第二开关合闸,第二电容放电,触发第一旁路开关合闸。

[0022] 一种功率模块旁路开关的冗余取能电路,所述功率模块包括由4个功率半导体器件两两串联后再并联组成的桥式电路,以及第一电容和第一旁路开关,第一电容并联于桥式电路的输入端,第一旁路开关并联于桥式电路的输出端;所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器、整流电路、过压保护触发控制模块和辅助驱动回路,其中,主驱动回路包括相连接的第二开关、第二电容,辅助驱动回路包括相连接的第三开关、第三电容;第一变压器原边并联在功率模块输出端,副边与整流电路交流侧输入相连;所述整流电路输出的直流正与第三电容的正极相连,直流负与第三电容的负极相连;所述电源板卡从第一电容获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容充电;所述控制板卡通过触发第二开关来控制第二电容充放电,第二电容放电时控制第一旁路开关的合闸;所述过压保护触发控制模块采样整流电路输出直流电压,通过过压保护判断触发第三开关来控制第三电容充放电,第三电容放电时控制第一旁路开关的合闸。

[0023] 上述第二、第三开关采用机械开关或电子开关。

[0024] 上述电子开关为晶闸管、IGBT、IGCT、GTO或MOSFET。

[0025] 如前所述的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的控制方法,包含如下两种情况:

[0026] 第一种情况,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0027] 步骤C1,初始状态为第一旁路开关分断,第二开关分断;

[0028] 步骤C2,功率模块中的第一电容开始充电;

[0029] 步骤C3,如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容充电,给控制板卡供能,当控制板卡正常启动时,控制板卡发出合第二开关的指令,第二电容放电,触发第一旁路开关

合闸；

[0030] 如电源板卡工作不正常，则整流电路的输出给辅助驱动回路充电；当整流电路的输出电压达到第一阈值 V_{c1} 时，过压保护触发控制模块触发辅助驱动回路，辅助驱动回路触发第一旁路开关合闸；

[0031] 第二种情况，当功率模块正常工作，发生故障需要旁路时，包含如下步骤；

[0032] 步骤D1，初始状态为第一旁路开关分断，第二开关分断；

[0033] 步骤D2，检测到功率模块故障，控制板卡发出合第二开关指令，触发第一旁路开关合闸；

[0034] 步骤D3，如合闸成功，则流程终止；若合闸不成功，则转步骤D4；

[0035] 步骤D4，第一电容继续充电，整流电路的输出给辅助驱动回路充电；

[0036] 步骤D5，当整流电路的输出电压达到第一阈值 V_{c1} 时，过压保护触发控制模块触发辅助驱动回路，辅助驱动回路触发第一旁路开关合闸。

[0037] 采用上述方案后，本发明与现有技术相比的有益效果为：

[0038] (1) 本发明提供的功率模块旁路开关的冗余取能电路，在功率模块电源板卡发生故障时启动，通过冗余取能电路可以为旁路开关的合闸回路储能，保证旁路开关有足够的合闸能量；

[0039] (2) 所述功率模块旁路开关的冗余取能电路，在控制板卡发生故障无法正常触发旁路开关合闸时，仍然可以通过过压保护触发控制单元触发旁路开关的合闸命令；

[0040] (3) 所述功率模块旁路开关的冗余取能电路，在旁路开关合闸失败后，仍然可以通过过压保护触发控制单元触发旁路开关的合闸命令；

[0041] (4) 所述功率模块旁路开关的冗余取能电路，双重化配置了旁路开关的合闸储能回路以及合闸出发命令，提高了旁路开关旁路成功的可靠性；

[0042] (5) 所述功率模块旁路开关的冗余取能电路，提升原有系统的可靠性，具有工程实用价值。

附图说明

[0043] 图1是本发明功率模块旁路开关的冗余取能电路拓扑示意图；

[0044] 图2是本发明功率模块旁路开关的冗余取能电路的应用示意图；

[0045] 图3(a)是本发明中功率模块的第一实施例；

[0046] 图3(b)是本发明中功率模块的第二实施例；

[0047] 图3(c)是本发明中功率模块的第三实施例；

[0048] 图4是本发明带辅助驱动回路的拓扑示意图；

[0049] 图5是本发明在功率模块启动状态下旁路操作的控制逻辑图；

[0050] 图6是本发明在功率模块正常运行状态下旁路操作的控制逻辑图。

[0051] 图7是本发明带辅助驱动回路时功率模块启动状态下旁路操作的控制逻辑图；

[0052] 图8是本发明带辅助驱动回路时功率模块正常运行状态下旁路操作的控制逻辑图。

具体实施方式

[0053] 以下将结合附图,对本发明的技术方案及有益效果进行详细说明。

[0054] 如图1所示,是本发明提供的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的第一实施例,所述功率模块包括至少一个功率半导体器件、第一电容C1、第一旁路开关K1;所述取能电路包括主驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器TR1、整流电路和过压保护触发控制模块;所述主驱动回路包括第二开关K2、第二电容C2;所述第一变压器TR1原边并联在功率模块的X1端子和X2端子之间,副边与整流电路交流侧输入相连;所述整流电路输出的直流正与第二电容C2的正极相连,直流负与第二电容C2的负极相连;所述第一旁路开关K1并联在功率模块的X1端子和X2端子之间;所述电源板卡从电容第一C1上获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容C2充电;所述过压保护触发控制模块采样直流电路输出直流电压,进行过压保护判断触发第二开关K2来控制第一旁路开关K1的合闸;所述控制板卡通过触发第二开关K2来控制第一旁路开关K1的合闸。

[0055] 所述第一旁路开关K1具有合闸后机械保持功能,在断电后第一旁路开关K1能够保持合闸状态;所述第一旁路开关K1的合闸信号来自电容C2的放电。

[0056] 如图2所示,所述功率模块首尾串联构成电压源型换流器的一个换流链。

[0057] 如图3所示,所述功率模块可以为全桥连接形式,也可以为含电容C1及旁路开关K1的其他电路形式。

[0058] 前述第一实施例的控制方法包含如下内容:

[0059] 如图5所示,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0060] (1) 初始状态为第一旁路开关K1分断,第二开关K2分断;

[0061] (2) 功率模块中的第一电容C1开始充电;

[0062] (3) 如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容C2充电,给控制板供能;

[0063] (4) 控制板卡带电工作后,发出合第二开关K2的指令,第二电容C2放电,触发第一旁路开关K1合闸;

[0064] (5) 如电源板卡工作不正常,则整流电路的输出给第二电容C2充电;

[0065] (6) 第一电容C1和第二电容C2电压不断上升,当第二电容C2的电压达到第一阈值 V_{c1} ,过压保护触发控制模块触发第二开关K2合闸,第二电容C2放电,触发第一旁路开关K1合闸。

[0066] 如图6所示,当功率模块正常工作,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0067] (1) 初始状态为第一旁路开关K1分断,第二开关K2分断;

[0068] (2) 检测到功率模块故障,闭锁所有开关模块的驱动命令;

[0069] (3) 控制板卡发出合第二开关K2指令,触发第一旁路开关K1合闸;

[0070] (4) 如合闸成功,则流程终止;若合闸不成功,则执行以下流程;

[0071] (5) 第一电容C1继续充电,整流电路的输出给第二电容C2充电;

[0072] (6) 当第二电容C2的电压达到第一阈值 V_{c1} ,过压保护触发控制模块触发第二开关K2合闸,第二电容C2放电,触发第一旁路开关K1合闸。

[0073] 如图4所示,是本发明提供的一种功率模块旁路开关的冗余取能电路的第二实施例,所述功率模块包括至少一个功率半导体器件、第一电容C1、第一旁路开关K1;所述取能电路包括主驱动回路、辅助驱动回路、电源板卡、控制板卡、第一变压器TR1、整流电路和过

压保护触发控制模块;所述主驱动回路包括第二开关K2、第二电容C2;所述辅助驱动回路包括第三电容K3和第三开关C3;所述第一变压器TR1原边并联在功率模块的X1端子和X2端子之间,副边与整流电路交流侧输入相连;所述整流电路输出的直流正与第三电容C3的正极相连,直流负与第三电容C3的负极相连;所述第一旁路开关K1并联在功率模块的X1端子和X2端子之间;所述电源板卡从第一电容C1上获取能量,并向控制板卡提供供能以及向第二电容C2充电;所述控制板卡通过触发第二开关K2来控制第一旁路开关K1的合闸;所述过压保护触发控制模块采样直流电路输出直流电压,进行过压保护判断触发第二开关K3来控制第一旁路开关K1的合闸。

[0074] 所述第一旁路开关K1具有合闸后机械保持功能,在断电后第一旁路开关K1能够保持合闸状态;所述第一旁路开关K1的合闸信号来自电容C2或电容C3的放电。

[0075] 如图2所示,所述功率模块首尾串联构成电压源型换流器的一个换流链。

[0076] 如图3所示,所述功率模块可以为全桥连接形式,也可以为含电容C1及旁路开关K1的其他电路形式。

[0077] 前述第二实施例的控制方法包含如下内容:

[0078] 如图7所示,当功率模块启动时,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0079] (1) 初始状态为第一旁路开关K1分断,第二开关K2分断,第三开关K3分断;

[0080] (2) 功率模块中的第一电容C1开始充电;

[0081] (3) 如电源板卡工作正常,则电源板卡给第二电容C2充电,给控制板供能;

[0082] (4) 控制板卡带电工作后,发出合第二开关K2的指令,第二电容C2放电,触发第一旁路开关K1合闸;

[0083] (5) 如电源板卡工作不正常,则整流电路的输出给第三电容C3充电;

[0084] (6) 第一电容C1和第三电容C3电压不断上升,当第三电容C3的电压达到第一阈值 V_{c1} ,过压保护触发控制模块触发第三开关K3合闸,第三电容C3放电,触发第一旁路开关K1合闸。

[0085] 如图8所示,当功率模块正常工作,发生故障需要旁路时,包含如下步骤;

[0086] (1) 初始状态为第一旁路开关K1分断,第二开关K2分断,第三开关K3分断;

[0087] (2) 检测到功率模块故障,闭锁所有开关模块的驱动命令;

[0088] (3) 控制板卡发出合第二开关K2指令,触发第一旁路开关K1合闸;

[0089] (4) 如合闸成功,则流程终止;若合闸不成功,则执行以下流程;

[0090] (5) 第一电容C1继续充电,整流电路的输出给第三电容C3充电;

[0091] (6) 当第三电容C3的电压达到第一阈值 V_{c1} ,过压保护触发控制模块触发第三开关K3合闸,第三电容C3放电,触发第一旁路开关K1合闸。

[0092] 在前述第一、第二实施例中,所述的开关K2,开关K3可以是机械开关,也可以是电子开关,如晶闸管、IGBT、IGCT、GTO或MOSFET;所述开关K2,开关K3的触发信号来自控制板卡或过压保护触发控制模块。

[0093] 综合上述,本发明一种功能模块旁路开关的冗余取能电路及其控制方法,在电源板卡故障时,功率模块通过变压器TR1和整流电路为电容C2充电,利用过压保护触发控制模块为开关K2提供触发命令,实现电源板卡故障情况下旁路开关的可靠旁路,避免了功率模块因电源板卡故障造成的设备停运,方案可靠性高。

[0094] 以上实施例仅为说明本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,凡是按照本发明提出的技术思想,在技术方案基础上所做的任何改动,均落入本发明保护范围之内。

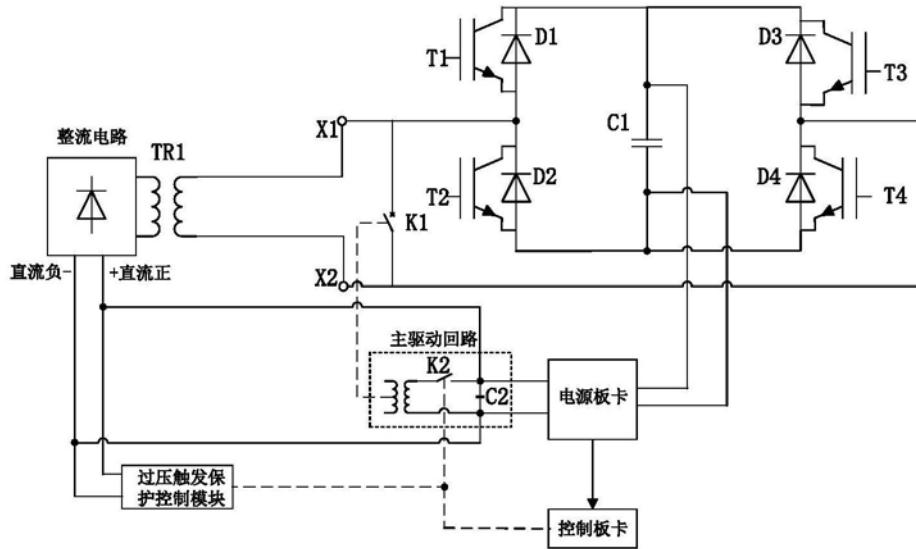


图1

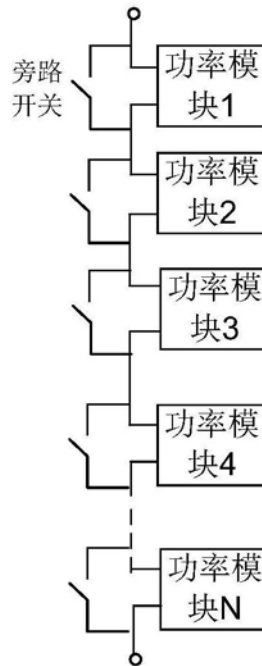


图2

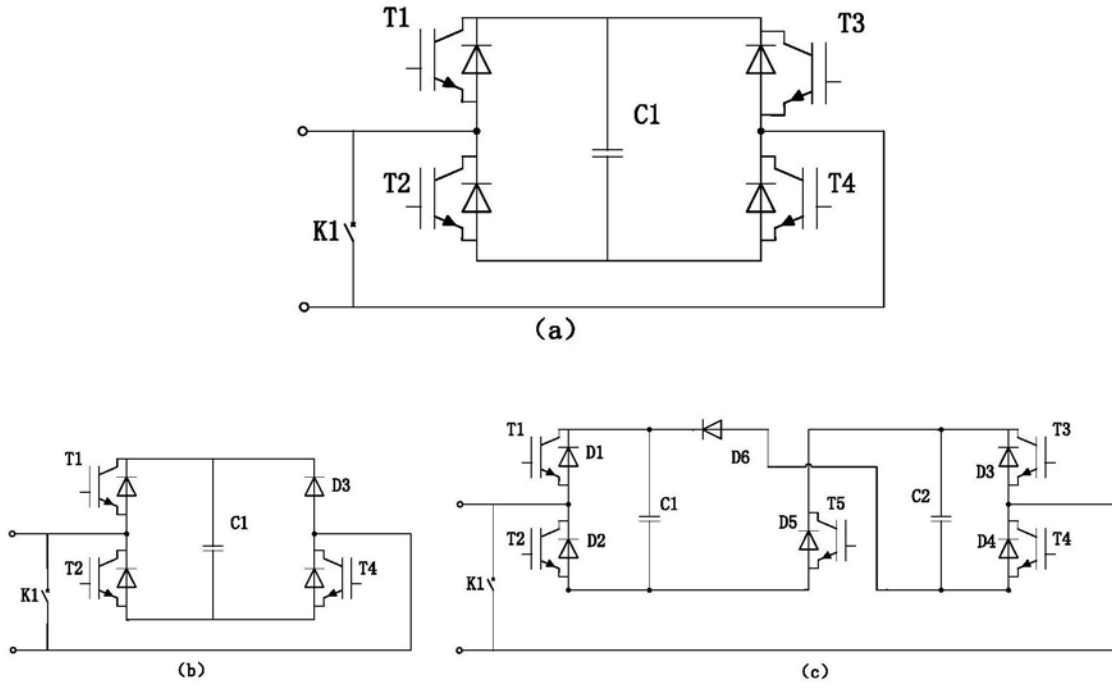


图3

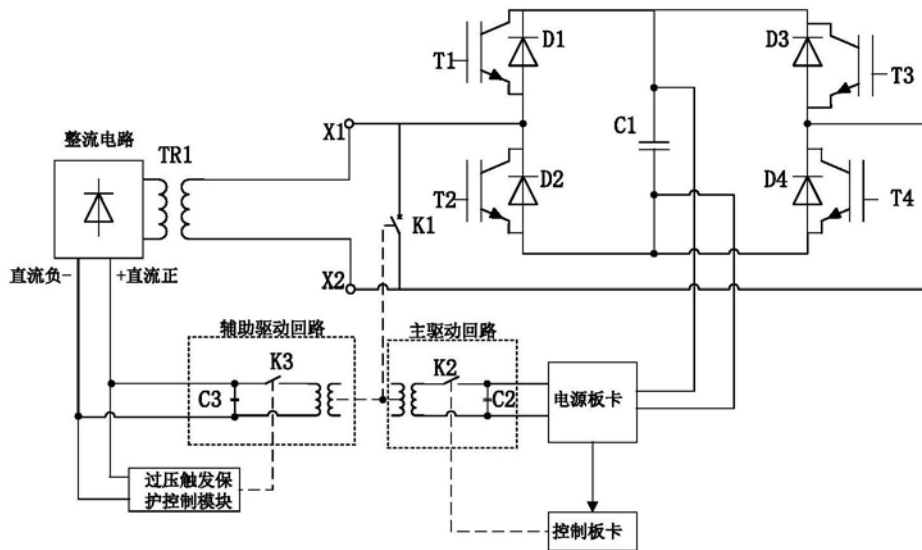


图4

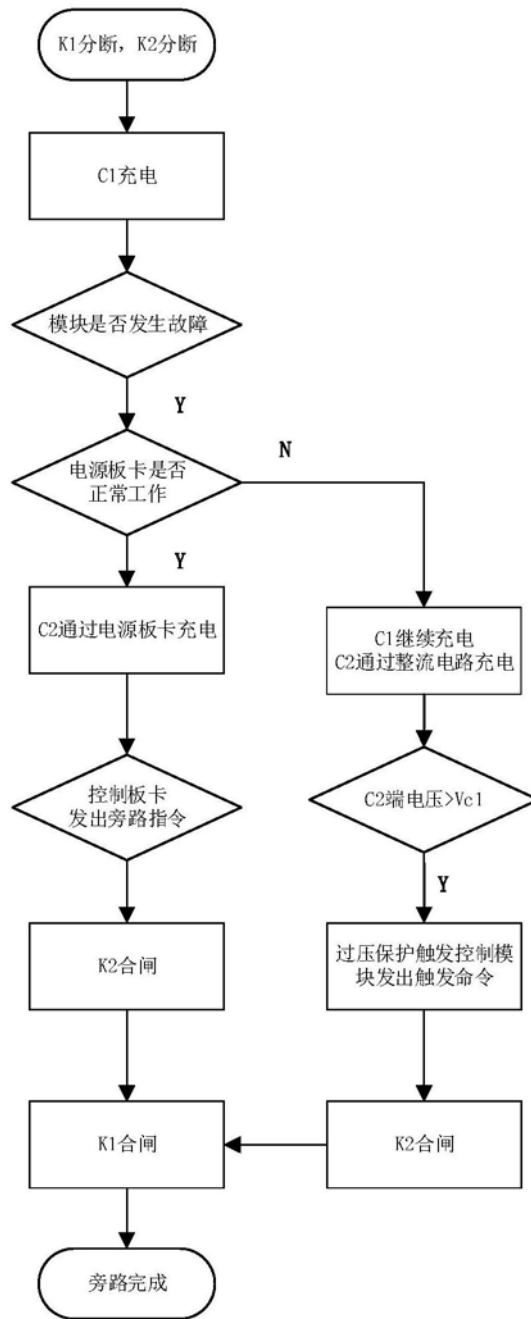


图5

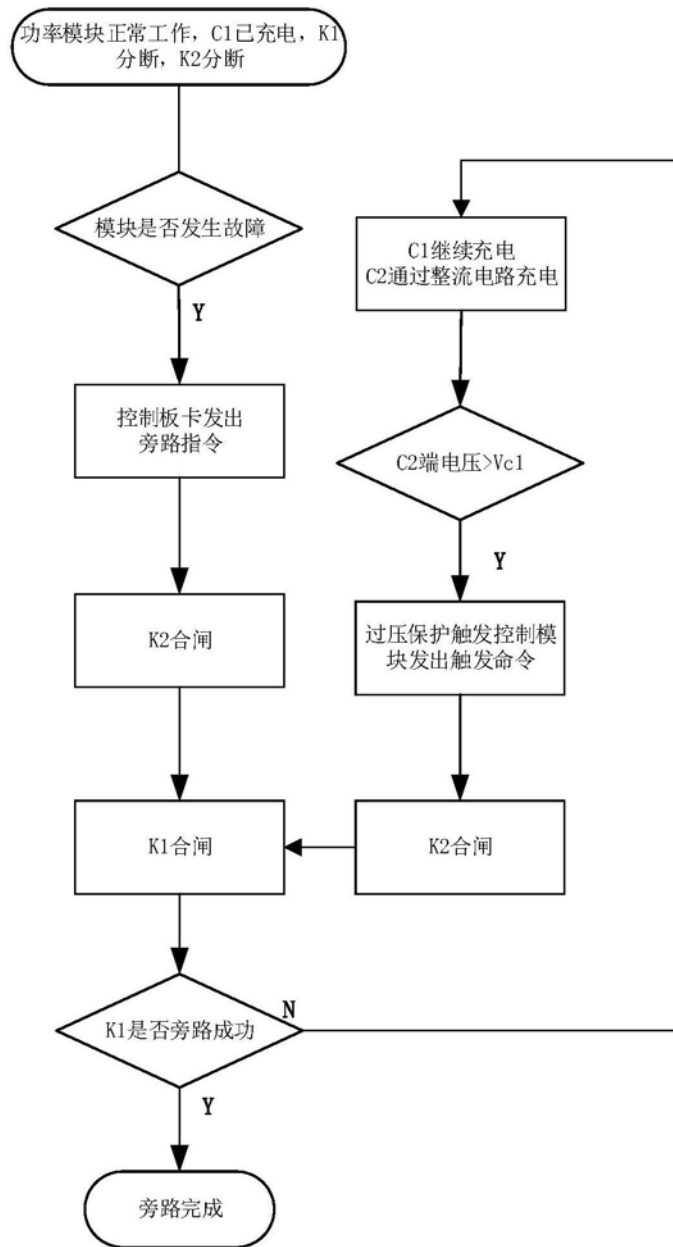


图6

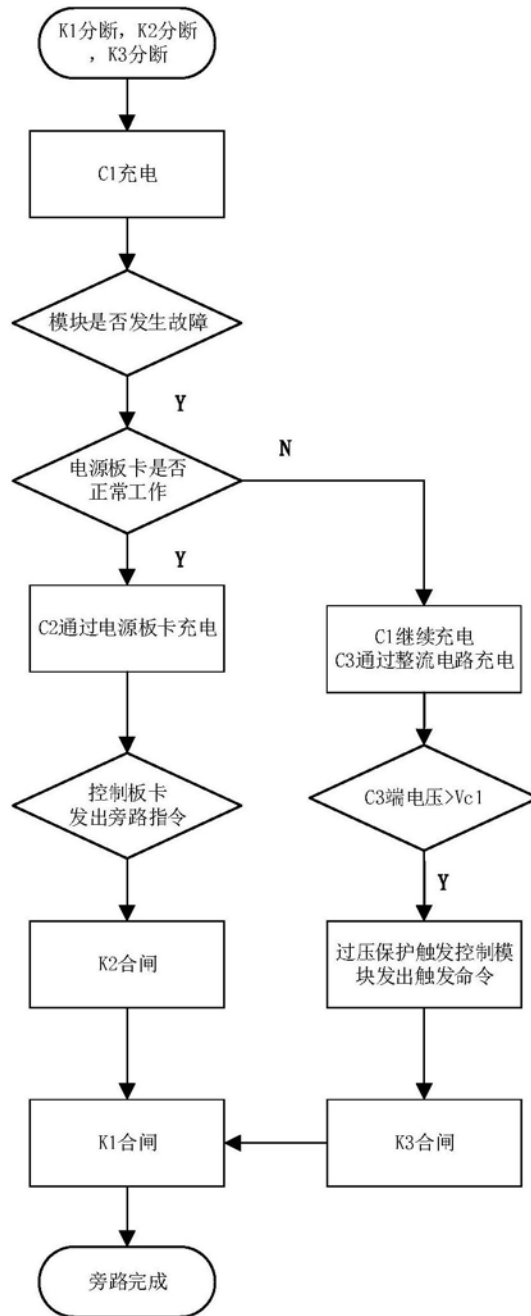


图7

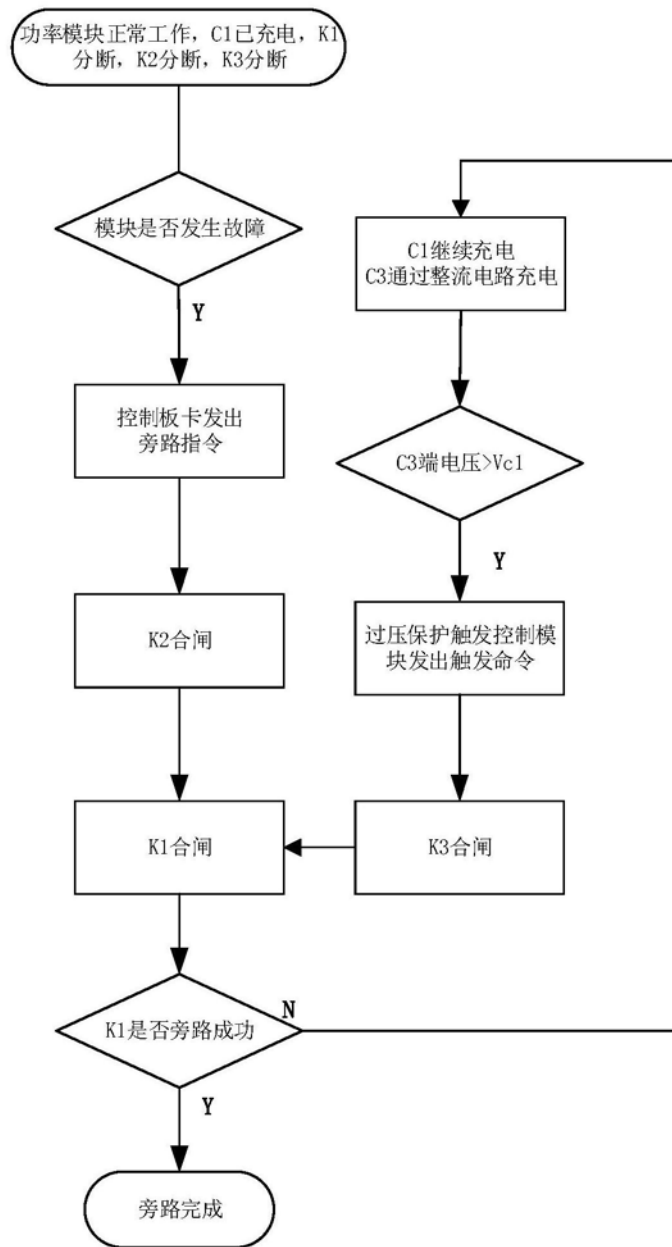


图8