

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103399270 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201310330546. 9

(22) 申请日 2013. 07. 31

(71) 申请人 东方电气集团东风电机有限公司
地址 614802 四川省乐山市五通桥区桥沟镇
桥沟街

(72) 发明人 刘琦 王志民 鄢治国 郜晓龙
张艳 郑曙光 周定祥

(74) 专利代理机构 成都金英专利代理事务所
(普通合伙) 51218

代理人 袁英

(51) Int. Cl.

G01R 31/28(2006. 01)

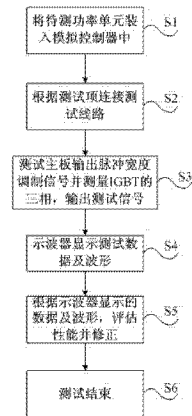
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,它包括模拟控制器、示波器、高压电源和负载电感,示波器、高压电源和负载电感集成在双脉冲测试柜体中,模拟控制器内部集成测试主板,测试主板控制测试过程。根据测试的实际情况,将模拟控制器输出的正负母线导线以及 U/V/W 三相引出线与双脉冲测试柜体的测试导线连接。一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,通过测量程序对功率单元的三相依次进行测试,根据示波器显示的测试数据及波形,评估待测功率单元中 IGBT 和驱动板的性能,同时可对功率单元进行修正。本发明能真实的捕捉功率单元在汽车电机控制器中的实际工作情况,测试结果准确,同时可优化功率单元的性能,不仅适用于实验,也适用于批量生产的出厂测试。



1. 一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,其特征在于:它包括模拟控制器、示波器、高压电源和负载电感,示波器、高压电源和负载电感集成在双脉冲测试柜体中,模拟控制器内部集成有测试主板,测试主板连接待测功率单元,测试主板负责产生脉冲宽度调制信号,控制待测功率单元的开通与关断,测量 IGBT 的相并控制相线输出相应信号;示波器的电压测试端根据测试项通过电压探头连接模拟控制器输出的正母线导线和相线引出线或负母线导线和相线引出线,示波器的电流测试端根据测试项通过电流探头连接模拟控制器输出的正母线导线或负母线导线;高压电源的正极连接模拟控制器的正母线导线,负极连接模拟控制器的负母线导线;负载电感的一端通过测试线连接模拟控制器输出的相线引出线,另一端根据测试项通过测试线连接模拟控制器输出的正母线导线或负母线导线;所述高压电源用于给待测功率单元提供高压。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,其特征在于:所述的电压探头为高压差分电压探头,电流探头为罗氏线圈电流探头。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,其特征在于:所述的相线引出线包括 U 相引出线、V 相引出线和 W 相引出线。

4. 根据权利要求 1 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,其特征在于:所述的双脉冲测试柜体上设有负载电感双掷开关,用于切换负载电感与正母线导线或负母线导线的连接。

5. 一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,其特征在于:它包括如下步骤:

S1:将待测功率单元装入模拟控制器中;

S2:根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器输出的正负母线导线以及 U、V、W 三相引出线连接;

S3:测试主板输出连续两次的脉冲宽度调制信号控制功率单元两次开通和关断,并依次测量 IGBT 的三相,控制相线引出线输出相应的信号;

S4:示波器显示测试数据及波形;

S5:根据示波器显示的测试数据及波形,评估待测功率单元中 IGBT 和驱动板的性能,同时对待测功率单元进行修正,修正的方法具体包括:

(1) 在第二次开通过程中,调整开通电阻 R_{gon} 的阻值,进而调整示波器上二极管反向恢复电流的斜率,减小二极管的瞬时功率;

(2) 在第二次关断过程中,调整关断电阻 R_{goff} ,进而调整示波器上二极管产生的电压尖峰;

S6:测试结束。

6. 根据权利要求 5 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,其特征在于:所述根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器的 U、V、W 三相引出线连接具体包括以下几种:

(1) 对 U 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 U 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(2) 对 U 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 U 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(3) 对 V 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线

和 V 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(4)对 V 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 V 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(5)对 W 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 W 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(6)对 W 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 W 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连。

7. 根据权利要求 5 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,其特征在于:所述测试主板测量 IGBT 的三相包括如下子步骤:

S31:测量 U 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S32;

S32:测量 U 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S33;

S33:测量 V 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S34;

S34:测量 V 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S35;

S35:测量 W 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S36;

S36:测量 W 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则结束。

8. 根据权利要求 5 所述的一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,其特征在于:所述待测功能单元性能的评估内容包括二极管的反向恢复电流、二极管反向恢复电流的峰值、二极管反向恢复电流的震荡情况及拖尾的长度、二极管产生的电压的变化情况和功率损耗。

一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 IGBT 和驱动板的检测设备,特别是涉及一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置及方法。

背景技术

[0002] 随着国家节能减排的需求,电动汽车开始在我国大中城市逐渐普及,尤其是政府主导的电动大巴以及电动出租车项目,正在为国家节能减排任务做出不可估量的贡献。而电动汽车控制器作为电动汽车上最为关键的部件也得到了大家的高度重视,其发展情况和技术水平一直受到国家部委和市场的广泛关注,IGBT 和驱动是电动汽车控制器中最为关键和昂贵的部件,其质量的优劣直接决定了电动汽车的故障率和使用寿命,在电动汽车推广阶段起着至关重要的作用。

[0003] 传统的双脉冲实验可以在实验室对 IGBT 和驱动板进行测量,是设计功率单元中必不可少的测试步骤,但是实验室的测试或多或少会有别于功率单元直接安装在电动汽车控制器中的情况,有时在测试时并未发现任何问题,但当功率单元安装到电动汽车控制器中时,会带来未知的杂散电感等问题,这可能会烧毁电动汽车控制器;另外,传统的双脉冲测试平台由于体积等限制难以满足批量化生产的出厂测试;再者,传统的测试往往只是针对一相的 IGBT 进行测试,无法准确的得到测试数据,当功率单元装入电动汽车控制器后,也就无法保证控制器的性能。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种操作简单快捷、测试效率高的 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置及方法,它将各测试部件进行集成,实现汽车控制器的专用测试,能真实的捕捉功率单元在汽车电机控制器中的实际工作情况,测试结果准确,同时可优化功率单元的性能,不仅适用于实验,也适用于批量生产的出厂测试。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置,它包括模拟控制器、示波器、高压电源和负载电感,示波器、高压电源和负载电感集成在双脉冲测试柜体中,模拟控制器内部集成有测试主板,测试主板连接待测功率单元,测试主板负责产生脉冲宽度调制信号,控制待测功率单元的开通与关断,测量 IGBT 的相并控制相线输出相应信号;示波器的电压测试端根据测试项通过电压探头连接模拟控制器输出的正母线导线和相线引出线或负母线导线和相线引出线,示波器的电流测试端根据测试项通过电流探头连接模拟控制器输出的正母线导线或负母线导线;高压电源的正极连接模拟控制器的正母线导线,负极连接模拟控制器的负母线导线;负载电感的一端通过测试线连接模拟控制器输出的相线引出线,另一端根据测试项通过测试线连接模拟控制器输出的正母线导线或负母线导线;所述高压电源用于给待测功率单元提供高压。

[0006] 所述的电压探头为高压差分电压探头,电流探头为罗氏线圈电流探头。

[0007] 所述的相线引出线包括 U 相引出线、V 相引出线和 W 相引出线。

[0008] 所述的双脉冲测试柜体上设有负载电感双掷开关,用于切换负载电感与正母线导线或负母线导线的连接。

[0009] 一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,它包括如下步骤:

S1:将待测功率单元装入模拟控制器中;

S2:根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器输出的正负母线导线以及 U、V、W 三相引出线连接;

S3:测试主板输出连续两次的脉冲宽度调制信号控制功率单元两次开通和关断,并依次测量 IGBT 的三相,控制相线引出线输出相应的信号;

S4:示波器显示测试数据及波形;

S5:根据示波器显示的测试数据及波形,评估待测功率单元中 IGBT 和驱动板的性能,同时对待测功率单元进行修正,修正的方法具体包括:

(1) 在第二次开通过程中,调整开通电阻 R_{gon} 的阻值,进而调整示波器上二极管反向恢复电流的斜率,减小二极管的瞬时功率;

(2) 在第二次关断过程中,调整关断电阻 R_{goff} ,进而调整示波器上二极管产生的电压尖峰;

S6:测试结束。

[0010] 所述根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器的 U、V、W 三相引出线连接具体包括以下几种:

(1) 对 U 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 U 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(2) 对 U 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 U 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(3) 对 V 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 V 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(4) 对 V 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 V 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(5) 对 W 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 W 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(6) 对 W 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 W 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连。

[0011] 所述测试主板测量 IGBT 的三相包括如下子步骤:

S31:测量 U 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S32;

S32:测量 U 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S33;

S33:测量 V 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S34;

S34:测量 V 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S35;

S35:测量 W 相上管,执行相应的测试程序并结束,若否,则跳转 S36;

S36:测量 W 相下管,执行相应的测试程序并结束,若否,则结束。

[0012] 所述待测功能单元性能的评估内容包括二极管的反向恢复电流、二极管反向恢复电流的峰值、二极管反向恢复电流的震荡情况及拖尾的长度、二极管产生的电压的变化情

况和功率损耗。

[0013] 本发明的有益效果是：

(1) 设有模拟控制器，能更真实的捕捉功率单元在汽车电机控制器中的实际工作情况，测试结果准确，能有效避免杂散电感等问题带来的电子元器件或控制器损坏，延长电子元器件和控制器的使用寿命；

(2) 能通过调整开通电阻或关断电阻的阻值，实现功率单元性能的优化；

(3) 将示波器、高压电源和负载电感等测试部件集成在双脉冲测试柜体中，不需要繁琐的测试台架，便于批量化生产的出厂批量化测试；

(4) 可通过观测的参数对功率单元进行修正，提高功率单元的性能；

(5) 在双脉冲测试柜体上设有负载电感双掷开关，在分别对上管和下管进行测试时，只需拨动负载电感双掷开关便可改变负载电感两端的连接，无需拆除电感，操作简单快捷，提高测试效率。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明在测试 U 相上管时的电路结构图；

图 2 为本发明在测试 U 相下管时的电路结构图；

图 3 为负载电感双掷开关的结构示意图；

图 4 为发明的方法流程图；

图 5 为测试主板测量 IGBT 的三相的流程图；

图 6 为测试中的电流波形及重点观测点；

图 7 为测试中的电压波形及重点观测点。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图进一步详细描述本发明的技术方案，但本发明的保护范围不局限于以下所述。

[0016] 一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试装置，它包括模拟控制器、示波器、高压电源和负载电感(L)，示波器、高压电源和负载电感集成在双脉冲测试柜体中，模拟控制器内部集成有测试主板(CPU)，测试主板连接待测功率单元，测试主板负责产生脉冲宽度调制信号(PWM)，控制待测功率单元的开通与关断，测量 IGBT 的相并控制相线输出相应信号。高压电源的正极连接模拟控制器的正母线导线，负极连接模拟控制器的负母线导线，负责给待测功率单元提供高压。模拟控制器的相线引出线包括 U 相引出线、V 相引出线和 W 相引出线。

[0017] 如图 1 所示，当测试 U 相上管(UT)时，示波器的电压测试端通过电压探头连接模拟控制器输出的正母线导线和 U 线引出线，示波器的电流测试端通过电流探头连接模拟控制器输出的负母线导线。负载电感的一端通过测试线连接模拟控制器输出的 U 相引出线，另一端通过测试线连接模拟控制器输出的负母线导线。

[0018] 如图 2 所示，当测试 U 相下管(UB)时，示波器的电压测试端通过电压探头连接 U 线引出线和模拟控制器输出的负母线导线，示波器的电流测试端通过电流探头连接模拟控制器输出的正母线导线。负载电感的一端通过测试线连接模拟控制器输出的 U 线引出线，另一端通过测试线连接模拟控制器输出的正母线导线。

[0019] 类似的,按上述所示电路结构图的类似接法,可对待测功率单元的 V 相(VT 和 VB)和 W 相(WT 和 WB)分别进行测试,即当测试 V 相时,连接 V 相引出线,当测试 W 相时,连接 W 相引出线。

[0020] 所述的电压探头为高压差分电压探头,电流探头为罗氏线圈电流探头。

[0021] 完成 U 相上管的测试后,需对 U 相下管进行测试,将电压和负载电感探头调换位置。因负载电感无极性,且无论是在测试 U 相上管还是 U 相下管,负载电感是始终有一端连接在 U 相引出线上,因此在双脉冲测试柜体上设置负载电感双掷开关,如图 3 所示,负载电感另一端的连接只需通过负载电感双掷开关在模拟控制器输出的正母线导线和负母线导线中切换即可,无需拆除电感。同理,V/W 相上管和下管的测试,负载电感两端的连接也可直接通过负载电感双掷开关进行切换。

[0022] 如图 4 所示,一种 IGBT 驱动模块双脉冲测试方法,它包括如下步骤:

S1:将待测功率单元装入模拟控制器中;

S2:根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器输出的正负母线导线以及 U、V、W 三相引出线连接;

S3:测试主板输出连续两次的脉冲宽度调制信号控制功率单元两次开通和关断,并依次测量 IGBT 的三相,控制相线引出线输出相应的信号;

S4:示波器显示测试数据及波形;

S5:根据示波器显示的测试数据及波形,如图 6、图 7 所示,评估待测功率单元中 IGBT 和驱动板的性能,同时对待测功率单元进行修正,修正的方法具体包括:

(1) 在第二次开通过程中,调整开通电阻 R_{gon} 的阻值,进而调整示波器上二极管反向恢复电流的斜率,减小二极管的瞬时功率;

(2) 在第二次关断过程中, V_{ce} 的电压尖峰是杂散电感与 di/dt 的乘积,从电压尖峰可以评估 IGBT 的安全程度,合适的调整关断电阻 R_{goff} ,可以调整示波器上二极管产生的电压尖峰;

S6:测试结束。

[0023] 所述根据测试项将双脉冲测试柜体的测试导线与模拟控制器的 U、V、W 三相引出线连接具体包括以下几种:

(1) 对 U 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 U 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(2) 对 U 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 U 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(3) 对 V 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 V 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(4) 对 V 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 V 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

(5) 对 W 相上管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的正母线导线和 W 相引出线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的负母线导线相连;

(6) 对 W 相下管进行测试时,示波器的电压探头分别与模拟控制器输出的 W 相引出线和负母线导线相连,示波器的电流探头与模拟控制器输出的正母线导线相连;

如图 5 所示,所述测试主板测量 IGBT 的三相包括如下子步骤:

S31:测量 U 相上管,执行下述测试程序并结束,若否,则跳转 S32;

更新 EPWM1 比较值,使 PWM1 输出使能;

EPWM2 比较值为零,使 PWM2 输出禁止;

EPWM3 比较值为零,使 PWM3 输出禁止;

EPWM4 比较值为零,使 PWM4 输出禁止;

EPWM5 比较值为零,使 PWM5 输出禁止;

EPWM6 比较值为零,使 PWM6 输出禁止;

S32:测量 U 相下管,执行下述测试程序并结束,若否,则跳转 S33;

EPWM1 比较值为零,使 PWM1 输出禁止;

更新 EPWM2 比较值,使 PWM2 输出使能;

EPWM3 比较值为零,使 PWM3 输出禁止;

EPWM4 比较值为零,使 PWM4 输出禁止;

EPWM5 比较值为零,使 PWM5 输出禁止;

EPWM6 比较值为零,使 PWM6 输出禁止;

S33:测量 V 相上管,执行下述测试程序并结束,若否,则跳转 S34;

EPWM1 比较值为零,使 PWM1 输出禁止;

EPWM2 比较值为零,使 PWM2 输出禁止;

更新 EPWM3 比较值,使 PWM3 输出使能;

EPWM4 比较值为零,使 PWM4 输出禁止;

EPWM5 比较值为零,使 PWM5 输出禁止;

EPWM6 比较值为零,使 PWM6 输出禁止;

S34:测量 V 相下管,执行下述测试程序并结束,若否,则跳转 S35;

EPWM1 比较值为零,使 PWM1 输出禁止;

EPWM2 比较值为零,使 PWM2 输出禁止;

EPWM3 比较值为零,使 PWM3 输出禁止;

更新 EPWM4 比较值,使 PWM4 输出使能;

EPWM5 比较值为零,使 PWM5 输出禁止;

EPWM6 比较值为零,使 PWM6 输出禁止;

S35:测量 W 相上管,执行下述测试程序并结束,若否,则跳转 S36;

EPWM1 比较值为零,使 PWM1 输出禁止;

EPWM2 比较值为零,使 PWM2 输出禁止;

EPWM3 比较值为零,使 PWM3 输出禁止;

EPWM4 比较值为零,使 PWM4 输出禁止;

更新 EPWM5 比较值,使 PWM5 输出使能;

EPWM6 比较值为零,使 PWM6 输出禁止;

S36:测量 W 相下管,执行下述测试程序并结束,若否,则结束:

EPWM1 比较值为零,使 PWM1 输出禁止;

EPWM2 比较值为零,使 PWM2 输出禁止;

EPWM3 比较值为零,使 PWM3 输出禁止;
EPWM4 比较值为零,使 PWM4 输出禁止;
EPWM5 比较值为零,使 PWM5 输出禁止;
更新 EPWM6 比较值,使 PWM6 输出使能。

[0024] 待测功能单元性能的全面评估必须包括以下内容:(1)二极管的反向恢复电流 di/dt ;(2)二极管反向恢复电流的峰值;(3)二极管反向恢复电流是否有震荡,拖尾有多长;(4)二极管产生的电压 V_{ce} 的变化情况;(5)测算出功率损耗。

[0025] 结合图 2,进一步描述本发明对 U 相下管进行测试时的测试原理:在对 U 相下管进行测试时,如图 2 所示的电路结构图,UT 相二极管及 UB 相 IGBT 是被测对象,在两次开通与关断过程中,第二次开通时,二极管的反向恢复电流及关断过程中 V_{ce} 的波形变化是需要重点关注的。第二次开通时,杂散电感及二极管反向恢复电流相作用,会使二极管产生一个电压尖峰,此时二极管的瞬时功率达到最大,也就是二极管最危险的时刻,如图 6、图 7 所示。调整 R_{gon} 的阻值可以调整反向恢复电流的斜率,从而达到减小二极管瞬时功率,保护二极管。在关断过程中, V_{ce} 的电压尖峰是杂散电感与 di/dt 的乘积,从电压尖峰可以评估 IGBT 的安全程度,据此可调节合适的关断电阻 R_{goff} 。而在短路时此尖峰比在正常工作时高很多,有源钳位电路可对此有效抑制。

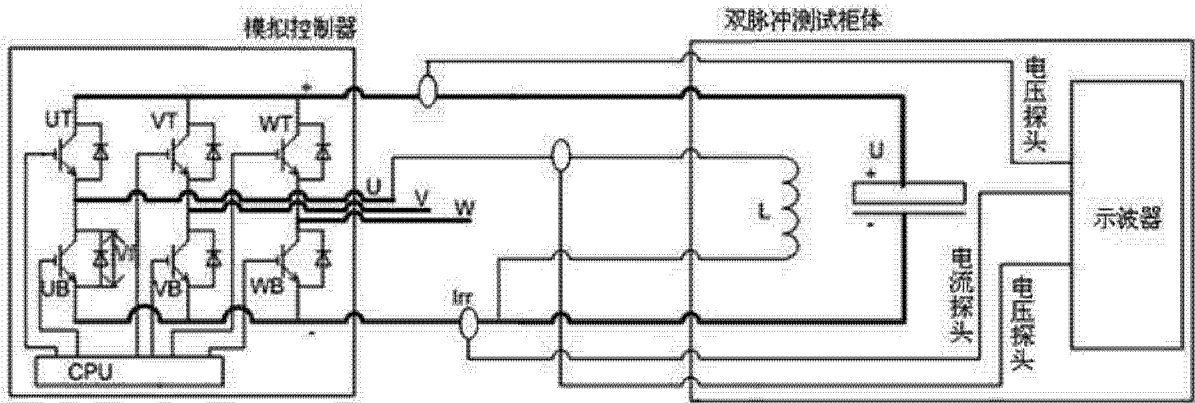


图 1

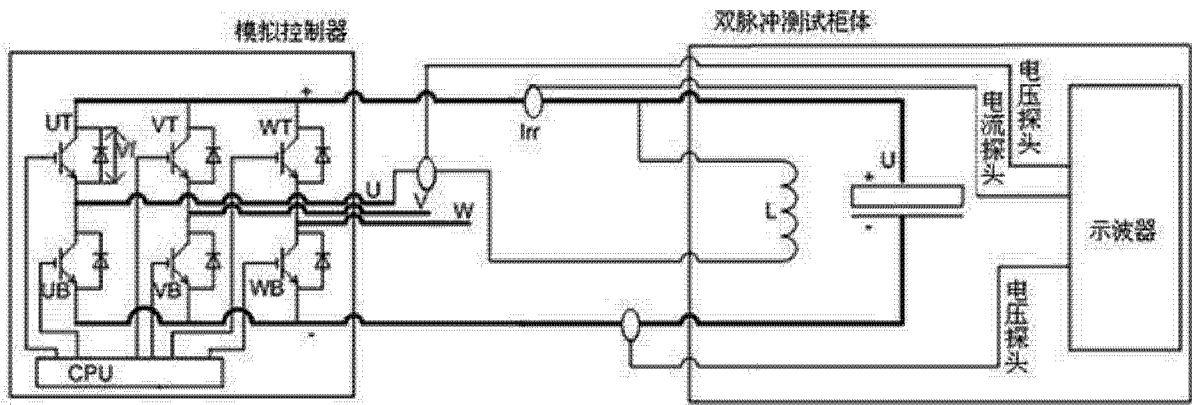


图 2

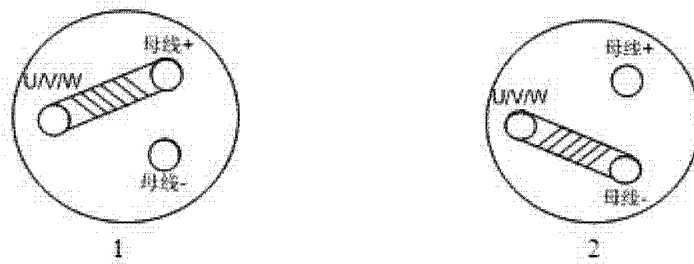


图 3

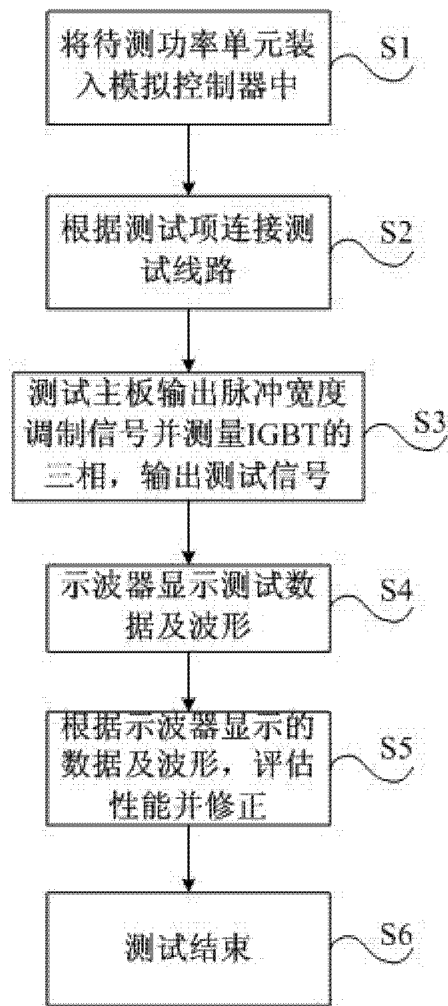


图 4

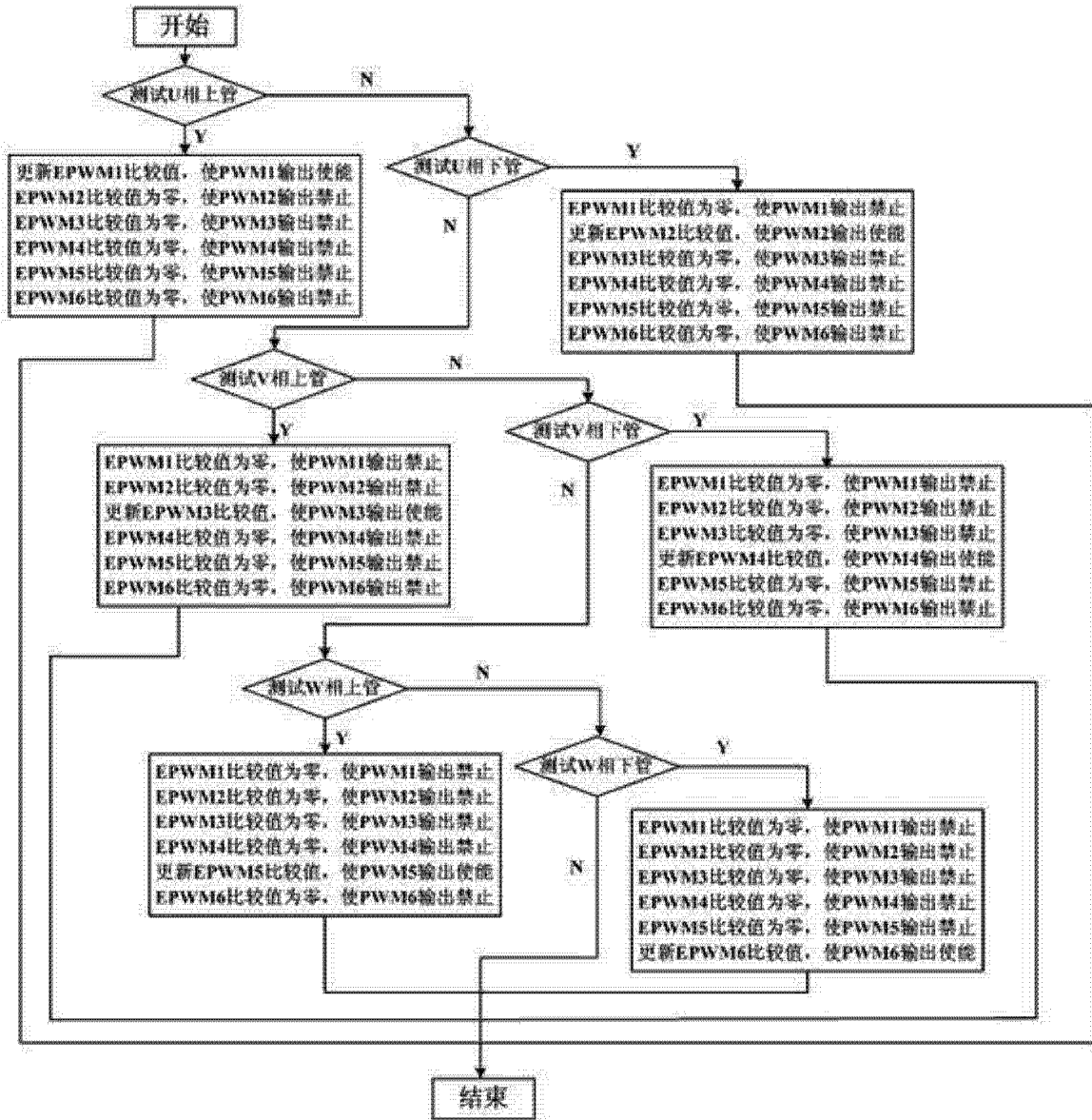


图 5

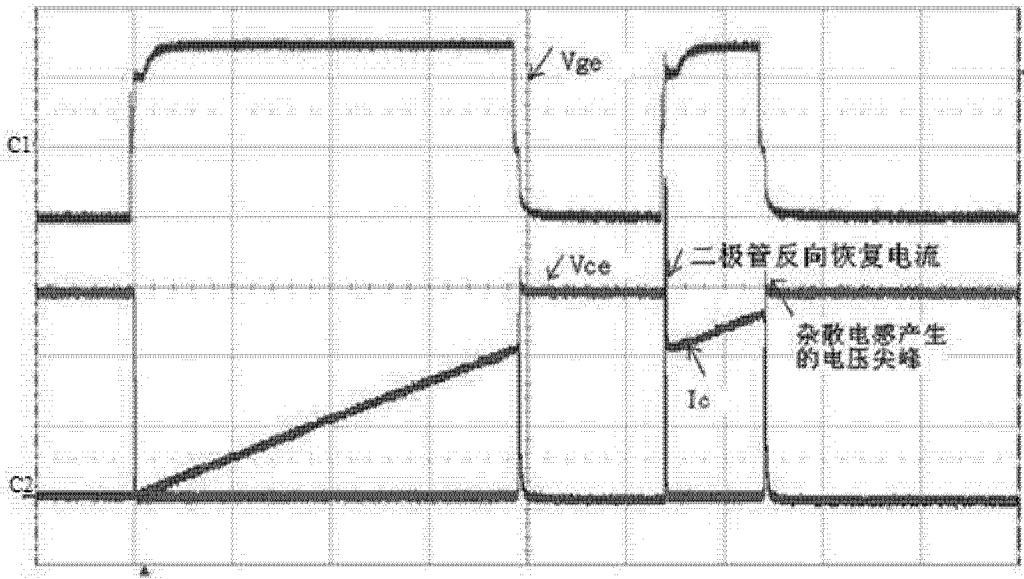


图 6

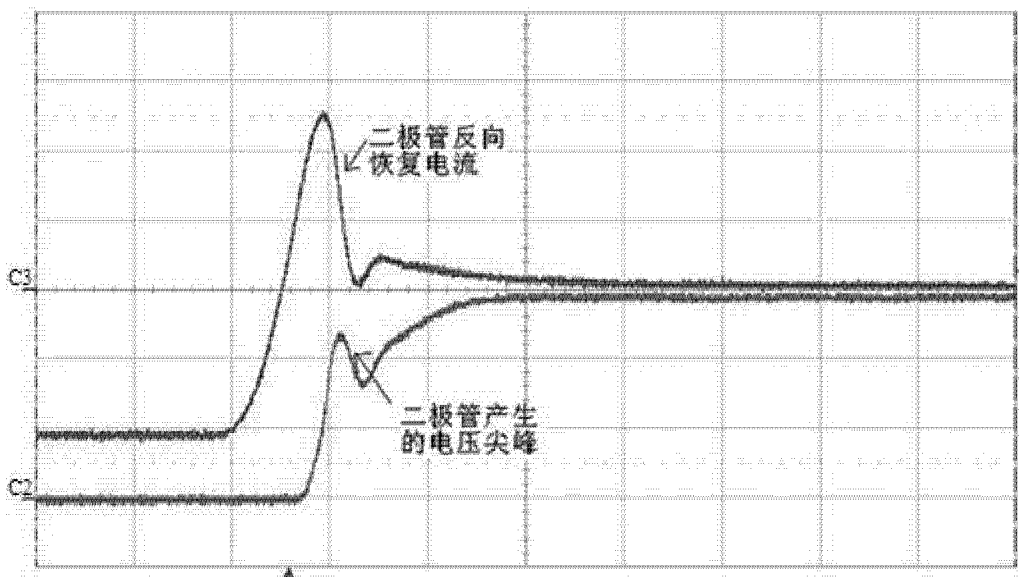


图 7