(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119738627 A
(43)申请公布日 2025.04.01

(21)申请号 202411740658.6

(22)申请日 2024.11.29

(71)申请人 北京卫星制造厂有限公司
地址 100190 北京市海淀区知春路63号

(72)发明人 陈滔 张明华 王宁宁 陈庆
胡鲲 李海波 曹辰磊 李岩
李燕 胡文婷 付晨辰 殷辰阳

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心 11009
专利代理师 杨春颖

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)
G01R 19/25(2006.01)

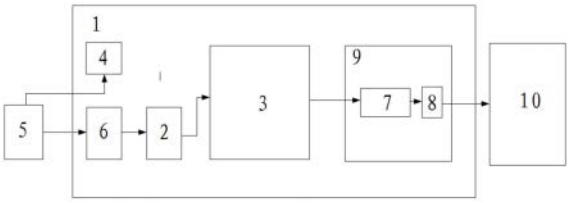
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种功率模块的无源网络负载测试系统

(57)摘要

本发明公开了一种功率模块的无源网络负载测试系统,包括:测试台、单片机、驱动电路板、计算机、串口通讯接口、待测功率模块、电压电流检测模块和无功负载网络;单片机和驱动电路板安装在测试台内;单片机通过信号传输线与驱动电路板连接,通过串口通讯接口与计算机连接;待测功率模块安装在测试台上,通过信号传输线与驱动电路板连接,通过接线端子和直流母线与无功负载网络连接;待测功率模块与无功负载网络之间设置有电压电流检测模块。本发明所述系统,可以不使用电机而使用无功负载网络模拟实际负载,对功率模块的各项动态参数进行测试,并对测试结果进行分析、处理,实现不同规格功率模块在不同工况条件下可靠性验证。



CN 119738627 A

1.一种功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,包括:测试台(1)、单片机(2)、驱动电路板(3)、计算机(5)、串口通讯接口(6)、待测功率模块(7)、电压电流检测模块(8)和无功负载网络(10);其中,单片机(2)和驱动电路板(3)安装在测试台(1)内;单片机(2)通过信号传输线与驱动电路板(3)连接,通过串口通讯接口(6)与计算机(5)连接;待测功率模块(7)安装在测试台(1)上,待测功率模块(7)通过信号传输线与驱动电路板(3)连接,待测功率模块(7)通过接线端子和直流母线与无功负载网络(10)连接;待测功率模块(7)与无功负载网络(10)之间设置有电压电流检测模块(8)。

2.根据权利要求1所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,

电压电流检测模块(8),用于对待测功率模块(7)的温度、相电流和相电压进行检测,并采集得到检测数据;对检测数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机(2);

单片机(2),用于对由电压电流检测模块(8)发送来的数字信号进行滤波求平均处理,将处理后的数据通过串口通讯接口(6)发送给计算机(5)、通过信号传输线发送给驱动电路板(3);

计算机(5),用于对由单片机(2)发送来的处理后的数据进行解析,得到待测功率模块(7)的当前温度、相电流和相电压,并显示和存储;

驱动电路板(3),用于根据由单片机(2)发送来的处理后的数据,结合预设的期望相电流,对待测功率模块(7)进行驱动,使待测功率模块(7)产生与期望相电流相一致的相电流;

无功负载网络(10),用于为待测功率模块(7)提供负载。

3.根据权利要求2所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,电压电流检测模块(8),包括:霍尔电流传感器、电压传感器和温度传感器,分别用于测量得到待测功率模块(7)相电流、相电压和温度。

4.根据权利要求2所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,无功负载网络(10)采用三个星形连接的三相电感作为待测功率模块(7)的负载,以在待测功率模块(7)调制出对应频率以及幅值的相电压时,在三相电感上产生对应大小及频率的相电流。

5.根据权利要求1所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,还包括:散热器(9);其中,散热器(9)安装在测试台(1)内、位于待测功率模块(7)下方,用于实现对待测功率模块(7)的散热。

6.根据权利要求1所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,还包括:输入输出设备(4);其中,安装在测试台(1)上,通过信号传输线与计算机(5)连接。

7.根据权利要求6所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,输入输出设备(4),包括:鼠标、键盘和显示屏。

8.根据权利要求6所述的功率模块的无源网络负载测试系统,其特征在于,系统工作流程如下:

通过输入输出设备(4)设定测试模式和测试参数;其中,测试模式,包括:永磁同步电机矢量测试模式、异步电机VF测试模式和无功测试模式;测试参数,包括:开关频率、负载频率、负载电流和直流输入电压;

计算机(5)将接收到的测试模式和测试参数发送给单片机(2);

单片机(2)根据接收到的测试模式和测试参数生成相应的控制信号;其中,若测试模式

为永磁同步电机矢量测试模式,则单片机(2)通过调整转速、相电流最大值的设置,产生基于转速电流双闭环的SVPWM控制信号,并将控制SVPWM信号输入到驱动电路板(3);若测试模式为异步电机VF测试模式,则单片机(2)通过调整相电压的频率、大小设置,产生VF测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM1控制信号,并将SPWM1控制信号输入到驱动电路板(3);若测试模式为无功测试模式,则单片机(2)通过调整相电压的频率、大小设置,产生无功测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM2控制信号,并将SPWM2控制信号输入到驱动电路板(3);

驱动电路(3)在接收到由单片机(2)发送来的控制信号后,经过驱动放大后,输出给待测功率模块(7),对待测功率模块(7)进行驱动,使待测功率模块(7)工作在测试模式所要求的条件下;

无功负载网络(10)在接收到待测功率模块(7)调制的相电压后,自动调制出三相正弦电流;

通过电压电流检测模块(8)对待测功率模块(7)的相电压、相电流和运行时的温度进行采集,对采集到的数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机(2);

计算机(5)对数字信号进行处理解析,并显示解析结果。

一种功率模块的无源网络负载测试系统

技术领域

[0001] 本发明属于功率模块动态测试技术领域,尤其涉及一种功率模块的无源网络负载测试系统。

背景技术

[0002] IGBT功率模块是目前国内外发展最迅速、用途最广泛的功率半导体器件,其优异的高速开关性能使其广泛的应用于新一代高品质武器装备中,随着各种新型武器不断出现,导弹发射车、雷达电源,电磁炮、激光武器、电磁弹射等高能武器需要大容量的电能供应,对IGBT的需求剧增。功率模块的性能优劣直接决定导弹武器系统能否可靠稳定运行。

[0003] 目前用测试系统主要对功率模块的动静态参数进行测试,其测试结果不能完全反映功率模块在实际使用中的带载和热设计问题。功率模块的应用主要集中于电机控制,电机控制通常采用两电平电压源逆变器拓扑,电机控制工况复杂,对功率模块应力影响较大,需要针对不同的应用场合选择不同的电机进行配套设计,所需环境苛刻。

发明内容

[0004] 本发明的技术解决问题:克服现有技术的不足,提供一种功率模块的无源网络负载测试系统,可以不使用电机而使用无功负载网络模拟实际负载,对功率模块的各项动态参数进行测试,并对测试结果进行分析、处理,实现不同规格功率模块在不同工况条件下可靠性验证。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明公开了一种功率模块的无源网络负载测试系统,包括:测试台、单片机、驱动电路板、计算机、串口通讯接口、待测功率模块、电压电流检测模块和无功负载网络;其中,单片机和驱动电路板安装在测试台内;单片机通过信号传输线与驱动电路板连接,通过串口通讯接口与计算机连接;待测功率模块安装在测试台上,待测功率模块通过信号传输线与驱动电路板连接,待测功率模块通过接线端子和直流母线与无功负载网络连接;待测功率模块与无功负载网络之间设置有电压电流检测模块。

[0006] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,

[0007] 电压电流检测模块,用于对待测功率模块的温度、相电流和相电压进行检测,并采集得到检测数据;对检测数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机;

[0008] 单片机,用于对由电压电流检测模块发送来的数字信号进行滤波求平均处理,将处理后的数据通过串口通讯接口发送给计算机、通过信号传输线发送给驱动电路板;

[0009] 计算机,用于对由单片机发送来的处理后的数据进行解析,得到待测功率模块的当前温度、相电流和相电压,并显示和存储;

[0010] 驱动电路板,用于根据由单片机发送来的处理后的数据,结合预设的期望相电流,对待测功率模块进行驱动,使待测功率模块产生与期望相电流相一致的相电流;

[0011] 无功负载网络,用于为待测功率模块提供负载。

[0012] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,电压电流检测模块,包括:霍尔电流

传感器、电压传感器和温度传感器,分别用于测量得到待测功率模块相电流、相电压和温度。

[0013] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,无功负载网络采用三个星形连接的三相电感作为待测功率模块的负载,以在待测功率模块调制出对应频率以及幅值的相电压时,在三相电感上产生对应大小及频率的相电流。

[0014] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,还包括:散热器;其中,散热器安装在测试台内、位于待测功率模块下方,用于实现对待测功率模块的散热。

[0015] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,还包括:输入输出设备;其中,安装在测试台上,通过信号传输线与计算机连接。

[0016] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,输入输出设备,包括:鼠标、键盘和显示屏。

[0017] 在上述功率模块的无源网络负载测试系统中,系统工作流程如下:

[0018] 通过输入输出设备设定测试模式和测试参数;其中,测试模式,包括:永磁同步电机矢量测试模式、异步电机VF测试模式和无功测试模式;测试参数,包括:开关频率、负载频率、负载电流和直流输入电压;

[0019] 计算机将接收到的测试模式和测试参数发送给单片机;

[0020] 单片机根据接收到的测试模式和测试参数生成相应的控制信号;其中,若测试模式为永磁同步电机矢量测试模式,则单片机通过调整转速、相电流最大值的设置,产生基于转速电流双闭环的SVPWM控制信号,并将控制SVPWM信号输入到驱动电路板;若测试模式为异步电机VF测试模式,则单片机通过调整相电压的频率、大小设置,产生VF测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM1控制信号,并将SPWM1控制信号输入到驱动电路板;若测试模式为无功测试模式,则单片机通过调整相电压的频率、大小设置,产生无功测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM2控制信号,并将SPWM2控制信号输入到驱动电路板;

[0021] 驱动电路在接收到由单片机发送来的控制信号后,经过驱动放大后,输出给待测功率模块,对待测功率模块进行驱动,使待测功率模块工作在测试模式所要求的条件下;

[0022] 无功负载网络在接收到待测功率模块调制的相电压后,自动调制出三相正弦电流;

[0023] 通过电压电流检测模块对待测功率模块的相电压、相电流和运行时的温度进行采集,对采集到的数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机;

[0024] 计算机对数字信号进行处理解析,并显示解析结果。

[0025] 本发明具有以下优点:

[0026] (1)本发明公开了一种功率模块的无源网络负载测试系统,可以在不使用电机的情况下通过无功负载网络仿真功率模块的各种动态参数,尤其是动态运行中的温度变化。通过分析测试结果得出功率模块的状态数据,并将此数据存贮在计算机的存储器内,同时得到分析处理意见。

[0027] (2)本发明公开了一种功率模块的无源网络负载测试系统,通过无功负载网络,可验证功率模块带载情况和热设计是否匹配。

[0028] (3)本发明公开了一种功率模块的无源网络负载测试系统,利用无功负载网络,通过控制算法使功率模块的相电流有效值达到模拟电机工作状态的效果,实现对不同场合下

的功率模块应用验证,解决了功率模块带载验证问题,进而评估功率模块的可靠性,进一步优化功率模块的设计。

附图说明

[0029] 图1是本发明实施例中一种功率模块的无源网络负载测试系统的组成框图;

[0030] 图2是本发明实施例中一种功率模块的无源网络负载测试系统的安装示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明公开的实施方式作进一步详细描述。

[0032] 参照图1～2,在本实施例中,该功率模块的无源网络负载测试系统,包括:测试台1、单片机2、驱动电路板3、计算机5、串口通讯接口6、待测功率模块7、电压电流检测模块8和无功负载网络10。其中,单片机2和驱动电路板3安装在测试台1内;单片机2通过信号传输线与驱动电路板3连接,通过串口通讯接口6与计算机5连接;待测功率模块7安装在测试台1上,待测功率模块7通过信号传输线与驱动电路板3连接,待测功率模块7通过接线端子和直流母线与无功负载网络10连接;待测功率模块7与无功负载网络10之间设置有电压电流检测模块8。

[0033] 在本实施例中,电压电流检测模块8,用于对待测功率模块7的温度、相电流和相电压进行检测,并采集得到检测数据;对检测数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机2。单片机2,用于对由电压电流检测模块8发送来的数字信号进行滤波求平均处理,将处理后的数据通过串口通讯接口6发送给计算机5、通过信号传输线发送给驱动电路板3。计算机5,用于对由单片机2发送来的处理后的数据进行解析,得到待测功率模块7的当前温度、相电流和相电压,并显示和存储。驱动电路板3,用于根据由单片机2发送来的处理后的数据,结合预设的期望相电流,对待测功率模块7进行驱动,使待测功率模块7产生与期望相电流相一致的相电流。无功负载网络10,用于为待测功率模块7提供负载。

[0034] 在本实施例中,该功率模块的无源网络负载测试系统还可以包括:散热器9和输入输出设备4。其中,散热器9安装在测试台1内、位于待测功率模块7下方,用于实现对待测功率模块7的散热。输入输出设备4安装在测试台1上,通过信号传输线与计算机5连接。输入输出设备4包括但不仅限于:鼠标、键盘和显示屏等;用户基于鼠标、键盘可实现测试模式、测试参数的调整(可通过菜单化的操作进行调整),显示屏中可显示待测功率模块的当前工作状态,包括工作电压、工作频率、工作电流等。

[0035] 在本实施例中,测试台1为半开放箱体结构,单片机2和驱动电路板3等安装在箱体内,鼠标、键盘和显示屏等安装在箱体外,散热器安装在箱体半开放部分。散热器9为铝制,散热器上留有螺栓孔,用于安装不同的待测功率模块。

[0036] 在本实施例中,电压电流检测模块8主要包括:霍尔电流传感器、电压传感器和温度传感器,分别用于测量得到待测功率模块7相电流、相电压和温度。

[0037] 在本实施例中,无功负载网络10采用三个星形连接的三相电感(三个大功率空心电感,不存在磁饱和现象)作为待测功率模块7的负载,以在待测功率模块7调制出对应频率以及幅值的相电压时,在三相电感上产生对应大小及频率的相电流。

[0038] 在本实施例中,系统工作流程如下:

[0039] 通过输入输出设备4设定测试模式和测试参数。其中,测试模式主要包括:永磁同步电机矢量测试模式、异步电机VF测试模式和无功测试模式;测试参数主要包括:开关频率、负载频率、负载电流和直流输入电压。

[0040] 计算机5将接收到的测试模式和测试参数发送给单片机2。

[0041] 单片机2根据接收到的测试模式和测试参数生成相应的控制信号。其中,若测试模式为永磁同步电机矢量测试模式,则单片机2通过调整转速、相电流最大值的设置,产生基于转速电流双闭环的SVPWM控制信号,并将控制SVPWM信号输入到驱动电路板3;若测试模式为异步电机VF测试模式,则单片机2通过调整相电压的频率、大小设置,产生VF测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM1控制信号,并将SPWM1控制信号输入到驱动电路板3;若测试模式为无功测试模式,则单片机2通过调整相电压的频率、大小设置,产生无功测试模式所要求的VF曲线,并生成对应的SPWM2控制信号,并将SPWM2控制信号输入到驱动电路板3。

[0042] 驱动电路3在接收到由单片机2发送来的控制信号后,经过驱动放大后,输出给待测功率模块7,对待测功率模块7进行驱动,使待测功率模块7工作在测试模式所要求的条件下。

[0043] 无功负载网络10在接收到待测功率模块7调制的相电压后,自动调制出三相正弦电流。

[0044] 通过电压电流检测模块8对待测功率模块7的相电压、相电流和运行时的温度进行采集,对采集到的数据进行模数转换,得到数字信号;将数字信号发送给单片机2。

[0045] 计算机5对数字信号进行处理解析,并显示解析结果。其中,计算机可通过对数字信号的处理解析,形成分析处理意见,对待测功率模块的可靠性进行评估。例如:可计算出待测功率模块的损耗:

[0046] $P_{LOSS}=IVT$

[0047] 其中,P_{LOSS}表示,I表示相电流大小,V表示相电压大小,T表示相电流及相电压交叠时间。

[0048] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

[0049] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

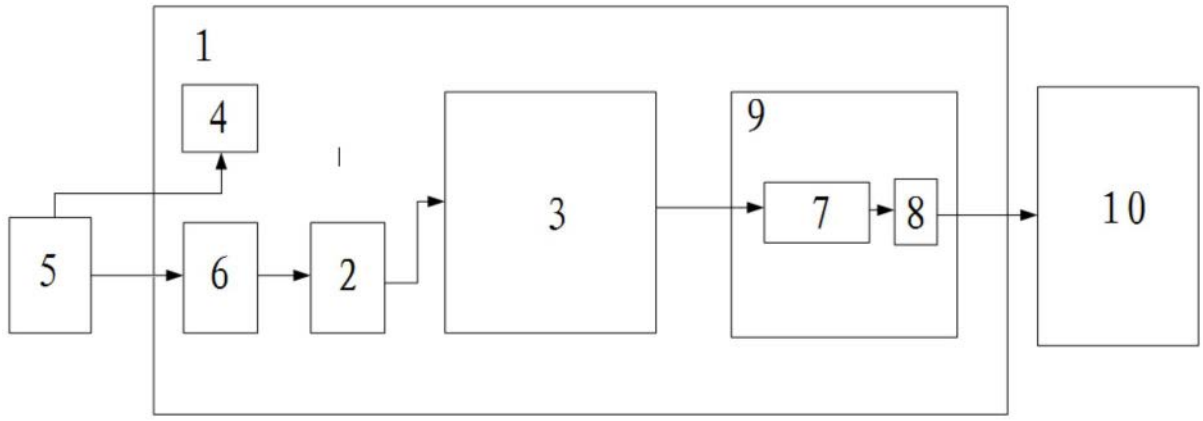


图1

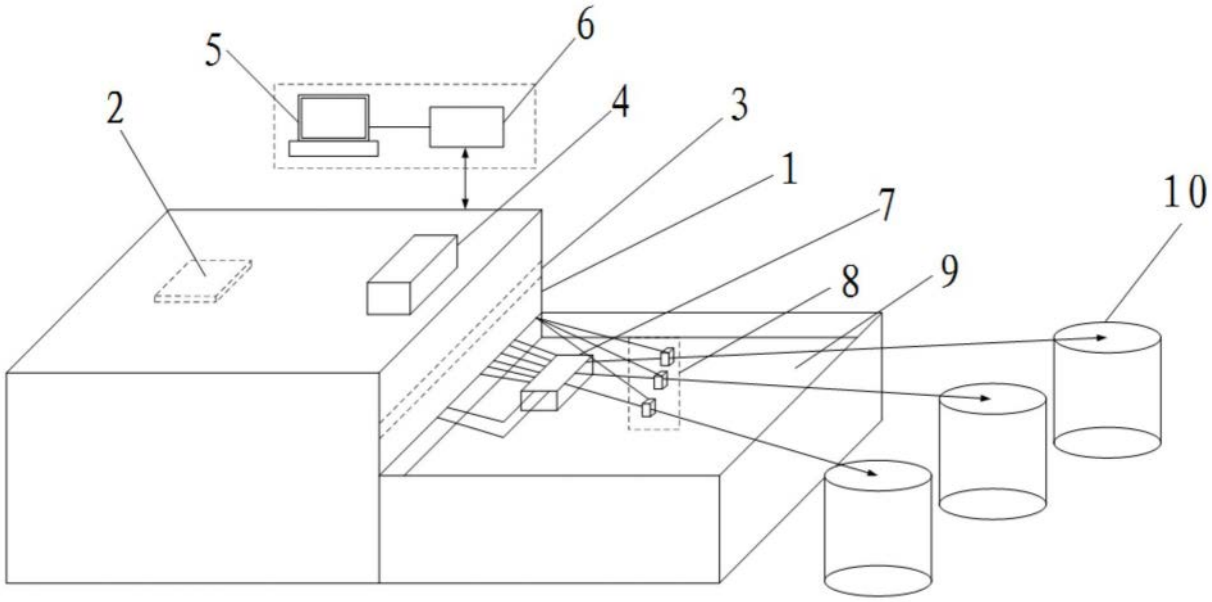


图2