



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105738836 B

(45)授权公告日 2018.08.31

(21)申请号 201610099804.0

(22)申请日 2016.02.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105738836 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 中国空间技术研究院

地址 100194 北京市海淀区友谊路104号

(72)发明人 刘辉 孙烨磊 赵佳 韩晓东

王喆

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 范晓毅

(51)Int.Cl.

G01R 31/40(2014.01)

G01R 31/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2013/0222007 A1,2013.08.29,

CN 105242218 A,2016.01.13,

CN 104569680 A,2015.04.29,

CN 204832473 U,2015.12.02,

审查员 徐泽昕

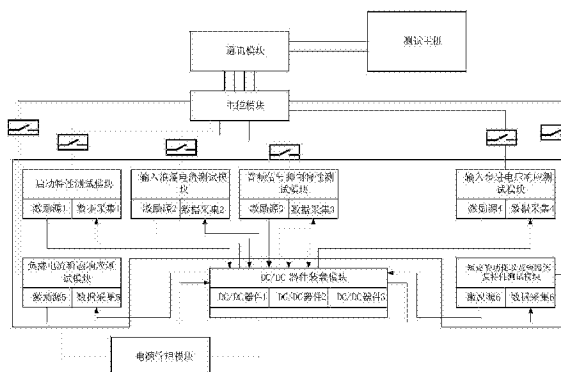
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种DC/DC转换器自动化测试系统

(57)摘要

本发明涉及一种DC/DC转换器自动化测试系统。该测试系统由启动特性测试模块、浪涌电流测试模块、音频信号抑制特性测试模块、输入步进电压响应测试模块、负载电流瞬态响应测试模块以及短路恢复特性测试模块、主控模块、通讯模块、DC/DC转换器装载模块以及测试主机组成,测试主机主要实现人机交互功能、试验参数设置、数据存储、数据自动处理以及用户管理功能。使用此试验装置可自动调整测试项目并自动获取测试数据,并将测试数据自动保存到数据库,较手动测试具有测试速度快、节约人力成本、便于管理等特点。



1. 一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于包括:启动特性测试模块、浪涌电流测试模块、音频信号抑制特性测试模块、输入步进电压响应测试模块、负载电流瞬态响应测试模块以及短路恢复特性测试模块、主控模块、通讯模块、DC/DC转换器装载模块以及测试主机;

DC/DC转换器装载模块能够装载多个待测DC/DC转换器及DC/DC转换器配套使用的EMI滤波器,将DC/DC转换器及EMI滤波器的引脚全部引出;

启动特性测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的启动过程中的输出电压及输入的激励电压,并发送给主控模块;

浪涌电流测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输入电流,并发送给主控模块;

音频信号抑制特性测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输入电压值和输出电压值,发送给主控模块;

在输入步进电压响应测试模式下,输入步进电压响应测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输出电压,并发送给主控模块;

在负载电流瞬态响应测试模式下,负载电流瞬态响应测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输出电压,并发送给主控模块;

短路恢复特性测试模块在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的短路电压及短路电流,并发送给主控模块;

主控模块接收测试主机的控制命令,并根据控制命令选择各功能模块进行测试,包括启动特性测试模块、浪涌电流测试模块、音频信号抑制特性测试模块、输入步进电压响应测试模块、负载电流瞬态响应测试模块以及短路恢复特性测试模块;接收各功能模块发送的数据并通过通讯模块发送至测试主机;

测试主机,向主控模块发送控制命令,控制选择各功能模块测试;在启动特性测试模式下,接收DC/DC转换器的输出电压及输入的激励电压并获取启动电压测试波形、启动延迟时间和启动过冲电压;在浪涌电流测试模式下,接收DC/DC转换器的输入电流并获得输入电流波形及输入浪涌电流值;在音频信号抑制特性测试模式下,接收DC/DC转换器的输入电压值和输出电压值并获得输入电压测试波形、输出电压测试波形、输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;在输入步进电压响应测试模式下,接收DC/DC转换器的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;在负载电流瞬态响应测试模式下,接收DC/DC转换器的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;在短路恢复特性测试模式下,接收短路电压及短路电流,并获的短路电压测试波形、短路功耗和短路恢复时间。

2. 根据权利要求1所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:

所述启动特性测试模块包括第一激励源、启动特性激励电路和第一数据采集模块,所述第一激励源提供0~1Hz的方波信号控制第一MOSFET开关管的通断,启动特性激励电路接收100V的输入直流电压,在第一MOSFET开关管的控制下,实现输出0至100V交替瞬变激励信号至EMI滤波器输入端;第一数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压及输出电压,并发送给主控模块,所述输入电压即为第一激励源输出电压。

3. 根据权利要求2所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:

浪涌电流测试模块包括第二激励源、浪涌电流检测电路和第二数据采集模块,所述第二激励源提供0~1Hz的方波信号控制第二MOSFET开关管的通断,所述启动特性激励电路接收100V的输入直流电压,在第二MOSFET开关管的控制下,实现输出0至100V交替瞬变激励信号至DC/DC转换器的输入端;第二数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压并转换成输入电流,并将输入电流发送给主控模块。

4. 根据权利要求1所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:音频信号抑制特性测试模块包括第三激励源、第一电压合成激励电路和第三数据采集模块;所述第三激励源提供20~20KHz的方波信号控制第三MOSFET开关管的通断,第一电压合成激励电路接收20V的输入直流电压,在第三MOSFET开关管的控制下,实现输出0至20V交替瞬变激励信号,并叠加100V的直流信号,输出100至120V交替瞬变激励信号至EMI滤波器的输入端;第三数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压和输出电压,并发送给主控模块。

5. 根据权利要求2所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:输入步进电压响应测试模块包括第四激励源、第二电压合成激励电路和第四数据采集模块;所述第四激励源提供50Hz的方波信号控制第四MOSFET开关管的通断,第二电压合成激励电路接收20V的输入直流电压,在第四MOSFET开关管的控制下,实现输出0至20V交替瞬变激励信号,并叠加100V的直流信号,输出100至120V交替瞬变激励信号至EMI滤波器的输入端;第四数据采集模块采集DC/DC转换器的输出电压和输出电压恢复时间,并发送给主控模块。

6. 根据权利要求5所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:负载电流瞬态响应测试模块包括第五激励源、负载步进测试电路和第五数据采集模块;所述第五激励源提供20~20KHz的方波信号控制第五MOSFET开关管的通断,在第五MOSFET开关管的控制下,实现输出负载在空载和满载之间交替瞬变;100V直流电压连接至DC/DC转换器输入端,第五数据采集模块采集DC/DC转换器的输出电压和输出电压恢复时间,并发送给主控模块。

7. 根据权利要求1所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:短路恢复特性测试模块包括第六激励源、短路恢复特性测试电路和第六数据采集模块;所述第六激励源提供0~1Hz的方波信号控制第六

MOSFET开关管的通断,在第六MOSFET开关管的控制下,实现输出负载在空载和短路之间交替瞬变;100V直流电压连接至DC/DC转换器输入端,第六数据采集模块采集DC/DC转换器的短路电压和短路电流,并发送给主控模块。

8. 根据权利要求6所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:主控模块接收测试主机的控制命令,并根据控制命令选择各功能模块进行测试;

在启动特性测试模式下,控制启动特性测试模块开启,接收主控模块发送的DC/DC转换器的输出电压及第一激励源输出电压并获取启动电压测试波形并输出显示、计算第一激励源输出电压跳变起始时刻值与DC/DC转换器的输出电压跳变稳定值之间的时间差值作为启动延迟时间,当启动延迟时间超过阈值时,输出启动延迟时间不合格;计算DC/DC转换器的输出电压最大跳变值与稳定值之间的差值作为启动过冲电压,当启动过冲电压超过阈值时,输出过冲电压不合格;

在浪涌电流测试测试模式下,控制浪涌电流测试模块开启,接收输入电流,获得输入电流波形并显示,计算输入电流最大跳变值作为浪涌电流值,当浪涌电流值超过阈值时,输出浪涌电流值不合格;

在音频信号抑制特性测试模式下,控制音频信号抑制特性测试模块开启,接收输入电压值和输出电压值,获得输入电压测试波形和输出电压测试波形并显示,计算输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;

在输入步进电压响应测试模式下,控制输入步进电压响应测试模块开启,接收第四激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

在负载电流瞬态响应测试模式下,控制负载电流瞬态响应测试模块开启,接收第五激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

在短路恢复特性测试模式下,控制短路恢复特性测试模块开启,接收短路电压及短路电流,获得短路电压测试波形并显示,计算短路功耗,计算短路电压由跳变的起始时刻到输出电压稳定时刻之间的差值作为短路恢复时间,当短路恢复时间超过阈值时,输出短路恢复时间不合格。

9. 根据权利要求2所述的一种DC/DC转换器自动化测试系统,其特征在于:启动特性测试模块和浪涌电流测试模块共用第一激励源。

一种DC/DC转换器自动化测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种DC/DC转换器自动化测试系统,属于电信号测试领域。

背景技术

[0002] DC/DC转换器作为将一种直流电压转换为另一种直流电压并在器件输出端提供持续稳定直流电压的器件,在航空航天、通信设备以及民用家电领域都有广泛的应用。

[0003] 随着电子科技技术的飞速发展,半导体工艺、封装技术以及高频软开关的大量使用,使得DC/DC转换器向功率密度更大,转换效率更高的方向发展,DC/DC转换器本身虽然功能简单,但是其内部由无源元件、有源元件、功率器件等组成,构成了一个小型电子系统,对于关键电源类器件其器件可靠性尤为关键,因此针对该器件在交付用户使用前,需要做大量测试工作,保证器件的可靠应用。在器件的测试阶段,由于该器件的测试项目较多,都需要针对不同测试项目设计不同的试验板,并需要很多实验测量仪器,在测试过程中需要安排不同的负责人进行板级搭线、测量仪器观察以及测试数据记录等工作,使得DC/DC转换器测试工作复杂,测试时间长,效率较低。

[0004] 随着计算机测试技术的不断发展,自动化测试系统的开发得以飞速发展,自动化测试系统采用计算机控制,能实现自动化测试的系统,也就是对那些能自动完成激励、测量、数据处理并显示或输出测试结果的一类系统的统称。自动测试系统具有测试精度高、测试速度快、系统功能强等优点,各国对此都非常重视。美国自20世纪80年代开始投入大量的人力和资金,研发各军兵种使用的多种自动测试系统,并陆续投入使用。相对于一些发达国家,我国对自动测试技术的研究还有一定的差距,目前各DC/DC转换器生产厂针对该器件的测试还处于手动测试阶段。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种DC/DC转换器自动化测试系统,自动完成器件的启动特性、浪涌电流、输入/输出传输特性(音频信号抑制特性)、输入步进电压(瞬态)响应、负载电流瞬态响应测试以及短路恢复特性测试。

[0006] 本发明目的通过如下技术方案予以实现:

[0007] 提供一种DC/DC转换器自动化测试系统,包括:启动特性测试模块、浪涌电流测试模块、音频信号抑制特性测试模块、输入步进电压响应测试模块、负载电流瞬态响应测试模块以及短路恢复特性测试模块、主控模块、通讯模块、DC/DC转换器装载模块以及测试主机;

[0008] DC/DC转换器装载模块能够装载多个待测DC/DC转换器及DC/DC转换器配套使用的EMI滤波器,将DC/DC转换器及EMI滤波器的引脚全部引出;

[0009] 所述启动特性测试模块包括第一激励源提供第一激励电压信号;所述启动特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,启动特性测试电路在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的启动过程中的输出电压及第一激励源输出电压,并发送给主控模块;

[0010] 浪涌电流测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制

下测量DC/DC转换器的输入电流,并发送给主控模块;

[0011] 音频信号抑制特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输入电压值和输出电压值,发送给主控模块;

[0012] 输入步进电压响应测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器在第四激励源下的输出电压峰值和输出电压恢复时间,并发送给主控模块;

[0013] 负载电流瞬态响应测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器在第五激励源下的输出电压峰值和输出电压恢复时间,并发送给主控模块;

[0014] 短路恢复特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的短路电压及短路电流,并发送给主控模块;

[0015] 主控模块接收测试主机的控制命令,并根据控制命令控制电子开关实现各功能模块的切换;接收各功能模块发送的数据并通过通讯模块发送至测试主机;

[0016] 测试主机接收主控模块发送的DC/DC转换器的输出电压及第一激励源输出电压并获取启动电压测试波形、启动延迟时间和启动过冲电压;接收输入电流并获得输入电流波形及输入浪涌电流值;接收输入电压值和输出电压值并获得输入电压测试波形、输出电压测试波形、输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;接收第四激励源下的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;接收第五激励源下的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;接收短路电压及短路电流,并获取的短路电压测试波形、短路功耗和短路恢复时间。

[0017] 优选的,所述启动特性测试模块包括第一激励源、启动特性激励电路和第一数据采集模块,所述第一激励源提供0~1Hz的方波信号控制第一MOSFET开关管的通断,启动特性激励电路接收100V的输入直流电压,在第一MOSFET开关管的控制下,实现输出0至100V交替瞬变激励信号至EMI滤波器输入端;第一数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压及输出电压,并发送给主控模块,所述输入电压即为第一激励源输出电压。

[0018] 优选的,浪涌电流测试模块包括第一激励源、浪涌电流检测电路和第二数据采集模块,所述第二激励源提供0~1Hz的方波信号控制第二MOSFET开关管的通断,启动特性激励电路接收100V的输入直流电压,在第二MOSFET开关管的控制下,实现输出0至100V交替瞬变激励信号至DC/DC转换器的输入端;第二数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压并转换成输入电流,并将输入电流发送给主控模块。

[0019] 优选的,音频信号抑制特性测试模块包括第三激励源、第一电压合成激励电路和第三数据采集模块;所述第三激励源提供20~20KHz的方波信号控制第三MOSFET开关管的通断,第一电压合成激励电路接收20V的输入直流电压,在第三MOSFET开关管的控制下,实现输出0至20V交替瞬变激励信号,并叠加100V的直流信号,输出100至120V交替瞬变激励信号至EMI滤波器的输入端;第三数据采集模块采集DC/DC转换器的输入电压和输出电压,并发送给主控模块。

[0020] 优选的,输入步进电压响应测试模块包括第四激励源、第二电压合成激励电路和第四数据采集模块;所述第四激励源提供50Hz的方波信号控制第四MOSFET开关管的通断,第二电压合成激励电路接收20V的输入直流电压,在第四MOSFET开关管的控制下,实现输出

0至20V交替瞬变激励信号,并叠加100V的直流信号,输出100至120V交替瞬变激励信号至EMI滤波器的输入端;第三数据采集模块采集DC/DC转换器的输出电压和输出电压恢复时间,并发送给主控模块。

[0021] 优选的,负载电流瞬态响应测试模块包括第五激励源、负载步进测试电路和第五数据采集模块;所述第五激励源提供20~20KHz的方波信号控制第五MOSFET开关管的通断,在第五MOSFET开关管的控制下,实现输出负载在空载和满载之间交替瞬变;100V直流电压连接至DC/DC转换器输入端,第五数据采集模块采集DC/DC转换器的输出电压和输出电压恢复时间,并发送给主控模块。

[0022] 优选的,短路恢复特性测试模块包括第六激励源、短路恢复特性测试电路和第六数据采集模块;所述第六激励源提供0~1Hz的方波信号控制第六MOSFET开关管的通断,在第六MOSFET开关管的控制下,实现输出负载在空载和短路之间交替瞬变;100V直流电压连接至DC/DC转换器输入端,第六数据采集模块采集DC/DC转换器的短路电压和短路电流,并发送给主控模块。

[0023] 优选的,测试主机向主控模块发送控制命令,切换选通各测试模块;控制通讯模块传输数据;

[0024] 在启动特性测试模式下,控制启动特性模块开启,接收主控模块发送的DC/DC转换器的输出电压及第一激励源输出电压并获取启动电压测试波形并输出显示、计算第一激励源输出电压跳变起始时刻值与DC/DC转换器的输出电压跳变稳定值之间的时间差值作为启动延迟时间,当启动延迟时间超过阈值时,输出启动延迟时间不合格;计算DC/DC转换器的输出电压最大跳变值与稳定值之间的差值作为启动过冲电压,当启动过冲电压超过阈值时,输出过冲电压不合格;

[0025] 在浪涌电流测试测试模式下,控制浪涌电流测试模块开启,接收输入电流,获得输入电流波形并显示,计算输入电流最大跳变值作为浪涌电流值,当浪涌电流值超过阈值时,输出浪涌电流值不合格;

[0026] 在音频信号抑制特性测试模式下,控制音频信号抑制特性测试模块开启,接收输入电压值和输出电压值,获得输入电压测试波形和输出电压测试波形并显示,计算输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;

[0027] 在输入步进电压响应测试模式下,控制输入步进电压响应测试模块开启,接收第四激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

[0028] 在负载电流瞬态响应测试模式下,控制负载电流瞬态响应测试模块开启,接收第五激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

[0029] 在短路恢复特性测试模式下,控制短路恢复特性测试模块开启,接收短路电压及短路电流,获得短路电压测试波形并显示,计算短路功耗,计算短路电压由跳变的起始时刻

到输出电压稳定时刻之间的差值作为短路恢复时间,当短路恢复时间超过阈值时,输出短路恢复时间不合格。

[0030] 优选的,启动特性测试模块和浪涌电流测试模块共用第一激励源。

[0031] 本发明与现有技术相比具有如下优点:

[0032] (1) 本发明针对国内DC/DC转换器生产厂手动测试时间长、效率低的特点,设计一种DC/DC转换器自动化测试系统,利用VDMOS开关管高速开关特性以及输入频率可调的特性,设计DC/DC启动特性模块电路、浪涌电流测试电路、音频信号抑制特性测试电路、输入步进电压(瞬态)响应测试电路、负载电流瞬态响应测试以及短路恢复特性测试电路,测试全面,效率高,克服了传统手动测试接线复杂,操作繁琐的缺陷;由一台测试仪代替了六台测试工装,集成度高,优化整合了六种测试模块的资源,减少了激励源的重复使用;

[0033] (2) 本发明在测试的同时实现了测试波形的自动捕捉与存储,相比于常规手动示波器的波形抓取,效率更高,准确性更好;

[0034] (3) 本发明可实现同类多款器件的同时在线测试,相比于传统单个器件的手工测试,效率更高;

[0035] (4) 本发明在激励源通过MOSFET开关管的通断性能实现交替瞬变激励信号的输出,实现连续跳变输出,本发明具有跳变频率可调、重复性好、一致性高的优点。

附图说明

[0036] 图1为本发明整个测试系统结构框图;

[0037] 图2为本发明启动特性测试模块电路图;

[0038] 图3为本发明启动特性测试模块测试框图;

[0039] 图4为本发明浪涌电流测试模块电路图;

[0040] 图5为本发明音频信号抑制特性测试模块电路图;

[0041] 图6为本发明步进电压响应测试系统框图;

[0042] 图7为本发明负载步进测试电路图;

[0043] 图8为本发明负载电流瞬变响应特性测试模块框图;

[0044] 图9为本发明短路恢复特性测试模块电路图;

[0045] 图10为本发明短路恢复特性测试系统框图;

[0046] 图11为本发明系统软件总体结构框图。

具体实施方式

[0047] 本发明是一种DC/DC转换器自动化测试系统,整个测试系统结构图如图1所示。系统主要包括启动特性测试模块、浪涌电流测试模块、音频信号抑制特性测试模块、输入步进电压响应测试模块、负载电流瞬态响应测试模块以及短路恢复特性测试模块、主控模块、通讯模块、DC/DC转换器装载模块、电源管理模块以及测试主机;

[0048] DC/DC转换器装载模块能够装载多个待测DC/DC转换器及DC/DC转换器配套使用的EMI滤波器,将DC/DC转换器及EMI滤波器的引脚全部引出;

[0049] 所述启动特性测试模块包括第一激励源提供第一激励电压信号;所述启动特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,启动特性测试电路在所述主控模块的控制下

测量DC/DC转换器的启动过程中的输出电压及第一激励源输出电压,并发送给主控模块;

[0050] 浪涌电流测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输入电流,并发送给主控模块;

[0051] 音频信号抑制特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的输入电压值和输出电压值,发送给主控模块;

[0052] 输入步进电压响应测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器在第四激励源下的输出电压峰值和输出电压恢复时间,并发送给主控模块;

[0053] 负载电流瞬态响应测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器在第五激励源下的输出电压峰值和输出电压恢复时间,并发送给主控模块;

[0054] 短路恢复特性测试模块连接至DC/DC转换器装载模块及主控模块,在主控模块的控制下测量DC/DC转换器的短路电压及短路电流,并发送给主控模块;

[0055] 主控模块接收测试主机的控制命令,并根据控制命令控制电子开关实现各功能模块的切换;接收各功能模块发送的数据并通过通讯模块发送至测试主机;

[0056] 测试主机接收主控模块发送的DC/DC转换器的输出电压及第一激励源输出电压并获取启动电压测试波形、启动延迟时间和启动过冲电压;接收输入电流并获得输入电流波形及输入浪涌电流值;接收输入电压值和输出电压值并获得输入电压测试波形、输出电压测试波形、输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;接收第四激励源下的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;接收第五激励源下的输出电压,并获得输出电压波形、输出电压峰值和输出电压恢复时间;接收短路电压及短路电流,并获取的短路电压测试波形、短路功耗和短路恢复时间。

[0057] 1、DC/DC启动特性测试模块:在启动特性测试中,将100V直流电压输入到启动特性测试电路中,启动特性测试电路通过函数发生器输入0.1Hz的方波信号,此信号通过VDMOSFET开关管对输入的电压信号进行启动控制,后端在有EMI滤波器的情况下,对DC/DC器件的启动特性进行测试,其中启动测试电路如图2所示。整个启动特性测试框图如图3所示,其中恒流电子负载设置为器件满载工作条件下,采用双通道数字示波器对DC/DC转换器输入端以及输出端的方波信号进行采集,获取DC/DC转换器的启动延迟时间以及启动过冲。

[0058] 2、DC/DC浪涌电流测试模块:在输入浪涌电流测试中,采用的测试原理框图与启动特性测试原理框图3相同,不同之处在于在被测器件DC/DC转换器的前端增加一个电流检测电阻 $R1=0.1\Omega\pm0.1\%$,系统控制电源合成以0.1Hz的频率开关100V电源,同时测量检测电阻 $R1=0.1\Omega\pm0.1\%$ 上的电压波形。根据欧姆定律,峰值读数乘以10便是输入浪涌电流的峰值。其测试电路如图4所示。浪涌电流测试模块可以采用启动特性测试模块的激励源,或单独设置激励源。

[0059] 在输入电压正常条件下,信号发生器输出频率为0.1Hz的方波脉冲信号,点击浪涌电路性能测试开关,测量DC/DC器件输入端电压是否随着开关频率的变化在0到 $100\pm1V$ 之间瞬变(无滤波器情况下),或测量滤波器输入端电压是否随着开关频率的变化在0到 $100\pm1V$ 之间瞬变(有滤波器情况下),从而判断浪涌电流测试装置是否正常工作。

[0060] 3、DC/DC音频信号抑制特性测试模块及输入步进电压(瞬态)响应测试电路:在步

进电压(瞬态)响应测试中,采用主电源加辅电源的工作模式,在100V主电源直流输入的条件下,通过大功率开关电路在100V主电源直流输入的条件下叠加一个20V的方波,使得在DC/DC输入端形成一个从100V到120V交替瞬变的电压信号,通过对输入端、输出端电压的监测,测试器件的步进电压(瞬态)响应。其中大功率电压合成开关电路图如图5所示,通过输入端函数发生器频率的调整,测量DC/DC转换器输入端与输出端电压的峰值,从而计算器件

在相应输入频率点处的音频抑制比公式为: $20\log \frac{V_{inp-p}}{V_{outp-p}}$, V_{inp-p} : 输入端纹波电压峰峰值;

V_{outp-p} : 输出端纹波电压峰峰值;完成器件的音频信号抑制特性测试。整个步进电压(瞬态)响应测试系统框图如图6所示,其中恒流电子负载设置为器件满载工作条件下,采用双通道数字示波器对DC/DC转换器输入端以及输出端的峰值电压进行测量,计算器件在相应输入频率点处的音频抑制比。

[0061] 在输入电压正常条件下,点击音频抑制特性测试开关,当频率在20Hz~20KHz之间变化时,测量DC/DC器件输入端电压是否在100V到120V之间瞬变,从而判断输入/输出特性测试装置是否正常工作。

[0062] 4、DC/DC负载电流瞬态响应测试电路:在DC/DC输出端接负载步进测试电路,并通过函数发生器控制负载步进测试电路中的开关管通断,使得DC/DC的负载电流在空载以及满载间连续变化,并通过函数发生器输出频率的调整,寻找到输出电压峰值变化最大点处的频率值,并记录响应频率点处的电压恢复时间,其中负载步进测试电路如图7所示。整个系统的负载电流瞬变响应特性测试原理图如图8所示,函数发生器在20Hz—20KHz频率范围内控制负载步进测试电路中的开关管通断,通过数字示波器对DC/DC转换器输出端的电压峰值以及电压恢复时间进行测量。

[0063] 在输入电压正常工作条件下,点击负载瞬变性能测试开关,当开关频率在当频率在20Hz~20KHz之间变化,负载从空载到满载之间瞬变时,测量DC/DC输入端电压是否正常,从而判断负载瞬变性能测试装置是否正常工作。

[0064] 5、DC/DC短路恢复特性测试电路:在短路功耗及恢复特性测试中,采用函数发生器控制VDMOS器件的通断,使得DC/DC输出端负载在空载以及短路间连续变化,通过短路恢复测试单元对输出端的短路恢复时间进行测量,并通过直流稳压电源的功率显示,读出器件的短路功耗值,其中短路恢复特性测试电路如图9所示。整个DC/DC短路恢复特性测试框图如图10所示,函数发生器在0.1Hz频率范围下控制短路恢复特性测试电路中的开关管通断,通过数字示波器对DC/DC转换器输出端的短路恢复时间进行测量。

[0065] 在输入电压正常工作条件下,当信号发生器输出0.1Hz的方波脉冲时,点击短路性能测试开关,测量DC/DC输入端电压是否正常,从而判断短路性能测试装置是否正常工作。

[0066] 6、主控模块及通讯模块设计:

[0067] 主控模块采用高速微控制器嵌入式软件自动选择多种测试模式,按照实验流程分配不同激励源并协调数据采集系统工作。完成大量数据采集并通过通讯板卡,实时上传到主机。整个试验流程自动完成,减少人工因素的影响。

[0068] 本实验平台所有电源由底板电源接口接入,并由电源管理板卡管理。系统提供五组测试电源接口,100VDC高压接口和20VDC电源接口用于实验电源合成,12V,10V,5V用于为各个功能性板卡提供电源。考虑功率要求接口端子选用大功率接插头,硬件布线要适应大

功率要求和高压要求。

[0069] 对于被测DC/DC负载,设计在机箱面板上预留接入电子负载的接口。并且装载阻性负载/容性负载接口用于与系统中的负载箱连接。这样的设计使得在测试不同型号的DC/DC器件时负载更换较简单,并且设备便携易搬运。

[0070] 在启动特性测试模式下,控制启动特性模块开启,接收主控模块发送的DC/DC转换器的输出电压及第一激励源输出电压并获取启动电压测试波形并输出显示、计算第一激励源输出电压跳变起始时刻值与DC/DC转换器的输出电压跳变稳定值之间的时间差值作为启动延迟时间,当启动延迟时间超过阈值时,输出启动延迟时间不合格;计算DC/DC转换器的输出电压最大跳变值与稳定值之间的差值作为启动过冲电压,当启动过冲电压超过阈值时,输出过冲电压不合格;

[0071] 在浪涌电流测试测试模式下,控制浪涌电流测试模块开启,接收输入电流,获得输入电流波形并显示,计算输入电流最大跳变值作为浪涌电流值,当浪涌电流值超过阈值时,输出浪涌电流值不合格;

[0072] 在音频信号抑制特性测试模式下,控制音频信号抑制特性测试模块开启,接收输入电压值和输出电压值,获得输入电压测试波形和输出电压测试波形并显示,计算输入电压峰值、输出电压峰值、音频信号抑制比;

[0073] 在输入步进电压响应测试模式下,控制输入步进电压响应测试模块开启,接收第四激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

[0074] 在负载电流瞬态响应测试模式下,控制负载电流瞬态响应测试模块开启,接收第五激励源下的输出电压,获得输出电压波形并显示、计算输出电压峰值,当输出电压峰值超过阈值时,输出电压峰值不合格;计算输出电压跳变开始时刻与输出电压稳定时刻之间的差值,作为输出电压恢复时间,当输出电压恢复时间超过阈值时,输出电压恢复时间不合格;

[0075] 在短路恢复特性测试模式下,控制短路恢复特性测试模块开启,接收短路电压及短路电流,获得短路电压测试波形并显示,计算短路功耗,计算短路电压由跳变的起始时刻到输出电压稳定时刻之间的差值作为短路恢复时间,当短路恢复时间超过阈值时,输出短路恢复时间不合格。

[0076] 通讯模块用于实现主控模块的数据收发。

[0077] 6、电源管理模块:考虑到电源相互干扰和实验数据的可靠性等问题,采用电源管理模块,将设备供电电源分为两类:一类为给实验器件供电的100V和20V直流电源,另一类为测试系统工作所需的5V、10V、12V直流电源。这样设备电源和器件电源不会互相干扰,不会因为设备线路噪声导致测试结果失真。

[0078] 7、测试主机上位机软件设计,上位机软件系统主要包含三大子系统:试验操作子系统、基本设置子系统以及平台说明子系统。

[0079] 实验操作子系统允许用户设置测试项目、实验流程、被测模块激励、DC/DC转换器基本参数等等。软件设计通过列表法对实验流程进行排序,并通过通讯模块将实验流程发

送到下位机实验平台。系统按照实验流程安排自动进行相应测试项目,并采集数据将数据存储到上位机数据库中。系统设计数据处理模块,可根据预先设置好的参数对实验数据进行处理并输出数据。

[0080] 为了系统的管理实验数据,设计基本设置子系统负责完成用户的管理,保证实验操作的可追溯性以及数据安全。本子系统开通管理员、操作员、审阅权限,不同权限的用户拥有规定的操作权限,每一个用户均有密码保护。

[0081] 平台说明子系统主要包括平台简介和应用帮助。关于软件以及测试平台的使用说明和使用常见问题均可在此子系统中阅览。

[0082] 系统软件设计采用模块化设计,各模块的编写相互独立,可以由多名开发人员分工同时进行,将各模块程序做成子程序,最后在主程序中调用各模块子程序进行集成,这样可以大大提高整个系统软件的开发效率。另外,也使整个程序结构层次清晰,便于查看和修改,并且提高了程序的可扩展性。整个软件总体结构图如图11所示。

[0083] 以上所述,仅为本发明最佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0084] 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。

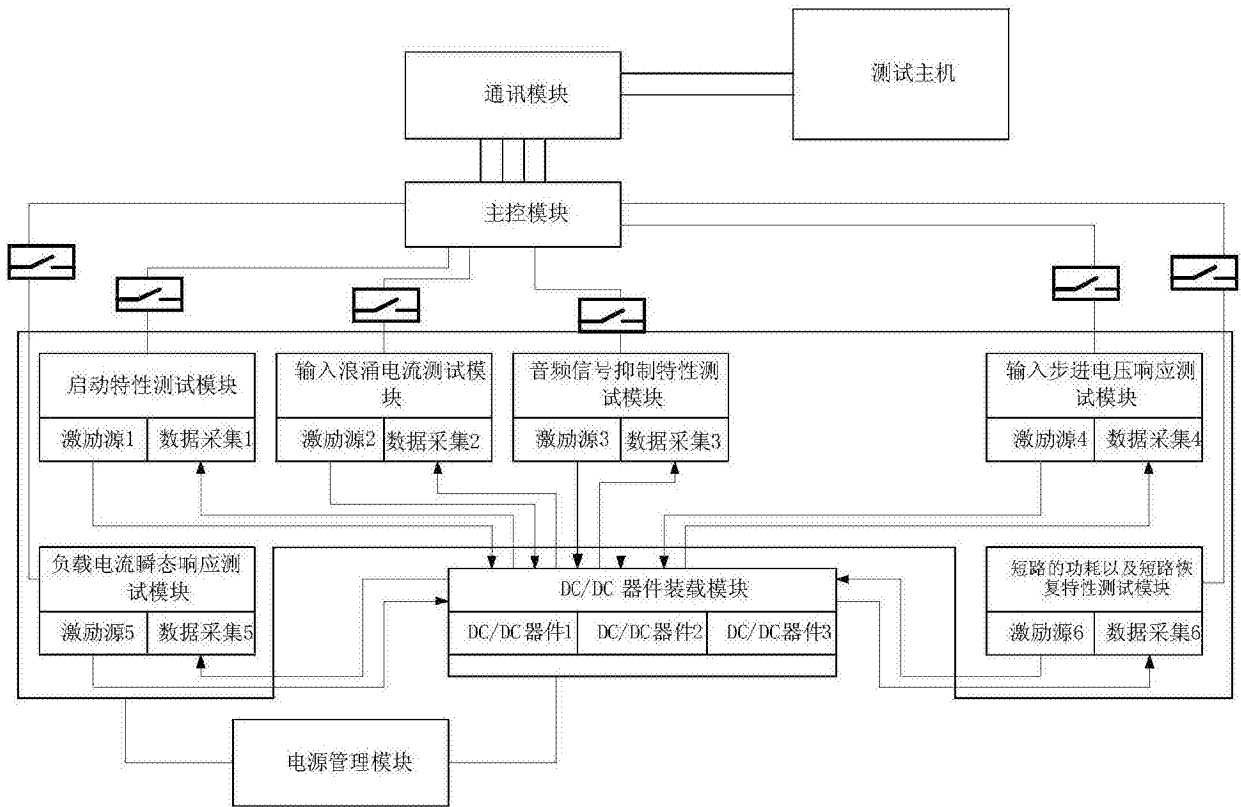


图1

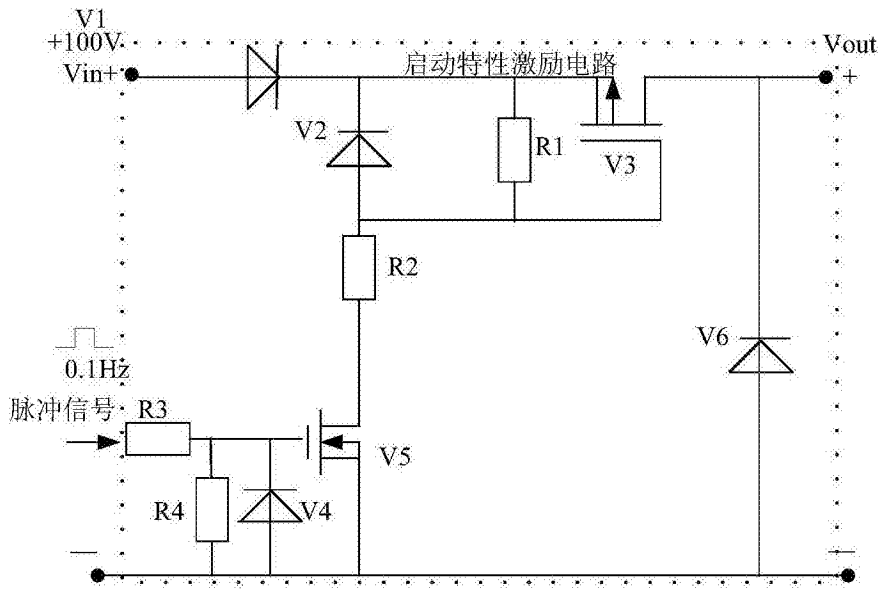


图2

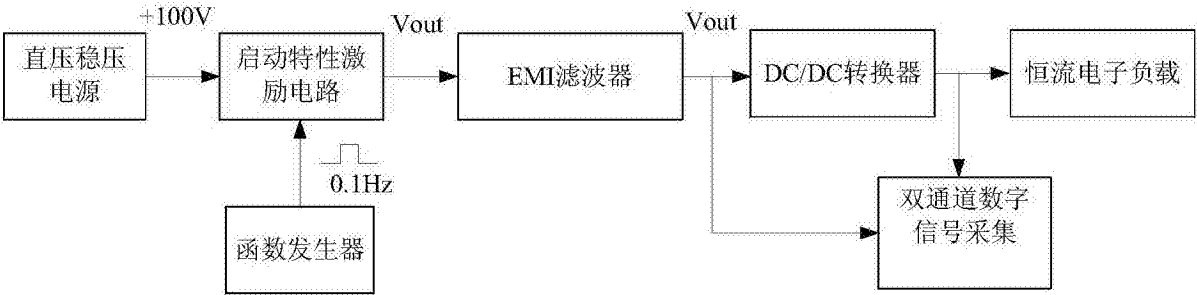


图3

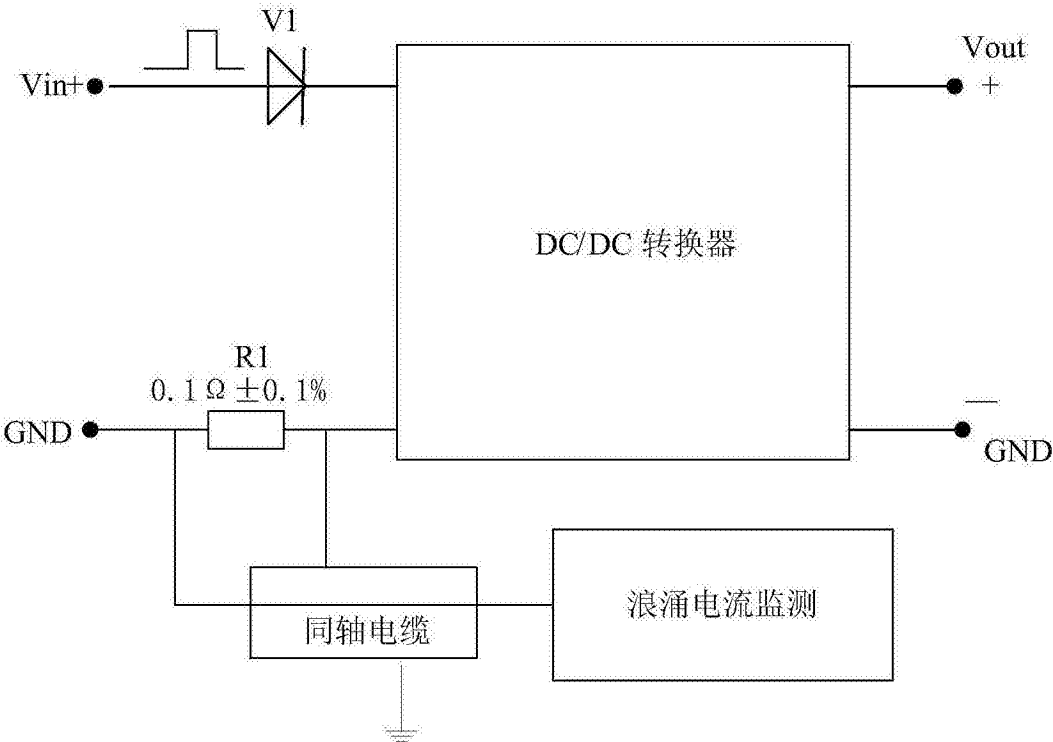


图4

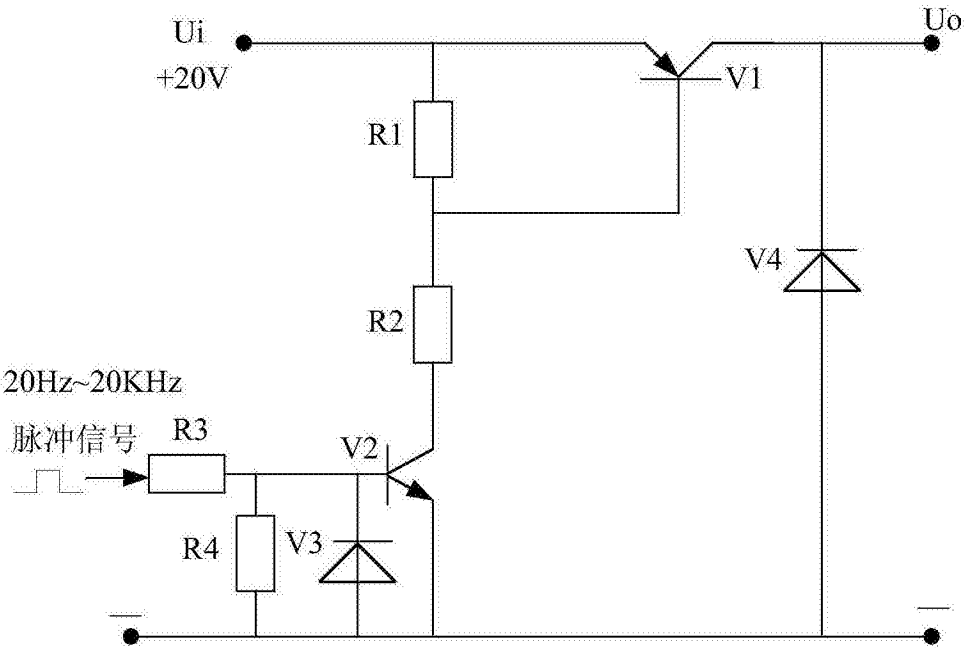


图5

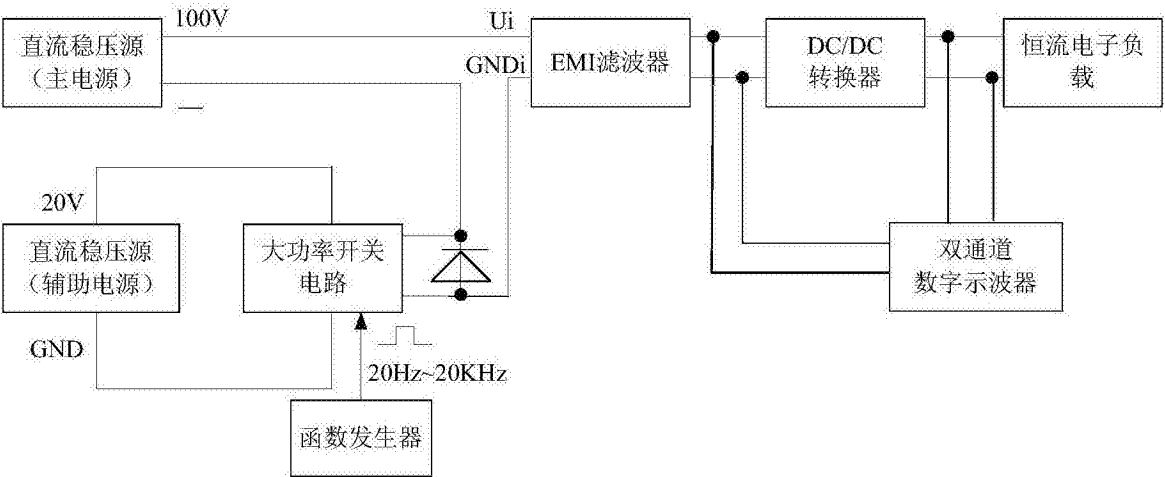


图6

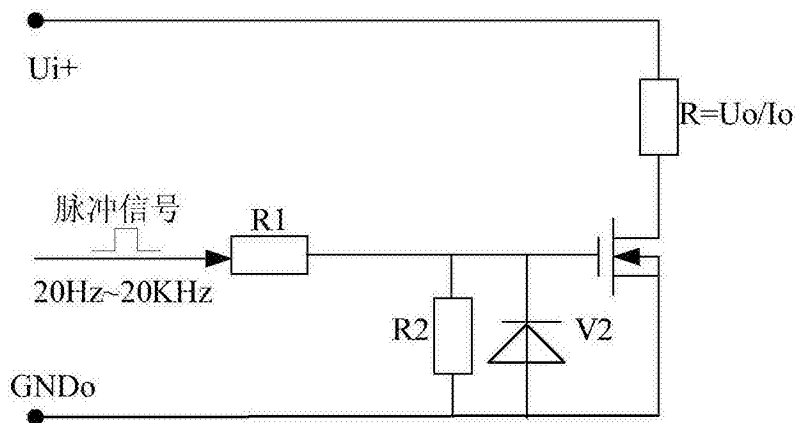


图7

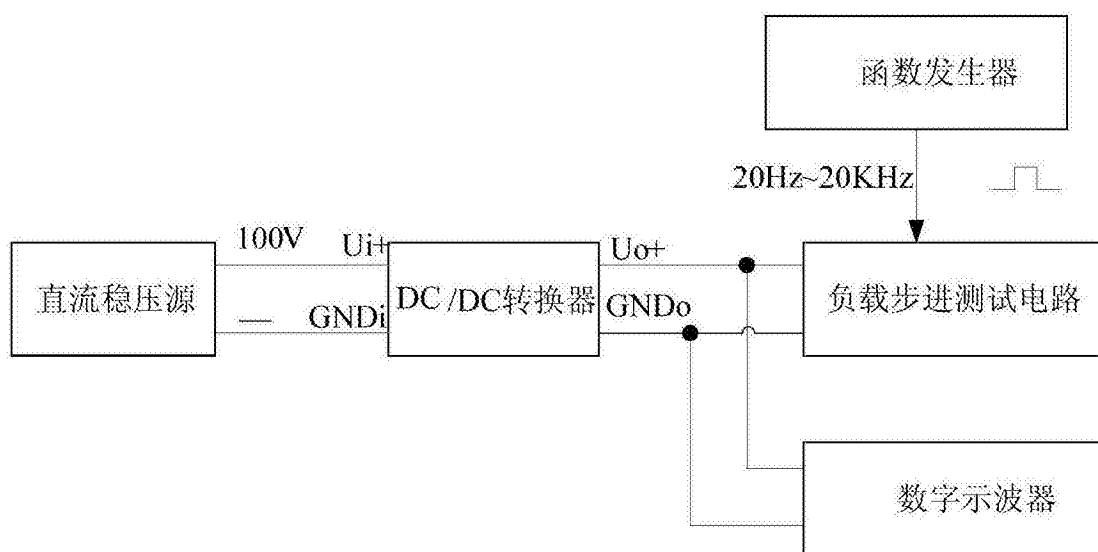


图8

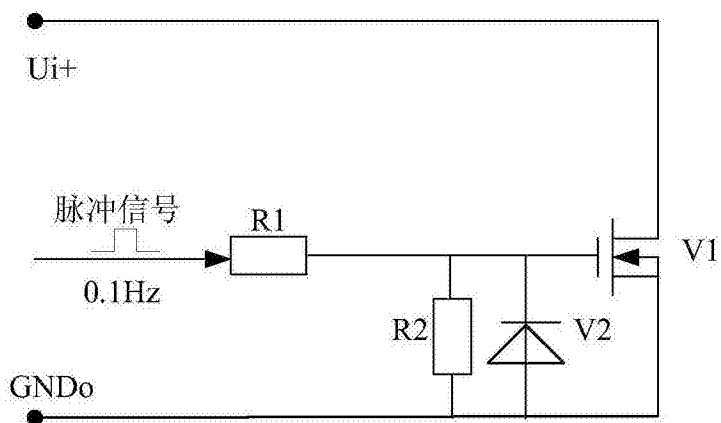


图9

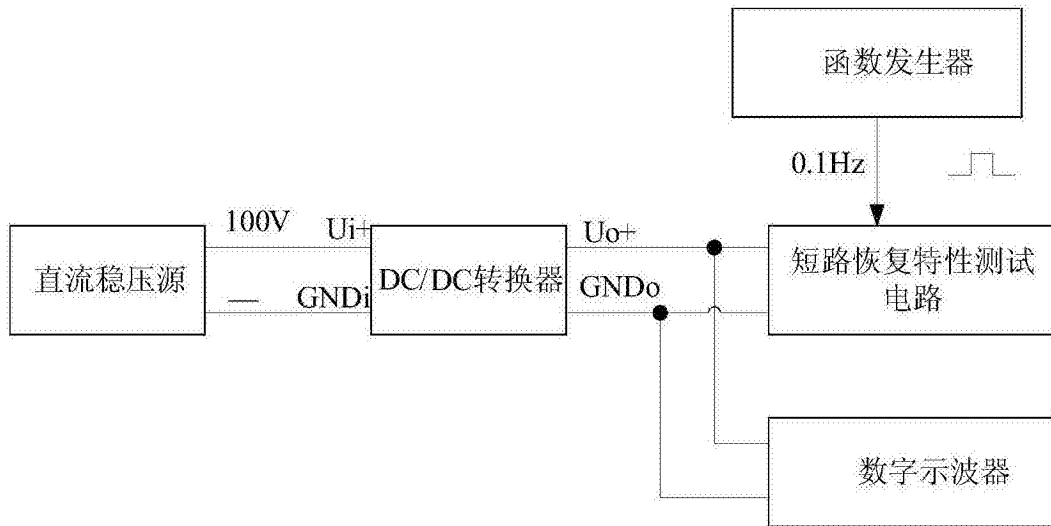


图10

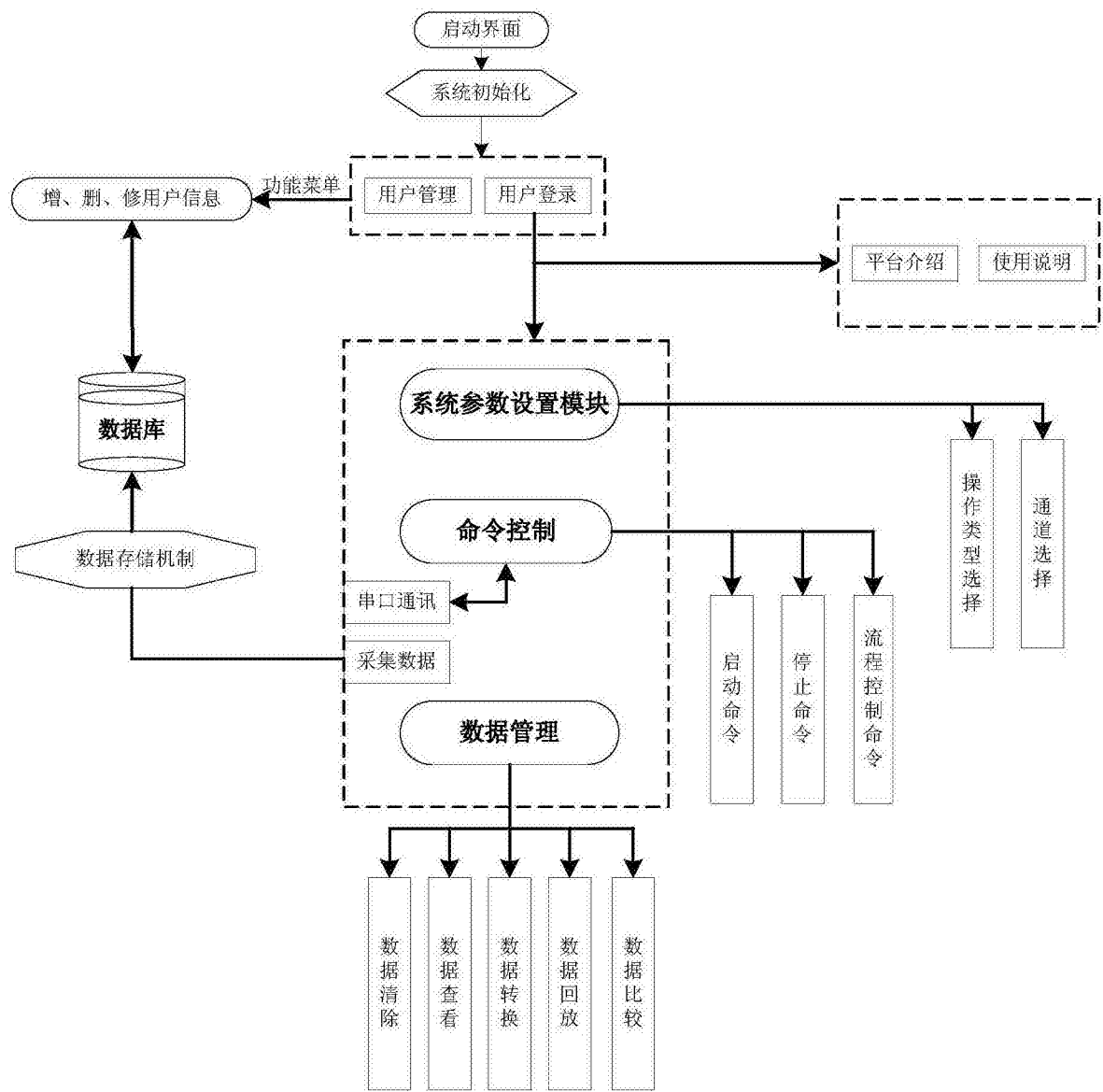


图11