



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103812508 B

(45)授权公告日 2019.03.15

(21)申请号 201210450994.8

(22)申请日 2012.11.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103812508 A

(43)申请公布日 2014.05.21

(73)专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技南路55号

(72)发明人 杨运东 郑大成 吴琮 王静思

程志荣 王鸿

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 梁丽超

(51)Int.Cl.

H03M 1/86(2006.01)

(56)对比文件

CN 1661877 A,2005.08.31,

US 2008/0036526 A1,2008.02.14,

CN 102545899 A,2012.07.04,

CN 1661877 A,2005.08.31,

审查员 陈安安

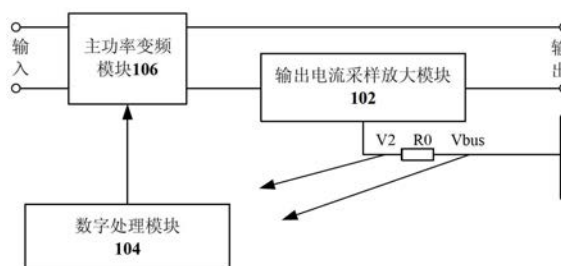
权利要求书4页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

均流装置、方法及系统

(57)摘要

本发明提供了均流装置、方法及系统,该装置包括:输出电流采样放大模块、数字处理模块和主功率变频模块,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,所述输出电流采样放大模块的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;其中,所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。本发明易于实现,能够提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。



1. 一种数字均流装置,其特征在于,包括:输出电流采样放大模块、数字处理模块和主功率变频模块,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,所述输出电流采样放大模块的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;其中,

所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整;

所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线连接所述数字处理模块;

所述装置还包括:数字处理外围模块和输出电压反馈模块,所述输出电压反馈模块的输出、所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线的输出通过所述数字处理外围模块连接所述数字处理模块;

所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;

所述数字处理外围模块用于分别将所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2、所述均流母线的电压信号Vbus和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号V2'、Vbus'和Vf';

所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2经过所述数字处理外围模块转换后的信号V2'和所述均流母线的电压信号Vbus经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vbus'调整所述输出电压参考信号Vr,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vf'和调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括:均流控制模块,所述均流控制模块的一输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,另一输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus,所述均流控制模块的输出端连接所述数字处理模块;其中,

所述均流控制模块用于输出能够表征所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;

所述数字处理模块用于根据所述均流控制模块输出的所述电压信号V3调整所述输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,还包括:数字处理外围模块和输出电压反馈模块,所述输出电压反馈模块的输出和所述均流控制模块的输出通过所述数字处理外围模块连接所述数字处理模块;其中,

所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;

所述数字处理外围模块用于分别将所述均流控制模块输出的电压信号V3和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号V3'和Vf';

所述数字处理模块用于根据所述均流控制模块输出的所述电压信号V3经过所述数字处理外围模块转换后的信号V3'调整所述输出电压参考信号Vr,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vf'和调整

后的输出电压参考信号 $V_r'$ 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述数字处理模块包括:

第一A/D采样转换通道,用于分别将经过所述数字处理外围模块转换后的信号 $V_3'$ 和 $V_f'$ 转换为数字信号;

偏置处理模块,用于对 $V_3'$ 的数字信号进行偏置处理后得到均流环误差;

第一PI调节模块,用于对所述均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;

第一数字运算模块,用于进行数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 和所述均流环输出之间的数字运算,得到所述调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ ,其中,在所述均流控制模块的反向输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号 $V_2$ ,正向输入端连接所述均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 的情况下,所述数字运算为加权相加运算,在所述均流控制模块的正向输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号 $V_2$ ,反向输入端连接所述均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 的情况下,所述数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 作为被减数,所述均流环输出作为减数;

第二数字运算模块,用于进行所述调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 和所述转换后的信号 $V_f'$ 的数字信号之间的数字运算,得到电压环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算, $V_r'$ 作为被减数, $V_f'$ 的数字信号作为减数;

第二PI调节模块,用于对所述电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;

第一调制信号产生模块,用于根据所述电压环输出产生调制信号。

5. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述均流控制模块包括以下之一:由模拟芯片均流控制器搭建的电路、由运算放大器搭建的电路。

6. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述数字处理模块包括:

第二A/D采样转换通道,用于分别将经过所述数字处理外围模块转换后的信号 $V_2'$ 、 $V_{bus}'$ 和 $V_f'$ 转换为数字信号;

第三数字运算模块,用于进行 $V_2'$ 和 $V_{bus}'$ 的数字信号之间的数字运算后得到均流环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算, $V_2'$ 的数字信号作为被减数, $V_{bus}'$ 的数字信号作为减数,或者 $V_{bus}'$ 的数字信号作为被减数, $V_2'$ 的数字信号作为减数;

第三PI调节模块,用于对所述均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;

第四数字运算模块,用于进行所述均流环输出与数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 进行数字运算得到调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ ,其中,在 $V_2'$ 的数字信号作为被减数, $V_{bus}'$ 的数字信号作为减数的情况下,所述数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 作为被减数,所述均流环输出作为减数,在 $V_{bus}'$ 的数字信号作为被减数, $V_2'$ 的数字信号作为减数的情况下,所述数字运算为加权相加运算;

第五数字运算模块,用于进行所述调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 和所述转换后的信号 $V_f'$ 的数字信号之间的数字运算得到电压环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算, $V_r'$ 作为被减数, $V_f'$ 的数字信号作为减数;

第四PI调节模块,用于对所述电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;

第二调制信号产生模块,用于根据所述电压环输出产生调制信号。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的装置,其特征在于,

所述装置还包括:驱动模块,用于在所述数字处理模块的控制下产生驱动信号;

所述主功率变频模块用于根据所述驱动信号进行电压调整。

8. 根据权利要求1-6中任一项所述的装置,其特征在于,所述输出电流采样放大模块包括:输出电流采样模块和电流采样放大模块,所述输出电流采样模块连接于所述输出回路的正端或负端,所述输出电流采样模块的输出信号作为所述电流采样放大模块的输入信号,所述电流采样放大模块的输出端通过所述电阻R0连接到所述均流母线上。

9. 一种模拟均流装置,其特征在于,包括:输出电流采样放大模块、均流控制模块、运算模块、电压误差放大模块和主功率变频模块,其中,

所述输出电流采样放大模块的输入端连接在模拟电源的输出回路上,所述输出电流采样放大模块的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;

所述均流控制模块的一输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,另一输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus,所述均流控制模块用于输出能够表征所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;

所述运算模块用于根据所述电压信号V3调整输出电压参考信号Vr;

所述电压误差放大模块的反相输入连接输出电压反馈信号Vf,同向输入连接所述运算模块输出的调整后的输出电压参考信号Vr',所述电压误差放大模块用于根据调整后的输出电压参考信号Vr'和所述输出电压反馈信号Vf控制所述主功率变频模块进行电压调整;

所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线连接数字处理模块,所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整;

所述装置还包括:数字处理外围模块和输出电压反馈模块,所述输出电压反馈模块的输出、所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线的输出通过所述数字处理外围模块连接所述数字处理模块;

所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;

所述数字处理外围模块用于分别将所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2、所述均流母线的电压信号Vbus和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号V2'、Vbus'和Vf';

所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2经过所述数字处理外围模块转换后的信号V2'和所述均流母线的电压信号Vbus经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vbus'调整所述输出电压参考信号Vr,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vf'和调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。

10. 一种均流系统,其特征在于,包括一个或多个模拟电源和一个或多个数字电源,各个电源的输出并联,各个电源的均流母线相连,所述数字电源中包括权利要求1-8中任一项所述的数字均流装置,所述模拟电源中包括权利要求1所述的数字均流装置。

11. 一种均流方法,其特征在于,包括:

根据输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差

异调整输出电压参考信号 $V_r$ ,其中,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,输出端通过一电阻 $R_0$ 连接到所述均流母线上;

根据调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 进行所述电源的电压调整;

其中,所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线连接数字处理模块,所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号 $V_2$ 和所述均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 之间的差异调整输出电压参考信号 $V_r$ ,并根据调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 控制主功率变频模块进行电压调整;输出电压反馈模块的输出、所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线的输出通过数字处理外围模块连接所述数字处理模块;所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压 $V_0$ 得到输出电压反馈信号 $V_f$ ;所述数字处理外围模块用于分别将所述输出电流采样放大模块的输出电压信号 $V_2$ 、所述均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号 $V_f$ 转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号 $V_2'$ 、 $V_{bus}'$ 和 $V_f'$ ;所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号 $V_2$ 经过所述数字处理外围模块转换后的信号 $V_2'$ 和所述均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 经过所述数字处理外围模块转换后的信号 $V_{bus}'$ 调整所述输出电压参考信号 $V_r$ ,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号 $V_f$ 经过所述数字处理外围模块转换后的信号 $V_f'$ 和调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

## 均流装置、方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体而言,涉及一种均流装置、方法及系统。

### 背景技术

[0002] 为了满足负载功率要求和可靠性要求,电源系统中,往往采用分布式系统将若干台电源模块并联使用。在并联使用的过程中,由于电源模块存在差异性,各个模块上分担的电流会有所不同,进而造成各个模块上电流应力和热应力不同,从而降低了系统的可靠性。为了保证系统上多个电源之间的电流均流,电流应力和热应力的均匀分配,电源模块必须支持并联均流功能。

[0003] 开关电源发展到如今已经开始从模拟控制电源转向数字控制电源,由于数字电源具有高效高功率密度的特点,再加上节能的观念,高效的数字电源越来越受到使用者的青睐。但是现在的电源系统中数字电源还没有完全取代模拟电源,也就是说现在的电源系统上数模电源会混插并联使用,而为了保证系统和模块的可靠性,数模电源混插时也必须支持均流,那么就会面临一个难题:如何实现数模电源混插使用时的均流。

[0004] 目前,自动均流控制方式大都基于模拟对模拟的控制方式或者数字对数字的控制方式,且模拟电源的均流方式和数字电源的均流方式之间存在较大的差异。这种分化的设计,要么统一采用模拟均流方式,此时无法对混插的数字电源进行均流;要么统一采用数字均流方式,此时无法对混插的模拟电源进行均流。这样,就无法有效实现在数模电源混插情况下的均流,目前,怎样在数模电源混插的情况下进行均流,从而保证电源模块以及整个电源系统的可靠性是一个难题。

[0005] 针对相关技术中的模拟和数字均流采用分化设计,无法在模拟电源和数字电源混插使用时有效进行均流的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

[0006] 针对相关技术中的模拟和数字均流采用分化设计,无法在模拟电源和数字电源混插使用时有效进行均流的问题,本发明提供了一种数字均流装置、模拟均流装置、均流方法及系统,以解决上述问题至少之一。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种数字均流装置,包括:输出电流采样放大模块、数字处理模块和主功率变频模块,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,所述输出电流采样放大模块的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;其中,所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。

[0008] 优选地,该装置还包括:均流控制模块,所述均流控制模块的一输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,另一输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus,所述均流控制模块的输出端连接所述数字处理模块;其中,所述均流控制模块用于输出能

够表征所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;所述数字处理模块用于根据所述均流控制模块输出的所述电压信号V3调整所述输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr' 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

[0009] 优选地,该装置还包括:数字处理外围模块和输出电压反馈模块,所述输出电压反馈模块的输出和所述均流控制模块的输出通过所述数字处理外围模块连接所述数字处理模块;其中,所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;所述数字处理外围模块用于分别将所述均流控制模块输出的电压信号V3和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号V3' 和Vf';所述数字处理模块用于根据所述均流控制模块输出的所述电压信号V3经过所述数字处理外围模块转换后的信号V3' 调整所述输出电压参考信号Vr,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vf' 和调整后的输出电压参考信号Vr' 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

[0010] 优选地,所述数字处理模块包括:第一A/D采样转换通道,用于分别将经过所述数字处理外围模块转换后的信号V3' 和Vf' 转换为数字信号;偏置处理模块,用于对V3' 的数字信号进行偏置处理后得到均流环误差;第一PI调节模块,用于对所述均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;第一数字运算模块,用于进行数字量的输出电压参考信号Vr和所述均流环输出之间的数字运算,得到所述调整后的输出电压参考信号Vr', 其中,在所述均流控制模块的反向输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,正向输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus的情况下,所述数字运算为加权相加运算,在所述均流控制模块的正向输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,反向输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus的情况下,所述数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号Vr作为被减数,所述均流环输出作为减数;第二数字运算模块,用于进行所述调整后的输出电压参考信号Vr' 和所述转换后的信号Vf' 的数字信号之间的数字运算,得到电压环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算,Vr' 作为被减数,Vf' 的数字信号作为减数;第二PI调节模块,用于对所述电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;第一调制信号产生模块,用于根据所述电压环输出产生调制信号。

[0011] 优选地,所述均流控制模块包括以下之一:由模拟芯片均流控制器搭建的电路、由运算放大器搭建的电路。

[0012] 优选地,所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线连接所述数字处理模块。

[0013] 优选地,该装置还包括:数字处理外围模块和输出电压反馈模块,所述输出电压反馈模块的输出、所述输出电流采样放大模块的输出和所述均流母线的输出通过所述数字处理外围模块连接所述数字处理模块;其中,所述输出电压反馈模块用于根据所述电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;所述数字处理外围模块用于分别将所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2、所述均流母线的电压信号Vbus和所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf转换为适合所述数字处理模块进行模数转换和采样的信号V2' 、Vbus' 和Vf';所述数字处理模块用于根据所述输出电流采样放大模块的输出电压信

号V2经过所述数字处理外围模块转换后的信号V2'和所述均流母线的电压信号Vbus经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vbus'调整所述输出电压参考信号Vr,并根据所述输出电压反馈模块输出的所述输出电压反馈信号Vf经过所述数字处理外围模块转换后的信号Vf'和调整后的输出电压参考信号Vr'控制所述主功率变频模块进行电压调整。

[0014] 优选地,所述数字处理模块包括:第二A/D采样转换通道,用于分别将经过所述数字处理外围模块转换后的信号V2'、Vbus'和Vf'转换为数字信号;第三数字运算模块,用于进行V2'和Vbus'的数字信号之间的数字运算后得到均流环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算,V2'的数字信号作为被减数,Vbus'的数字信号作为减数,或者Vbus'的数字信号作为被减数,V2'的数字信号作为减数;第三PI调节模块,用于对所述均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;第四数字运算模块,用于进行所述均流环输出与数字量的输出电压参考信号Vr进行数字运算得到调整后的输出电压参考信号Vr',其中,在V2'的数字信号作为被减数,Vbus'的数字信号作为减数的情况下,所述数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号Vr作为被减数,所述均流环输出作为减数,在Vbus'的数字信号作为被减数,V2'的数字信号作为减数的情况下,所述数字运算为加权相加运算;第五数字运算模块,用于进行所述调整后的输出电压参考信号Vr'和所述转换后的信号Vf'的数字信号之间的数字运算得到电压环误差,其中,所述数字运算为加权相减运算,Vr'作为被减数,Vf'的数字信号作为减数;第四PI调节模块,用于对所述电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;第二调制信号产生模块,用于根据所述电压环输出产生调制信号。

[0015] 优选地,所述装置还包括:驱动模块,用于在所述数字处理模块的控制下产生驱动信号;所述主功率变频模块用于根据所述驱动信号进行电压调整。

[0016] 优选地,所述输出电流采样放大模块包括:输出电流采样模块和电流采样放大模块,所述输出电流采样模块连接于所述输出回路的正端或负端,所述输出电流采样模块的输出信号作为所述电流采样放大模块的输入信号,所述电流采样放大模块的输出端通过所述电阻R0连接到所述均流母线上。

[0017] 根据本发明的另一个方面,提供了一种模拟均流装置,包括:输出电流采样放大模块、均流控制模块、运算模块、电压误差放大模块和主功率变频模块,其中,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在所述模拟电源的输出回路上,所述输出电流采样放大模块的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;所述均流控制模块的一输入端连接所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2,另一输入端连接所述均流母线的电压信号Vbus,所述均流控制模块用于输出能够表征所述输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和所述均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;所述运算模块用于根据所述电压信号V3调整输出电压参考信号Vr;所述电压误差放大模块的反相输入连接输出电压反馈信号Vf,同向输入连接所述运算模块输出的调整后的输出电压参考信号Vr',所述电压误差放大模块用于根据调整后的输出电压参考信号Vr'和所述输出电压反馈信号Vf控制所述主功率变频模块进行电压调整。

[0018] 根据本发明的再一个方面,提供了一种均流系统,包括一个或多个模拟电源和一个或多个数字电源,各个电源的输出并联,各个电源的均流母线相连,所述数字电源中包括以上数字均流装置,所述模拟电源中包括以上模拟均流装置。

[0019] 根据本发明的又一个方面,提供了一种均流方法,包括:根据输出电流采样放大模



块的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,其中,所述输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,输出端通过一电阻R0连接到所述均流母线上;根据调整后的输出电压参考信号Vr'进行所述电源的电压调整。

[0020] 通过本发明,解决了相关技术中的模拟和数字均流采用分化设计,无法在模拟电源和数字电源混插使用时有效进行均流的问题,该方案易于实现,能够提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

## 附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0022] 图1是根据本发明实施例的数字均流装置的结构框图;

[0023] 图2是根据本发明实施例的数字均流装置的第一优选结构框图;

[0024] 图3是根据本发明实施例的数字均流装置的第二优选结构框图;

[0025] 图4是根据本发明实施例的数字处理模块104的第一优选结构框图;

[0026] 图5是根据本发明实施例的数字均流装置的第三优选结构框图;

[0027] 图6是根据本发明实施例的数字均流装置的第四优选结构框图;

[0028] 图7是根据本发明实施例的数字处理模块104的第二优选结构框图;

[0029] 图8是根据本发明实施例的数字均流装置的第五优选结构框图;

[0030] 图9是根据本发明实施例的数字均流装置的第六优选结构框图;

[0031] 图10是根据本发明实施例的模拟均流装置;

[0032] 图11是根据本发明实施例的均流系统的结构框图;

[0033] 图12是根据本发明实施例的均流方法的流程图;

[0034] 图13是根据本发明实施例的数模电源混插并机示意图;

[0035] 图14是根据本发明实施例的模拟电源内部的均流相关电路框图;

[0036] 图15是根据本发明实施例的数字电源内部带模拟均流控制器的均流相关电路框图;

[0037] 图16是根据本发明实施例的数字电源内部不带模拟均流控制器的均流相关电路框图;

[0038] 图17是根据本发明实施例2的数字处理器内部与均流有关的控制示意图;

[0039] 图18是根据本发明实施例3的数字处理器内部与均流有关的控制示意图。

## 具体实施方式

[0040] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

### [0041] 装置实施例

[0042] 考虑到相关技术中,模拟电源的均流方式和数字电源的均流方式之间存在较大的差异,这种分化的设计,要么统一采用模拟均流方式,此时无法对混插的数字电源进行均流;要么统一采用数字均流方式,此时无法对混插的模拟电源进行均流,这样,就无法有效实现在数模电源混插情况下的均流。为此,在实施例中提供了一种数字均流装置。

[0043] 图1是根据本发明实施例的数字均流装置的结构框图,如图1所示,该数字均流装置包括:输出电流采样放大模块102、数字处理模块104和主功率变频模块106,输出电流采样放大模块102的输入端连接在电源的输出回路上,输出电流采样放大模块102的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;其中,数字处理模块104用于根据输出电流采样放大模块102的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制主功率变频模块106进行电压调整。

[0044] 通过以上的数字均流装置,可以实现数字电源的均流,而且,该均流装置因为采用了与模拟均流相同的处理依据,因此同样适用于数字电源和模拟电源混插的场景下的数字均流,该装置易于实现,可以解决数模电源混插使用时的均流难题,进而提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

[0045] 图2是根据本发明实施例的数字均流装置的第一优选结构框图,如图2所示,该数字均流装置还包括:均流控制模块202,均流控制模块202的一输入端连接输出电流采样放大模块102的输出电压信号V2,另一输入端连接均流母线的电压信号Vbus,均流控制模块202的输出端连接数字处理模块104;其中,均流控制模块202用于输出能够表征输出电流采样放大模块102的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;数字处理模块104用于根据均流控制模块202输出的电压信号V3调整输出电压参考信号Vr,并根据调整后的输出电压参考信号Vr'控制主功率变频模块106进行电压调整。

[0046] 以上的均流控制模块202可以采用模拟电路的方式实现均流信号V3的生成,优选地,均流控制模块202可以由模拟芯片均流控制器搭建的电路实现或由运算放大器搭建的电路实现。数字处理模块104可以根据均流控制模块202的输出信号进行输出电压参考信号的调整,从而调整数字电源的输出,达到均流的目的。

[0047] 为了便于数字处理模块104进行信号处理,作为一种优选的实施方式,还可以增加数字处理外围模块对输入数字处理模块104的信号进行预先转换。图3是根据本发明实施例的数字均流装置的第二优选结构框图,如图3所示,该数字均流装置还可以包括:数字处理外围模块302和输出电压反馈模块304,输出电压反馈模块304的输出和均流控制模块202的输出通过数字处理外围模块302连接数字处理模块104;其中,输出电压反馈模块304用于根据电源的实际输出电压V0得到输出电压反馈信号Vf;数字处理外围模块302用于分别将均流控制模块202输出的电压信号V3和输出电压反馈模块304输出的输出电压反馈信号Vf转换为适合数字处理模块104进行模数转换和采样的信号V3'和Vf';数字处理模块104用于根据均流控制模块202输出的电压信号V3经过数字处理外围模块302转换后的信号V3'调整输出电压参考信号Vr,并根据输出电压反馈模块304输出的输出电压反馈信号Vf经过数字处理外围模块302转换后的信号Vf'和调整后的输出电压参考信号Vr'控制主功率变频模块106进行电压调整。

[0048] 图4是根据本发明实施例的数字处理模块104的第一优选结构框图,如图4所示,数字处理模块104包括:第一A/D采样转换通道402,用于分别将经过数字处理外围模块302转换后的信号V3'和Vf'转换为数字信号;偏置处理模块404,用于对V3'的数字信号进行偏置处理后得到均流环误差;第一PI调节模块406,用于对均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;第一数字运算模块408,用于进行数字量的输出电压参考信号Vr和均流环输出之间的数字运算得到调整后的输出电压参考信号Vr',其中,在均流控制模块202的反向输入端连

接输出电流采样放大模块102的输出电压信号 $V_2$ ,正向输入端连接均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 的情况下,数字运算为加权相加运算,在均流控制模块202的正向输入端连接输出电流采样放大模块102的输出电压信号 $V_2$ ,反向输入端连接均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 的情况下,数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 作为被减数,均流环输出作为减数;第二数字运算模块410,用于进行调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 和转换后的信号 $V_f'$ 的数字信号之间的数字运算得到电压环误差,其中,数字运算为加权相减运算, $V_r'$ 作为被减数, $V_f'$ 的数字信号作为减数;第二PI调节模块412,用于对电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;第一调制信号产生模块414,用于根据电压环输出产生调制信号。

[0049] 图5是根据本发明实施例的数字均流装置的第三优选结构框图,如图5所示,输出电流采样放大模块102的输出以及均流母线连接数字处理模块104。在该实施例中,由数字处理模块104确定输出电流采样放大模块102的输出电压信号 $V_2$ 和均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 之间的差异,进而调整输出电压参考信号 $V_r$ ,从而调整数字电源的输出,达到均流的目的。

[0050] 为了便于数字处理模块104进行信号处理,作为一种优选的实施方式,还可以增加数字处理外围模块对输入数字处理模块104的信号进行预先转换。图6是根据本发明实施例的数字均流装置的第四优选结构框图,如图6所示,该装置还包括:数字处理外围模块602和输出电压反馈模块604,输出电压反馈模块604的输出、输出电流采样放大模块102的输出和均流母线的输出通过数字处理外围模块602连接数字处理模块104;其中,输出电压反馈模块604用于根据电源的实际输出电压 $V_0$ 得到输出电压反馈信号 $V_f$ ;数字处理外围模块602用于分别将输出电流采样放大模块102的输出电压信号 $V_2$ 、均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 和输出电压反馈模块604输出的输出电压反馈信号 $V_f$ 转换为适合数字处理模块104进行模数转换和采样的信号 $V_2'$ 、 $V_{bus}'$ 和 $V_f'$ ;数字处理模块104用于根据输出电流采样放大模块102的输出电压信号 $V_2$ 经过数字处理外围模块602转换后的信号 $V_2'$ 和均流母线的电压信号 $V_{bus}$ 经过数字处理外围模块602转换后的信号 $V_{bus}'$ 调整输出电压参考信号 $V_r$ ,并根据输出电压反馈模块604输出的输出电压反馈信号 $V_f$ 经过数字处理外围模块602转换后的信号 $V_f'$ 和调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 控制主功率变频模块106进行电压调整。

[0051] 图7是根据本发明实施例的数字处理模块104的第二优选结构框图,如图7所示,数字处理模块104包括:第二A/D采样转换通道702,用于分别将经过数字处理外围模块602转换后的信号 $V_2'$ 、 $V_{bus}'$ 和 $V_f'$ 转换为数字信号;第三数字运算模块704,用于进行 $V_2'$ 和 $V_{bus}'$ 的数字信号之间的数字运算后得到均流环误差,其中,数字运算为加权相减运算, $V_2'$ 的数字信号作为被减数, $V_{bus}'$ 的数字信号作为减数,或者 $V_{bus}'$ 的数字信号作为被减数, $V_2'$ 的数字信号作为减数;第三PI调节模块706,用于对均流环误差进行PI调节后得到均流环输出;第四数字运算模块708,用于进行均流环输出与数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 进行数字运算得到调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ ,其中,在 $V_2'$ 的数字信号作为被减数, $V_{bus}'$ 的数字信号作为减数的情况下,数字运算为加权相减运算,数字量的输出电压参考信号 $V_r$ 作为被减数,均流环输出作为减数,在 $V_{bus}'$ 的数字信号作为被减数, $V_2'$ 的数字信号作为减数的情况下,数字运算为加权相加运算;第五数字运算模块710,用于进行调整后的输出电压参考信号 $V_r'$ 和转换后的信号 $V_f'$ 的数字信号之间的数字运算得到电压环误差,其中,数字运算为加权相减运算, $V_r'$ 作为被减数, $V_f'$ 的数字信号作为减数;第四PI调节模块712,用于对

电压环误差进行PI调节后得到电压环输出;第二调制信号产生模块714,用于根据电压环输出产生调制信号。

[0052] 图8是根据本发明实施例的数字均流装置的第五优选结构框图,如图8所示,该数字均流装置还包括:驱动模块802,用于在数字处理模块104的控制下产生驱动信号;主功率变频模块106用于根据驱动信号进行电压调整。

[0053] 图9是根据本发明实施例的数字均流装置的第六优选结构框图,如图9所示,输出电流采样放大模块102包括:输出电流采样模块902和电流采样放大模块904,输出电流采样模块902连接于输出回路的正端或负端,输出电流采样模块902的输出信号作为电流采样放大模块904的输入信号,电流采样放大模块904的输出端通过电阻R0连接到均流母线上。

[0054] 需要说明的是,以上的输出电流采样放大模块102、主功率变频模块106、均流控制模块202、数字处理外围模块302、输出电压反馈模块304、数字处理外围模块602、输出电压反馈模块604、驱动模块802、输出电流采样模块902和电流采样放大模块904均可以通过电路来实现;数字处理模块104可以通过数字处理器来实现,数字处理模块104内部的各个模块均可以通过在数字处理模块104内部运行相应的代码来实现。

[0055] 本发明实施例还提供了一种模拟均流装置,其可以设置于模拟电源中实现均流。图10是根据本发明实施例的模拟均流装置,如图10所示,该模拟均流装置包括:输出电流采样放大模块1002、均流控制模块1004、运算模块1006、电压误差放大模块1008和主功率变频模块1010,其中,输出电流采样放大模块1002的输入端连接在模拟电源的输出回路上,输出电流采样放大模块1002的输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;均流控制模块1004的一输入端连接输出电流采样放大模块1002的输出电压信号V2,另一输入端连接均流母线的电压信号Vbus,均流控制模块1004用于输出能够表征输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差异的电压信号V3;运算模块1006用于根据电压信号V3调整输出电压参考信号Vr;电压误差放大模块1008的反相输入连接输出电压反馈信号Vf,同向输入连接运算模块1006输出的调整后的输出电压参考信号Vr',电压误差放大模块1008用于根据调整后的输出电压参考信号Vr'和输出电压反馈信号Vf控制主功率变频模块1010进行电压调整。

[0056] 以上的模拟均流装置可以实现电源的均流,且模拟均流装置在均流时采用的控制依据与上述的数字均流装置的控制依据相同,因此,在模拟电源和数字电源混插的情况下,配置有模拟均流装置的模拟电源,以及配置有数字均流装置的数字电源可以同时有效工作,从而在模拟数字混插条件下,能够同时实现模拟电源和数字电源的均流控制,解决数模电源混插使用时的均流难题,提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

[0057] 在模拟均流装置中,输出电流采样放大模块1002也可以包括输出电流采样模块和电流采样放大模块,输出电流采样模块连接于输出回路的正端或负端,输出电流采样模块的输出信号作为电流采样放大模块的输入信号,电流采样放大模块的输出端通过电阻R0连接到均流母线上。

[0058] 另外,模拟均流装置也可以包括驱动模块,用于在数字处理模块1004的控制下产生驱动信号;主功率变频模块1006用于根据驱动信号进行电压调整。

[0059] 需要说明的是,以上的输出电流采样放大模块1002、均流控制模块1004、运算模块1006、电压误差放大模块1008、主功率变频模块1010、驱动模块、输出电流采样模块和电流

采样放大模块均可以通过电路来实现。

[0060] 本发明实施例还提供了一种均流系统,图11是根据本发明实施例的均流系统的结构框图,如图11所示,该系统包括一个或多个模拟电源和一个或多个数字电源,各个电源的输出并联,各个电源的均流母线相连,数字电源中包括以上实施例中描述的数字均流装置,模拟电源中包括以上实施例中描述的模拟均流装置。

[0061] 方法实施例

[0062] 图12是根据本发明实施例的均流方法的流程图,如图12所示,包括:

[0063] 步骤S1202,根据输出电流采样放大模块的输出电压信号V2和均流母线的电压信号Vbus之间的差异调整输出电压参考信号Vr,其中,输出电流采样放大模块的输入端连接在电源的输出回路上,输出端通过一电阻R0连接到均流母线上;

[0064] 步骤S1204,根据调整后的输出电压参考信号Vr'进行电源的电压调整。

[0065] 通过该方法,可以实现对模拟电源和数字电源的均流控制,该方法可以但不限于应用在数字电源和模拟电源混插的场景下,可以同时实现模拟电源和数字电源的均流控制,解决数模电源混插使用时的均流难题,提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

[0066] 以下通过几个优选实施例详细描述本发明实施例提供的均流方案的构成及原理。

[0067] 实施例1

[0068] 本实施例提供了一种数模混合控制的自动均流装置,通过自动均流技术能够解决模拟电源和数字电源混插使用时的均流问题。图13是根据本发明实施例的数模电源混插并机示意图,如图13所示,并机使用时的电源模块为复数个电源模块,为了简明,图13中只标出两个电源模块,其中电源模块1301为模拟电源模块,电源模块1302为数字电源模块,六个省略点表示未标出的其他电源模块。数模电源混插使用时,各电源模块的输出直接并联起来,各电源模块引到单体外的均流母线也直接相连。

[0069] 本实施例装置中包括模拟电源内部与均流有关电路和数字电源内部与均流有关电路。

[0070] 图14是根据本发明实施例的模拟电源内部均流相关电路框图,如图14所示,本实施例装置中所述模拟电源内部与均流有关电路包括:输出电流采样电路11、输出电流放大电路12、均流控制器电路13、电压误差放大电路15、输出电压反馈电路14、将电压误差放大电路输出误差电压转换成驱动信号的信号产生及驱动单元电路16、主功率变换电路17。其中,输出电流采样电路11在输出回路上,输出电流采样电路11的输出信号作为电流采样放大电路12的输入信号,电流采样放大电路12的输出信号通过一电阻R0接到均流母线上;均流控制器13的一输入端接电流采样放大电路12的输出信号,另一输入端接均流母线电压信号,其输出信号和输出电压参考信号通过模拟电路运算后得到均流后的输出电压参考;实际输出电压通过输出电压反馈电路14得到输出电压反馈信号,输出电压反馈信号作为电压误差放大器15的反相输入,均流后的输出电压参考作为电压误差放大器15的同相输入,电压误差放大器电路的输出信号经过信号产生以及驱动单元电路16得到驱动信号;最终驱动信号来驱动主功率变换电路17中的相关功率器件。

[0071] 本实施例装置中所述数字电源内部有两种处理方式,一种带模拟均流控制电路,一种不带模拟均流控制电路。

[0072] 图15是根据本发明实施例的数字电源内部带模拟均流控制器均流相关电路框图,

如图15所示,本实施例装置中所述带模拟均流控制电路的数字电源内部与均流有关电路包括输出电流采样电路21、输出电流放大电路22、输出电压反馈电路24、均流控制器电路28、数字处理器外围电路23、数字处理器25、驱动电路26和主功率变换电路27。其中,输出电流采样电路21在输出回路上,输出电流采样电路21的输出信号作为电流采样放大电路22的输入信号,电流采样放大电路22的输出信号通过一电阻R0接到均流母线上;均流控制器28的一输入端接电流采样放大电路22的输出信号,另一输入端接均流母线电压信号;实际输出电压通过输出电压反馈电路24得到输出电压反馈信号;均流控制器28的输出和输出电压反馈信号通过数字处理器外围电路23送至数字处理器25,数字处理器25对上述两个信号进行采样与相关运算输出调制信号,调制信号经过驱动电路26产生驱动信号,最终驱动信号来驱动主功率变换电路27中的相关功率器件。

[0073] 图16是根据本发明实施例的数字电源内部不带模拟均流控制器均流相关电路框图,如图16所示,本实施例装置中所述不带模拟均流控制电路的数字电源内部与均流有关电路包括输出电流采样电路31、输出电流放大电路32、输出电压反馈电路34、数字处理器外围电路33、数字处理器35、驱动电路36和主功率变换电路37。其中,输出电流采样电路31在输出回路上,输出电流采样电路31的输出信号作为电流采样放大电路32的输入信号,电流采样放大电路32的输出信号通过一电阻R0接到均流母线上;实际输出电压通过输出电压反馈电路34得到输出电压反馈信号;电流采样放大电路32的输出信号、均流母线电压信号和输出电压反馈信号通过数字处理器外围电路33送至数字处理器35,数字处理器35对上述三个信号进行采样与相关运算输出调制信号,调制信号经过驱动电路36产生驱动信号,终驱动信号来驱动主功率变换电路37中的相关功率器件。

[0074] 本实施例中,数模电源混插并机工作时,均流母线电压 $V_{bus}$ 反映各电源模块输出电流经过输出电流采样电路和电流采样放大电路处理后得到电压信号 $V_2$ 的平均值,即反映各模块输出电流的平均值,若各模块不均流,则各模块中 $V_2$ 不相等,即 $V_2$ 与 $V_{bus}$ 不相等,在模拟电源中,均流控制器13的输出将调整电压误差放大器15的同相输入端输出电压参考,最终通过调整本模块的输出电压来调节本模块的输出电流;在带有模拟均流控制器的数字电源中,均流控制器28的输出在数字处理器25中调整输出电压参考,最终通过调整本模块的输出电压来调节本模块的输出电流;在不带模拟均流控制器的数组电源中, $V_2$ 和 $V_{bus}$ 在数字处理器35中通过数字运算得到一个差值来调整输出电压参考,最终通过调整本模块的输出电压来调节本模块的输出电流。若各模块相互之间均流时,则各模块的输出电压参考不再进行调整,维持输出电压不变,进而维持各模块之间的均流。

[0075] 本实施例可普遍应用于多电源并联使用的电源系统中,尤其数模电源混插并联使用的电源系统中,本实施例中的电源模块包括但不限于开关电源,本实施例中的电源系统包括但不限于通信电源系统。

[0076] 另外,本实施例装置所论述的输出电流采样电路位置可在输出回路的正端,也可在输出回路的负端。

[0077] 本实施例装置所论述的输出电流采样电路中的电流采样器件包括但不限于两端子分流器、四端子分流器、电流互感器、电流传感器等。

[0078] 本实施例装置所论述的均流控制器电路包括但不限于由专门的模拟芯片均流控制器搭建的电路、由运算放大器搭建的电路。

[0079] 本实施例易于实现,可以解决数模电源混插使用时的均流难题,提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

#### [0080] 实施例2

[0081] 如图13所示,模拟电源1301和数字电源1302并机均流,其中,数字电源1302内部带模拟均流控制器,模拟电源1301内部均流相关电路框图如图14所示,数字电源1302内部均流相关电路框图如图15所示。

[0082]  $V_{bus}$ 是从通过电阻 $R_0$ 与模拟电源1301和数字电源1302输出电流放大后信号相连的均流母线上取得的,其反映模拟电源1301和数字电源1302输出电流的平均值。

[0083] 如图14所示,在模拟电源内部,输出电流 $I_0$ 经过输出电流采样11电路和电流采样放大12电路得到电压信号 $V_2$ , $V_2$ 反映本机输出电流的大小,其作为均流控制器13的一输入端, $V_{bus}$ 反映两电源输出电流的平均值,其作为均流控制器13的另一输入端。 $V_3$ 为均流控制器13的输出,其影响输出电压参考 $V_r$ ,进而影响其与 $V_r$ 通过模拟电路运算后得到新的输出电压参考 $V_r'$ , $V_r'$ 作为电压误差放大器15的同相输入端,其与电压误差放大器15的反相输入端输出电压反馈 $V_f$ 又影响着电压误差放大器15的输出 $V_e$ , $V_e$ 通过信号产生及驱动单元16电路来改变驱动信号,最终通过调节主功率变换电路17的工作状态来调整输出电压达到输出电流均流的目的。比如当本模块的 $V_2$ 小于 $V_{bus}$ ,即本模块的输出电流小于平均电流,均流控制器13的输出 $V_3$ 增大,输出电压参考随之变大,则本模块输出电压增大,本模块输出电流提高,从而实现了均流的目的,反之亦然。

[0084] 如图15所示,在数字电源内部,其带模拟均流控制器28电路,输出电流 $I_0$ 经过输出电流采样21电路和电流采样放大22电路得到电压信号 $V_2$ , $V_2$ 反映本机输出电流的大小,其作为均流控制器28的一输入端, $V_{bus}$ 反映两电源输出电流的平均值,其作为均流控制器28的另一输入端。 $V_3$ 为均流控制器28的输出, $V_f$ 为实际输出电压 $V_0$ 经输出电压反馈24电路得到的输出电压反馈信号, $V_3$ 和 $V_f$ 经过相应的数字处理器外围电路23得到适合数字处理器25进行A/D转换采样的模拟信号 $V_3'$ 和 $V_f'$ 。

[0085] 图17是根据本发明实施例2的数字处理器内部与均流有关的控制示意图,在数字处理器25内部,进行如图17所示的控制。通过数字处理器25的A/D采样转换通道将模拟信号 $V_3'$ 和 $V_f'$ 转换为数字信号。 $V_3'$ 的数字信号再经过偏置处理后得到均流环误差,均流环误差经过PI调节后得到均流环输出,均流环输出与数字量输出电压参考进行数字运算得到新的输出电压参考,新的输出电压参考与 $V_f'$ 的数字信号进行数字运算得到电压环误差,电压环误差经过PI调节后得到电压环输出,电压环输出在经过相关处理产生调制信号。数字处理器25输出的调制信号经过驱动电路26产生驱动信号,驱动信号通过调节主功率变换电路27的工作状态来调整输出电压达到输出电流均流的目的。比如当本模块的 $V_2$ 小于 $V_{bus}$ ,即本模块的输出电流小于平均电流,均流控制器13的输出 $V_3$ 增大,数字处理器25中均流环输出为正值增大输出电压参考,则本模块输出电压增大,进而增大本模块输出电流,从而达到均流的目的,反之亦然。

#### [0086] 实施例3

[0087] 如图13所示,模拟电源1301和数字电源1302并机均流,其中,数字电源1302内部不带模拟均流控制器,模拟电源1301内部均流相关电路框图如图14所示,数字电源1302内部均流相关电路框图如图16所示。

[0088]  $V_{bus}$ 是从通过电阻R0与模拟电源1301和数字电源1302输出电流放大后信号相连的均流母线上取得的,其反映模拟电源1301和数字电源1302输出电流的平均值。

[0089] 在模拟电源内部均流的调节机理与实施例2相同,不再累述。

[0090] 如图16所示,在数字电源内部,不带模拟均流控制器电路。输出电流I0经过输出电流采样31电路和电流采样放大32电路得到电压信号V2,V2反映本机输出电流的大小, $V_{bus}$ 反映两电源输出电流的平均值。输出电压经输出电压反馈34电路得到输出电压反馈Vf。V2、 $V_{bus}$ 和Vf通过相应的数字处理器外围电路33得到适合数字处理器35进行A/D转换采样的模拟信号V2'、 $V_{bus}'$ 和Vf'。

[0091] 图18是根据本发明实施例3的数字处理器内部与均流有关的控制示意图,在数字处理器35内部,进行如图18所示的控制。通过数字处理器35的A/D采样转换通道将模拟信号V2'、 $V_{bus}'$ 和Vf'转换为数字信号。V2'和 $V_{bus}'$ 的数字信号经过数字运算处理后得到均流环误差,均流环误差经过PI调节后得到均流环输出,均流环输出与数字量输出电压参考进行数字运算得到新的输出电压参考,新的输出电压参考与Vf'的数字信号进行数字运算得到电压环误差,电压环误差经过PI调节后得到电压环输出,电压环输出在经过相关处理产生调制信号。数字处理器35输出的调制信号经过驱动36电路产生驱动信号,驱动信号通过调节主功率变换电路37的工作状态来调整输出电压达到输出电流均流的目的。比如当本模块的V2小于 $V_{bus}$ ,即本模块的输出电流小于平均电流,在数字处理器35内部均流环误差为正值,经过PI调节均流环输出为正值增大输出电压参考,则本模块输出电压增大,进而增大本模块输出电流,从而达到均流的目的,反之亦然。

[0092] 实施例2和实施例3是以两台电源的均流为例进行说明的,若N台模块并机均流,对应的设计依此类推。

[0093] 从以上的描述中,可以看出,以上实施例提供的方案解决了相关技术中的模拟和数字均流采用分化设计,无法在模拟电源和数字电源混插使用时有效进行均流的问题,该方案易于实现,能够提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

[0094] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0095] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



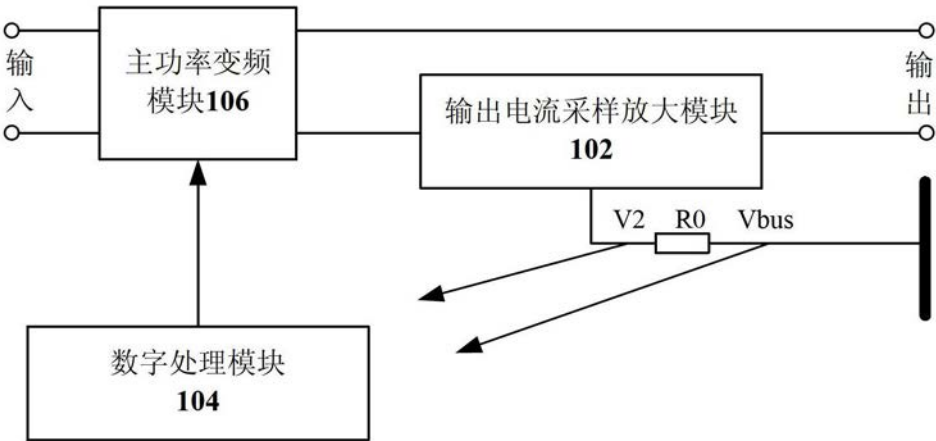


图1

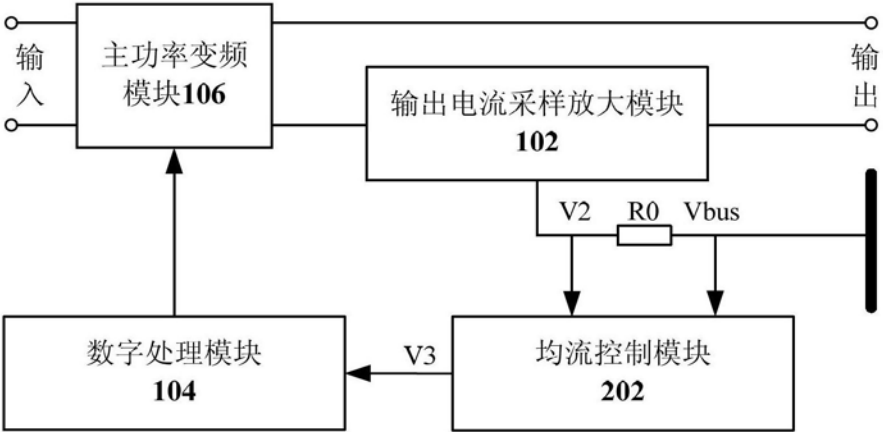


图2

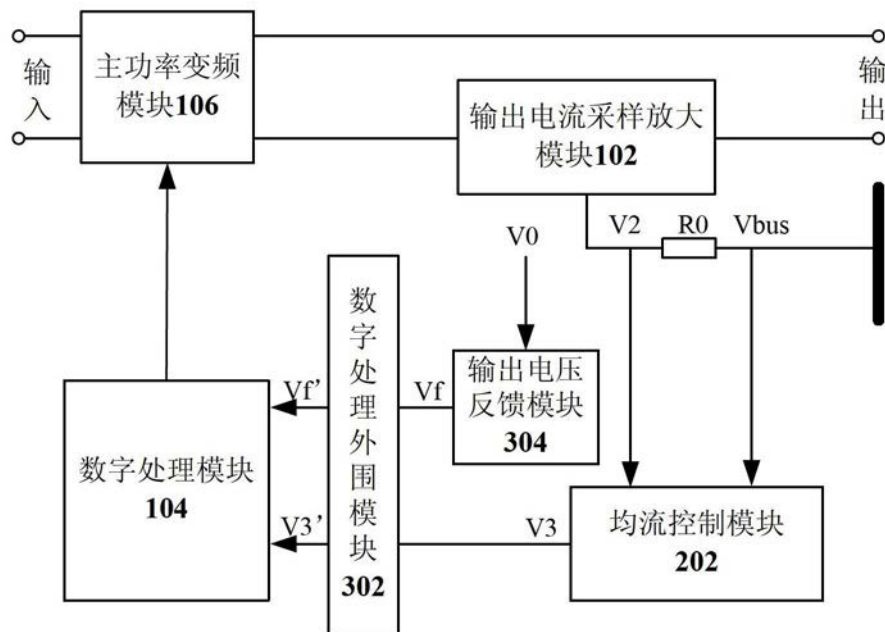


图3

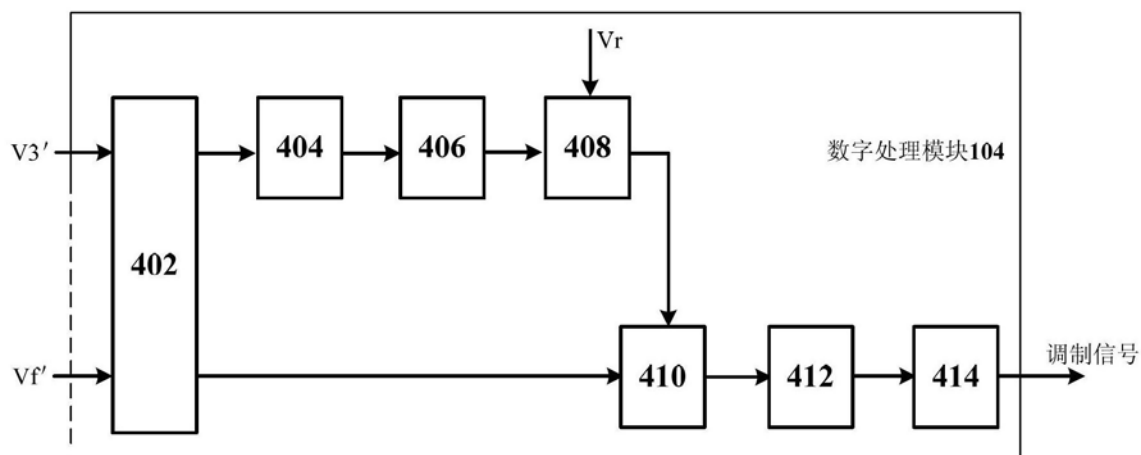


图4

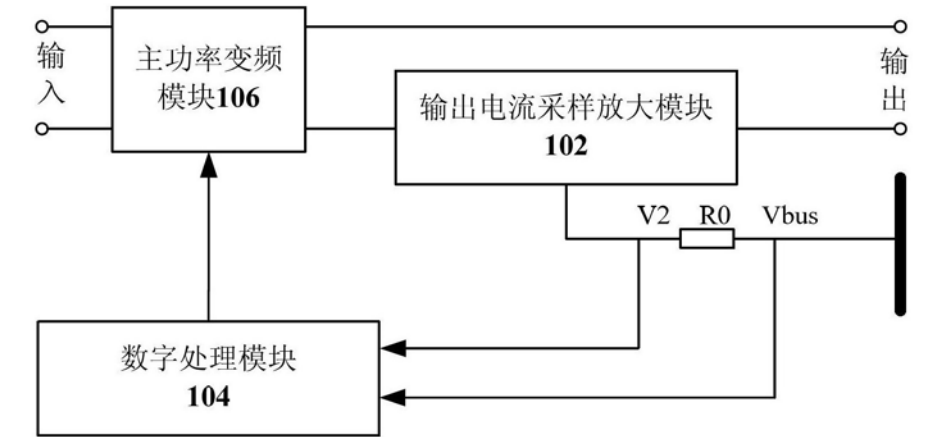


图5

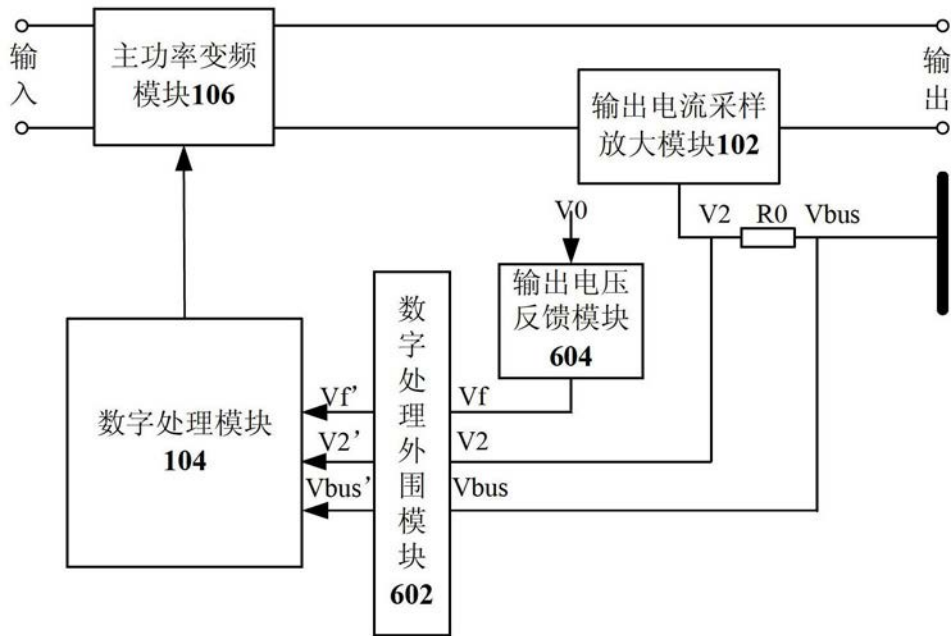


图6

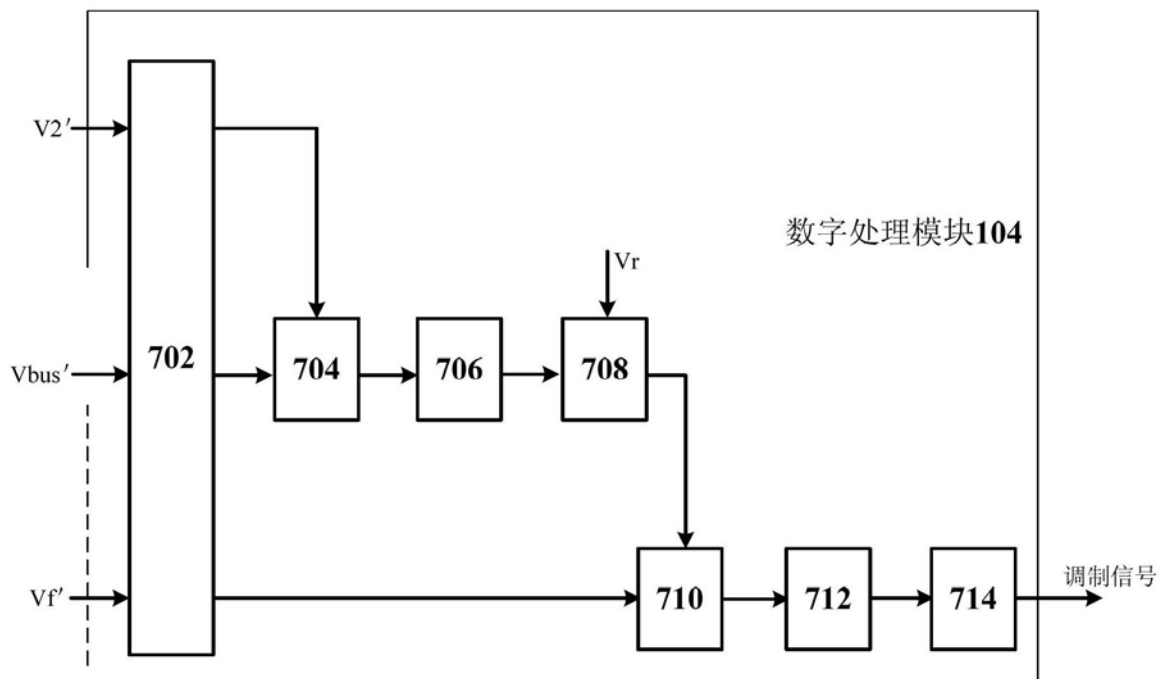


图7

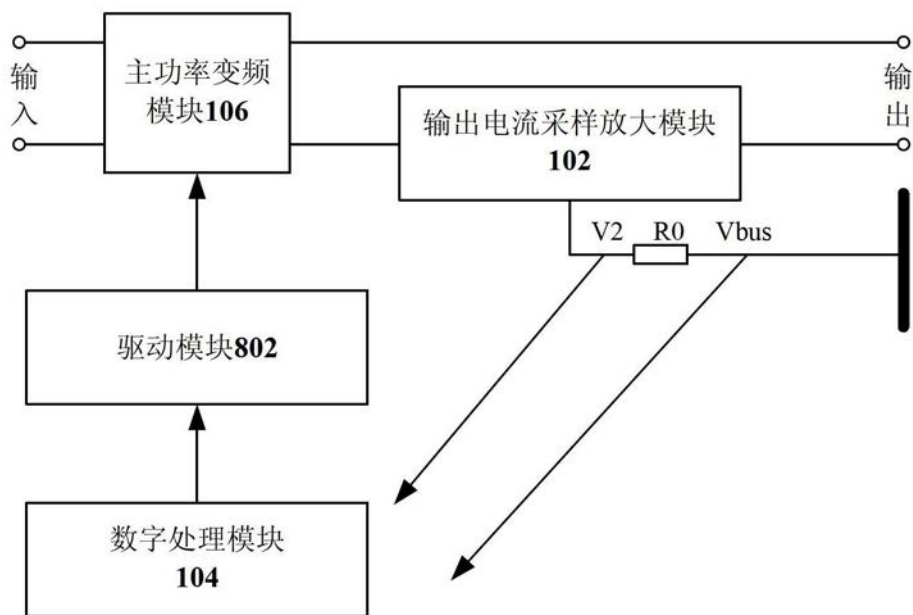


图8

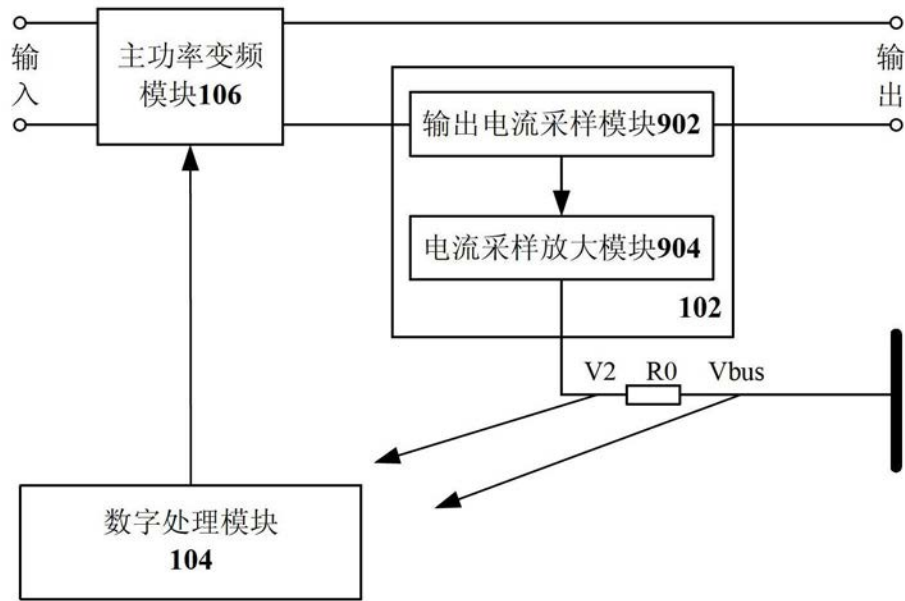


图9

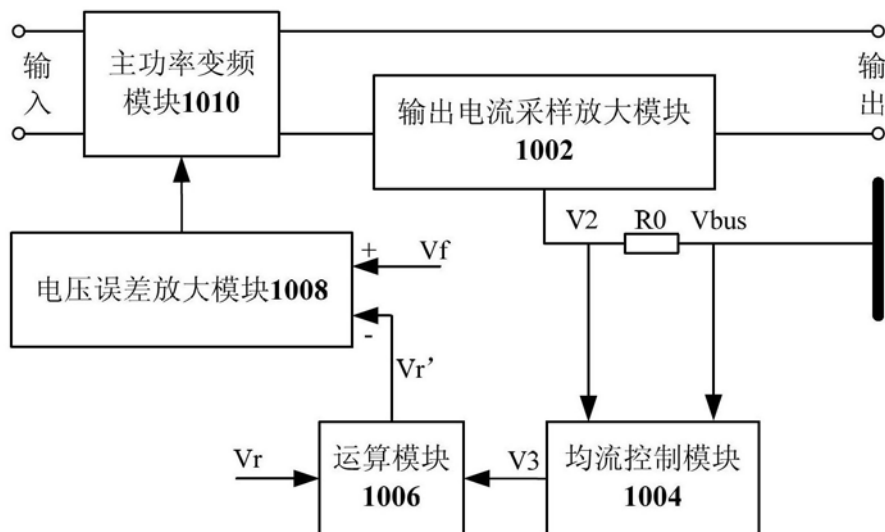


图10

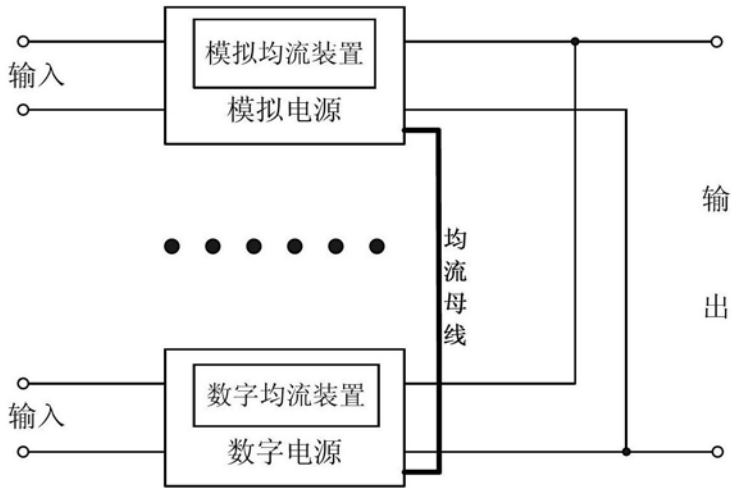


图11

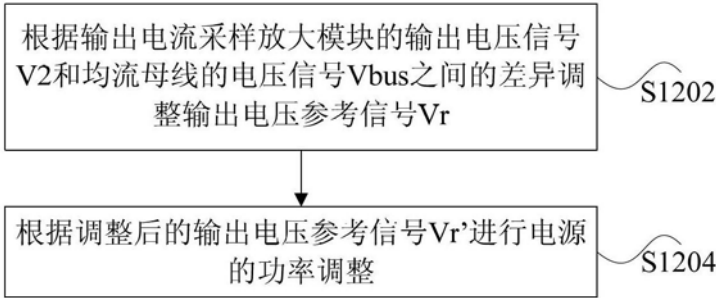


图12

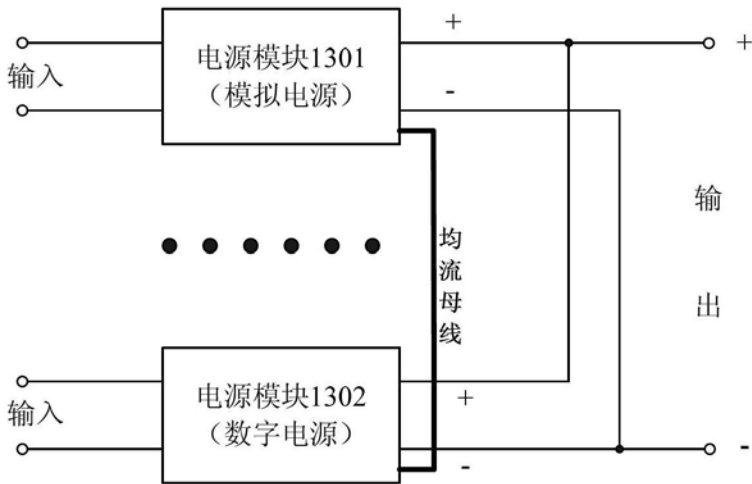


图13

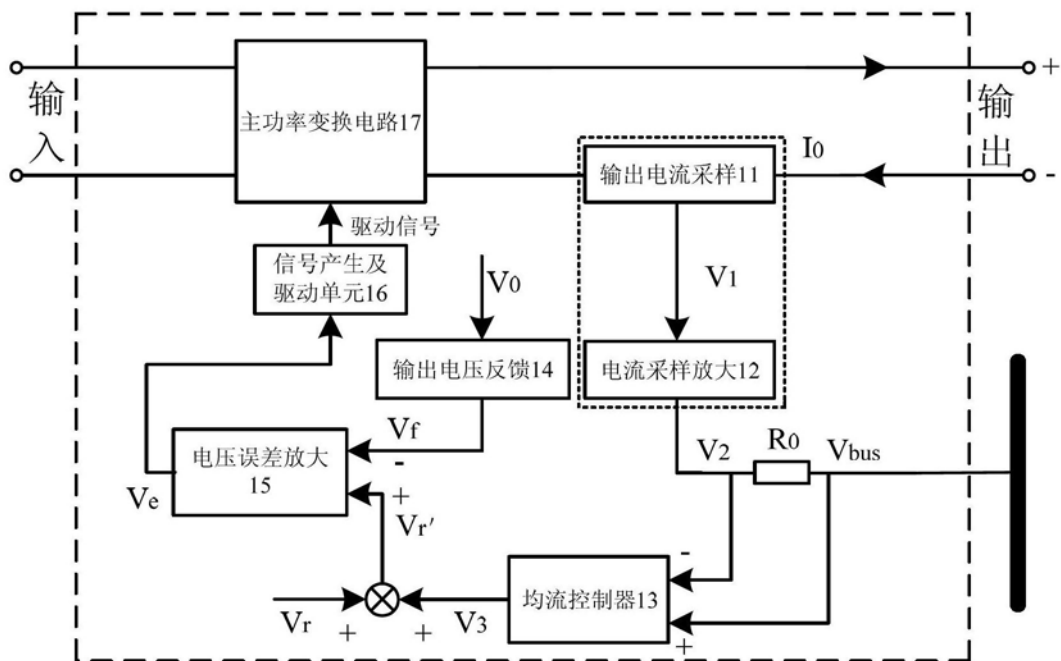


图14

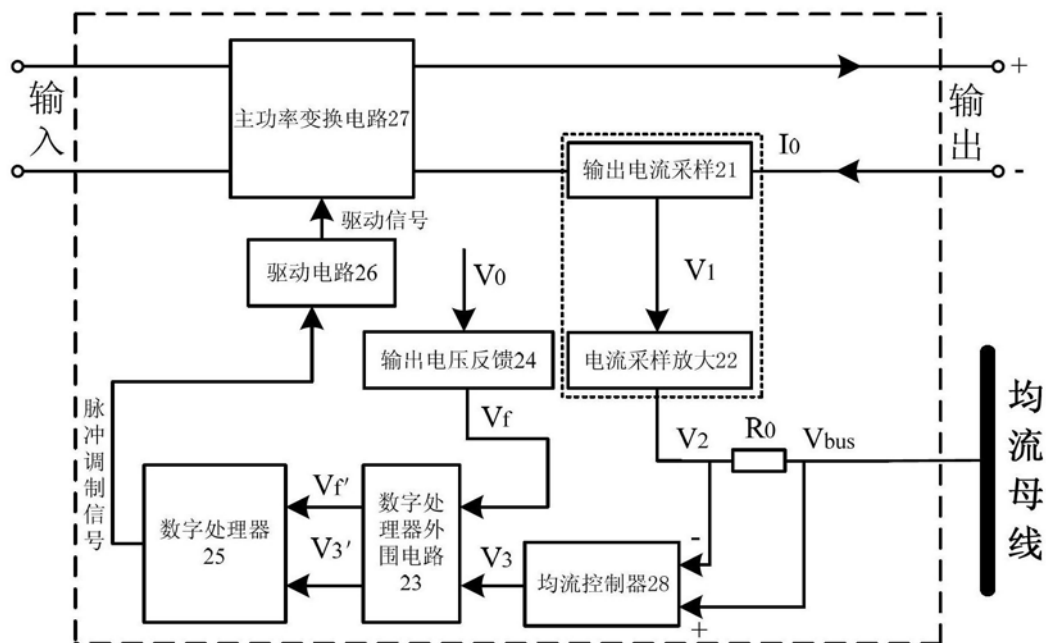


图15

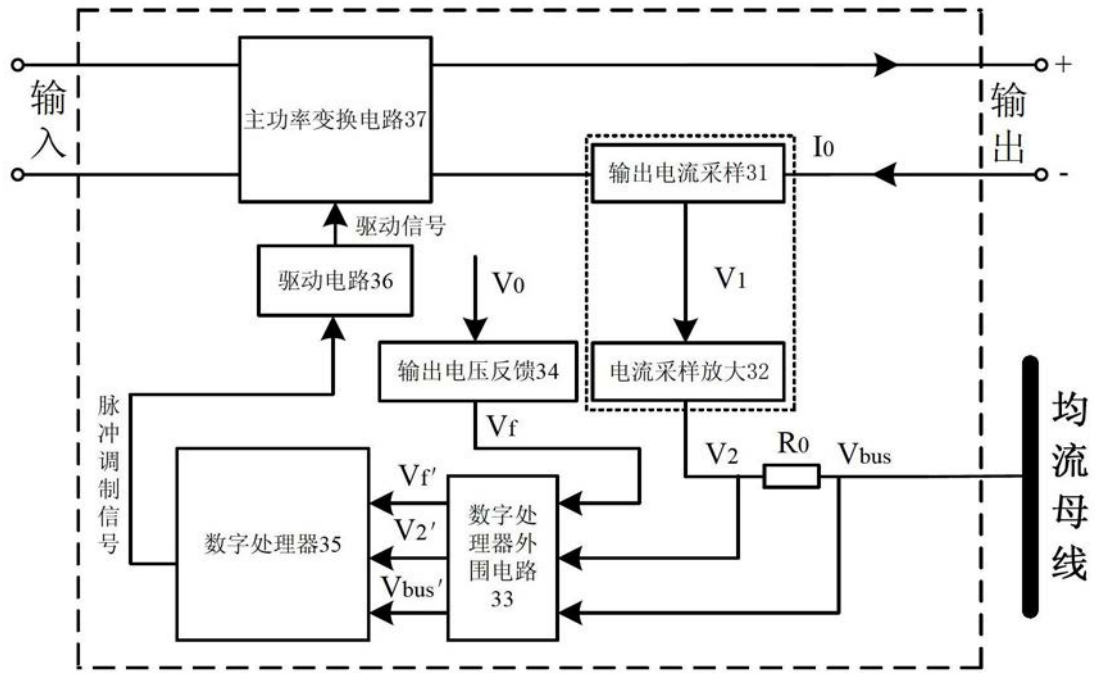


图16

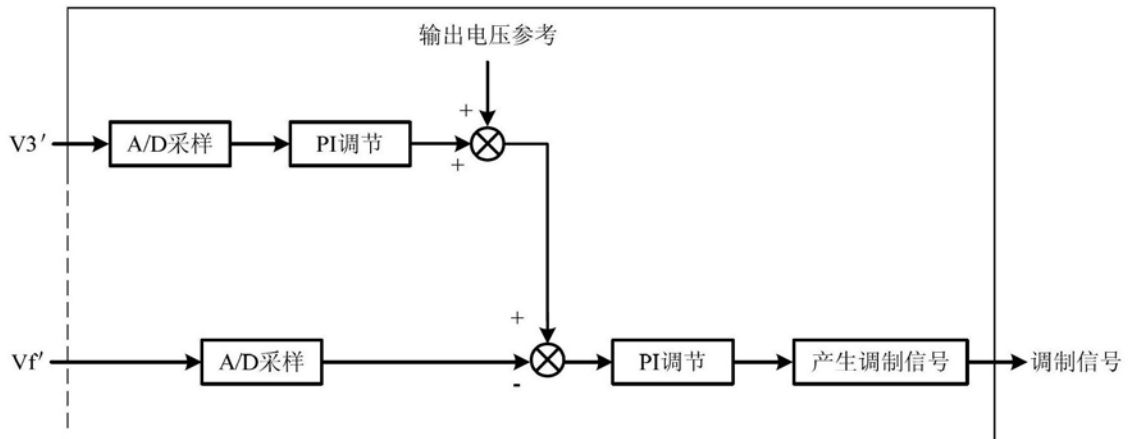


图17



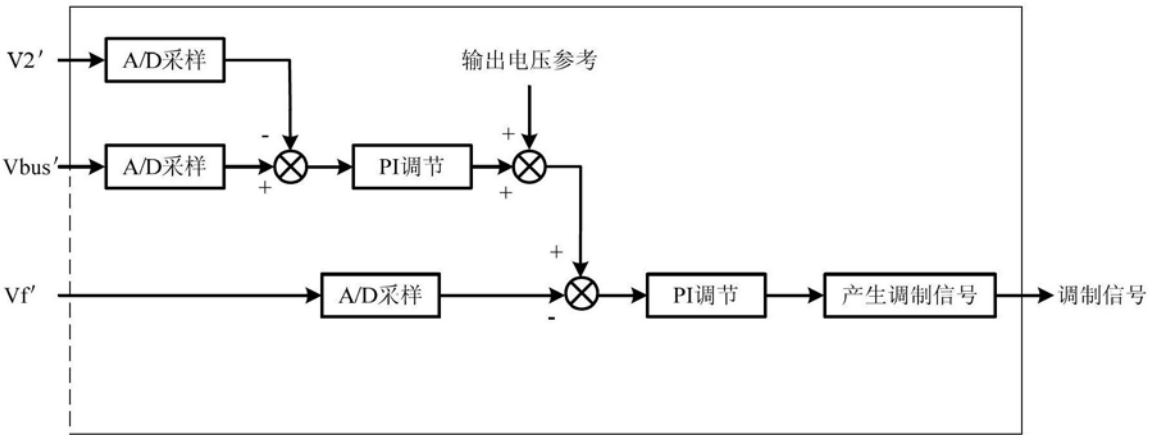


图18