

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2013 年 11 月 14 日 (14.11.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/167003 A1

- (51) 国际专利分类号:
H05B 37/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/077719
- (22) 国际申请日: 2013 年 6 月 21 日 (21.06.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210450994.8 2012 年 11 月 12 日 (12.11.2012) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 杨运东 (YANG, Yundong); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 郑大成 (ZHENG, Dacheng); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 吴琼 (WU, Qiong); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 王静思 (WANG, Jingsi); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中

兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 程志荣 (CHENG, Zhirong); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。 王鸿 (WANG, Hong); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (普通合伙) (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: DIGITAL CURRENT EQUALIZING DEVICE, ANALOG CURRENT EQUALIZING DEVICE, CURRENT EQUALIZING METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 数字均流装置、模拟均流装置、均流方法及系统

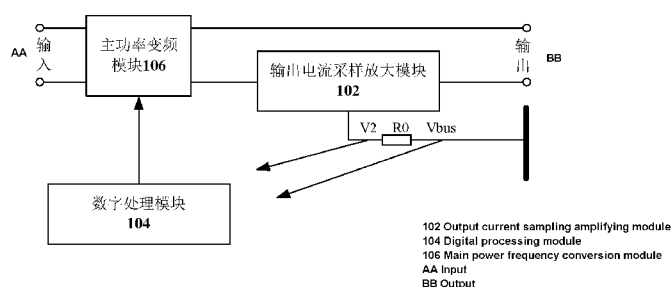


图 1/ Fig. 1

(57) Abstract: Provided are a digital current equalizing device, an analog current equalizing device, a current equalizing method and a system. The digital current equalizing device comprises: an output current sampling amplifying module (102), a digital processing module (104), and a main power frequency conversion module (106). An input terminal of the output current sampling amplifying module (102) connects to an output loop of a power supply, and an output terminal of the output current sampling amplifying module (102) connects to a current equalizing bus through a resistor R0, wherein the digital processing module (104) is configured to adjust an output voltage reference signal Vr according to a difference between an output voltage signal V2 of the output current sampling amplifying module (102) and a voltage signal Vbus of the current equalizing bus, and the main power frequency conversion module (106) is controlled to adjust the voltage according to the adjusted output voltage reference signal Vr'. The technical solution is easy to implement and can improve the reliabilities of each power supply module and the whole power supply system.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2013/167003 A1

BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则 48.2(h))。
- 根据申请人的请求, 在条约第 21 条(2)(a)所规定的期限届满之前进行。

提供了一种数字均流装置, 模拟均流装置、均流方法及系统, 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), 所述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, 所述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, 所述数字处理模块(104)设置为根据所述输出电流采样放大模块(102)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(106)进行电压调整。该技术方案易于实现, 能够提高各电源模块及整个电源系统的可靠性。

数字均流装置、模拟均流装置、均流方法及系统

技术领域

本发明涉及通信领域，具体而言，涉及一种数字均流装置、模拟均流装置、均流方法及系统。

5 背景技术

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。

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。

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。

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

5 本发明实施例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。

根据本发明实施例的一个方面，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
10 块的输出端通过一电阻 R_0 连接到均流母线上；其中，所述数字处理模块设置为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' 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

15 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 V_2 ，另一输入端连接所述均流母线的电压信号 V_{bus} ，所述均流控制模块的输出端连接所述数字处理模块；其中，所述均流控制模块设置为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 V_2 和所述均流母线的电压信号 V_{bus} 之间的差异
20 的电压信号 V_3 ；所述数字处理模块设置为根据所述均流控制模块输出的所述电压信号 V_3 调整所述输出电压参考信号 V_r ，并根据调整后的输出电压参考信号 V_r' 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

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
25 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设置为根

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设置为分别将所述均流控制模块输出的电压信号 V_3 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_3' 和 V_f' ; 所述数字处理模块设置为根据所述均流控制模块输出的所述电压信号 V_3 经过所述数字处理外围模块转换后的信号 V_3' 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。

优选地, 所述数字处理模块包括: 第一 A/D 采样转换通道, 设置为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, 设置为对 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, 设置为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, 设置为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, 设置为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, 设置为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，设置为根据所述电压环输出产生调制信号。

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。

5 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。

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设置为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设置为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' ；所述数字处理模块设置为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。

20 优选地，所述数字处理模块包括：第二 A/D 采样转换通道，设置为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，设置为进行 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，设置为对所述均

25

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，设置为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，设置为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，设置为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，设置为根据所述电压环输出产生调制信号。

优选地，所述装置还包括：驱动模块，设置为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设置为根据所述驱动信号进行电压调整。

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 R_0 连接到所述均流母线上。

根据本发明实施例的另一个方面，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 R_0 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 V_2 ，另一输入端连接所述均流母线的电压信号 V_{bus} ，所述均流控制模块设置为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 V_2 和所述均流母线的电压信号 V_{bus} 之间的差异的电压信号 V_3 ；所述运算模块设置为根据所述电压信号 V_3 调整输出电压参考信号 V_r ；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 V_f ，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 V_r' ，所述电压误差放大模块设置为根据调整后的输出电压参考信号 V_r' 和所述输出电压反馈信号 V_f 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

根据本发明实施例的再一个方面，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。

根据本发明实施例的又一个方面，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 V_2 和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 ，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。

通过本发明实施例，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

图 1 是根据本发明实施例的数字均流装置的结构框图；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

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；

5 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；

图 10 是根据本发明实施例的模拟均流装置；

图 11 是根据本发明实施例的均流系统的结构框图；

图 12 是根据本发明实施例的均流方法的流程图；

图 13 是根据本发明实施例的数模电源混插并机示意图；

10 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；

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；

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；

15 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；

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

20 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。

装置实施例

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

25

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，在实施例提供一种数字均流装置。

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 R_0 连接到均流母线上；其中，数字处理模块 104 设置为根据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 106 进行电压调整。

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。

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 V_2 ，另一输入端连接均流母线的电压信号 V_{bus} ，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 设置为输出能够表征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} 之间的差异的电压信号 V_3 ；数字处理模块 104 设置为根据均流控制模块 202 输出的电压信号 V_3 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 106 进行电压调整。

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 V_3 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。

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，
5 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
10 304 设置为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 302 设置为分别将均流控制模块 202 输出的电压信号 V_3 和输出电压反馈模块 304 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_3' 和 V_f' ；数字处理模块 104 设置为根据均流控制模块 202 输出的电压信号 V_3 经过数字处理外围模块 302 转换后的
15 信号 V_3' 调整输出电压参考信号 V_r ，并根据输出电压反馈模块 304 输出的输出电压反馈信号 V_f 经过数字处理外围模块 302 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。

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，设置
20 为分别将经过数字处理外围模块 302 转换后的信号 V_3' 和 V_f' 转换为数字信号；偏置处理模块 404，设置为对 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 406，设置为对均流环误差进行 PI 调节后得到均流环输出；第一数字运算模块 408，设置为进行数字量的输出电压参考信号 V_r 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 V_r' ，其
25 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，设置为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，设置为对电压环误差进行 PI 调节后得到电压环输出；第一调制信号产生模块 414，设置为根据电压环输出产生调制信号。

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。

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 设置为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 设置为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 设置为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
5 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。

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，设置为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，设置为进行 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，设置为对均流环误差进行 PI 调节后得到均流环输出；第四数字运算模块 708，设置
10 为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；
20 第五数字运算模块 710，设置为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，设置为对电压环误差进行 PI 调节后得到电压环输出；第二调制信号产生模块 714，设置为根据电压环输出产生调制信号。

25 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，设置为在数字处理模块 104 的控制下产生驱动信号；主功率变频模块 106 设置为根据驱动信号进行电压调整。

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。

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。

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 设置为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 设置为根据电压信号 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 V_f , 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 V_r' , 电压误差放大模块 1008 设置为根据调整后的输出电压参考信号 V_r' 和输出电压反馈信号 V_f 控制主功率变频模块 1010 进行电压调整。

- 5 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。
- 10

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 R_0 连接到均流母线上。

- 15 另外, 模拟均流装置也可以包括驱动模块, 设置为在数字处理模块 1004 的控制下产生驱动信号; 主功率变频模块 1006 设置为根据驱动信号进行电压调整。

- 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。
- 20

- 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。
- 25

方法实施例

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：

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
5 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；

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。

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
10 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。

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。

实施例 1

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
20 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。

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。

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
25 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
5 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
10 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。

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
15 控制电路，一种不带模拟均流控制电路。

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
20 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
25 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。

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，最终驱动信号来驱动主功率变换电路 37 中的相关功率器件。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

实施例 2

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。

Vbus 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。

如图 14 所示，在模拟电源内部，输出电流 I0 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 V2，V2 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，Vbus 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。V3 为均流控制器 13 的输出，其影响输出电压参考 Vr，进而影响其与 Vr 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。

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_O 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_O 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' 。

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。

实施例 3

如图 13 所示，模拟电源 1301 和数字电源 1302 并机均流，其中，数字
5 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。

Vbus 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。

10 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。

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，Vbus 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、Vbus 和 Vf 通过相应
15 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'、Vbus'和 Vf'。

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'、Vbus'和 Vf'转换为数字信号。V2'和 Vbus'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
20 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
25 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 V_2 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。

5 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。

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
10 源系统的可靠性。

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
15 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。

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
20 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。

权利要求书

1、一种数字均流装置，其中，该数字均流装置包括：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；

所述数字处理模块设置为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。

2、根据权利要求 1 所述的数字均流装置，其中，该数字均流装置还包括：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；

所述均流控制模块设置为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；

所述数字处理模块设置为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 所述的数字均流装置，其中，该数字均流装置还包括：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；

所述输出电压反馈模块设置为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设置为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'；

所述数字处理模块设置为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。

4、根据权利要求 3 所述的数字均流装置，其中，所述数字处理模块包括：

第一 A/D 采样转换通道，设置为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，设置为对 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，设置为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，设置为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，设置为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 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, 设置为对所述电压环误差进行 PI 调节后得到电压环
5 输出;

第一调制信号产生模块, 设置为根据所述电压环输出产生调制信号。

5、根据权利要求 2 所述的数字均流装置, 其中, 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。

10 6、根据权利要求 1 所述的数字均流装置, 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所述数字处理模块。

7、根据权利要求 6 所述的数字均流装置, 其中, 该数字均流装置还包括: 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
15 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设置为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设置为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
20 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' ;

所述数字处理模块设置为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
25 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。

8、根据权利要求 7 所述的数字均流装置，其中，所述数字处理模块包括：

5 第二 A/D 采样转换通道，设置为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，设置为进行 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
10 减数， V_2' 的数字信号作为减数；

 第三 PI 调节模块，设置为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，设置为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
15 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，设置为进行所述调整后的输出电压参考信号 V_r'
20 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，设置为对所述电压环误差进行 PI 调节后得到电压环输出；

25 第二调制信号产生模块，设置为根据所述电压环输出产生调制信号。

9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的数字均流装置，其中，该数字均流装置还包括：驱动模块，设置为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设置为根据所述驱动信号进行电压调整。

5 10、根据权利要求 1-8 中任一项所述的数字均流装置，其中，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 R_0 连接到所述均流母线上。

10 11、一种模拟均流装置，其中，该模拟均流装置包括：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 R_0 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 V_2 ，另一输入端连接所述均流母线的电压信号 V_{bus} ，所述均流控制模块设置为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 V_2 和所述均流母线的电压信号 V_{bus} 之间的差异的电压信号 V_3 ；

20 所述运算模块设置为根据所述电压信号 V_3 调整输出电压参考信号 V_r ；

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 V_f ，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 V_r' ，所述电压误差放大模块设置为根据调整后的输出电压参考信号 V_r' 和所述输出电压反馈信号 V_f 控制所述主功率变频模块进行电压调整。

25 12、一种均流系统，其中，该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权利要求 1-10 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 11 所述的模拟均流装置。

13、一种均流方法，其中，该方法包括：

- 5 根据输出电流采样放大模块的输出电压信号 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。

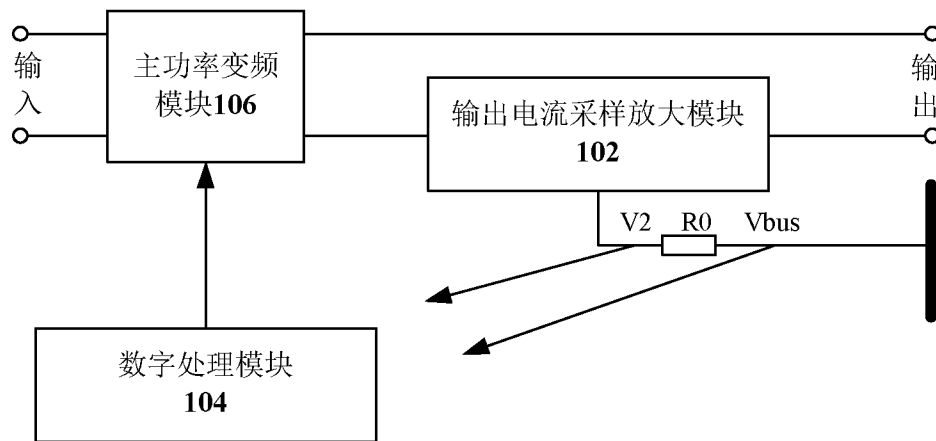


图 1

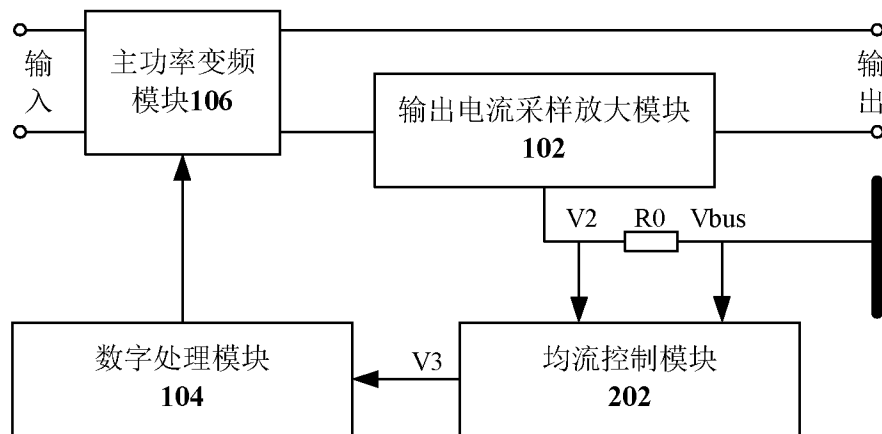


图 2

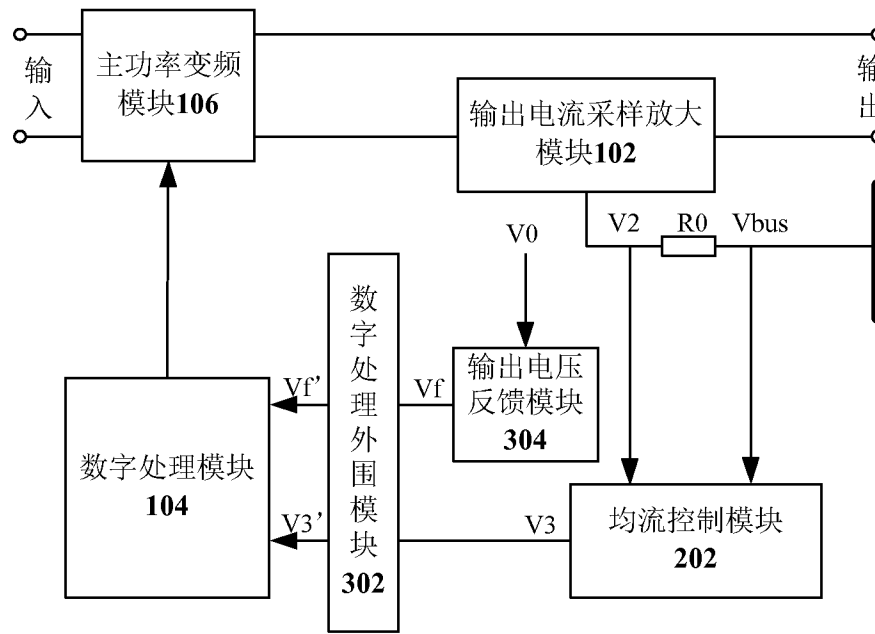


图 3

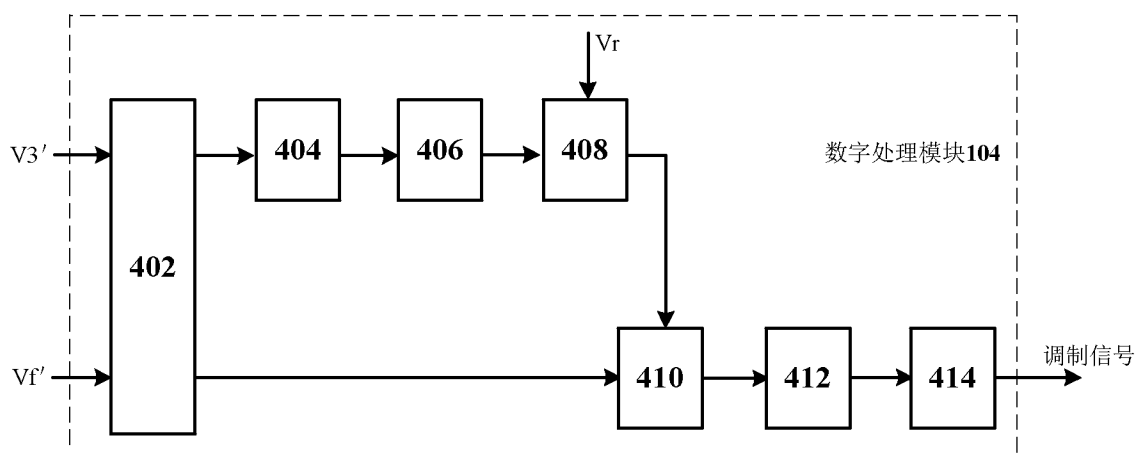


图 4



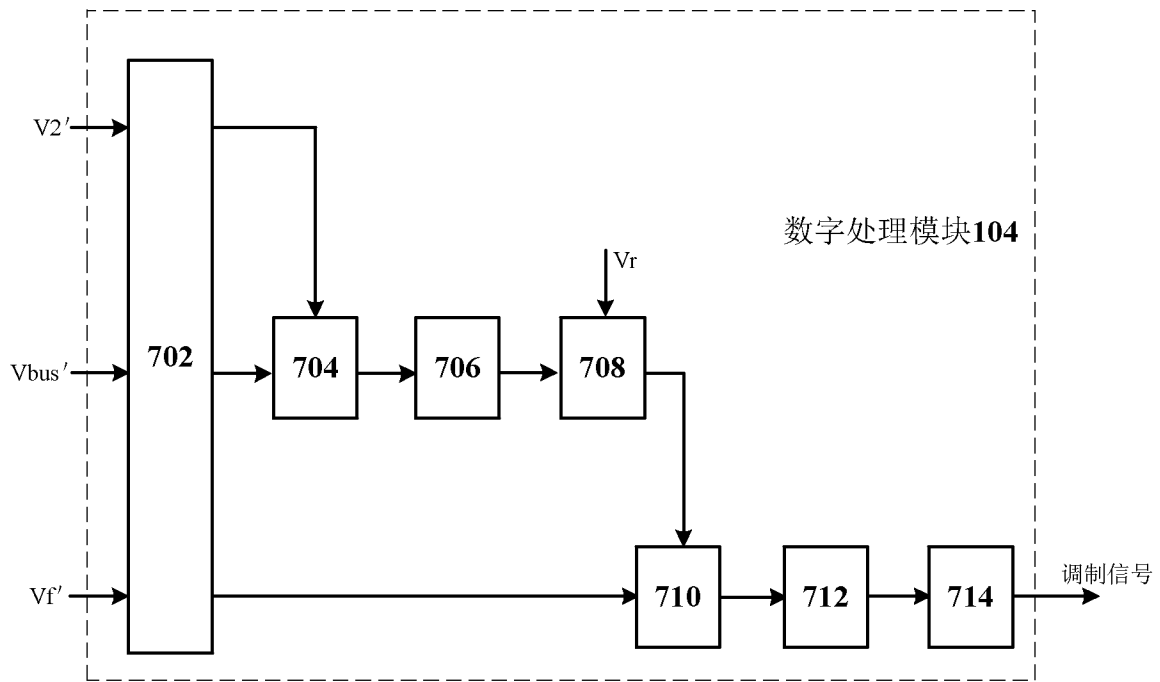


图 7

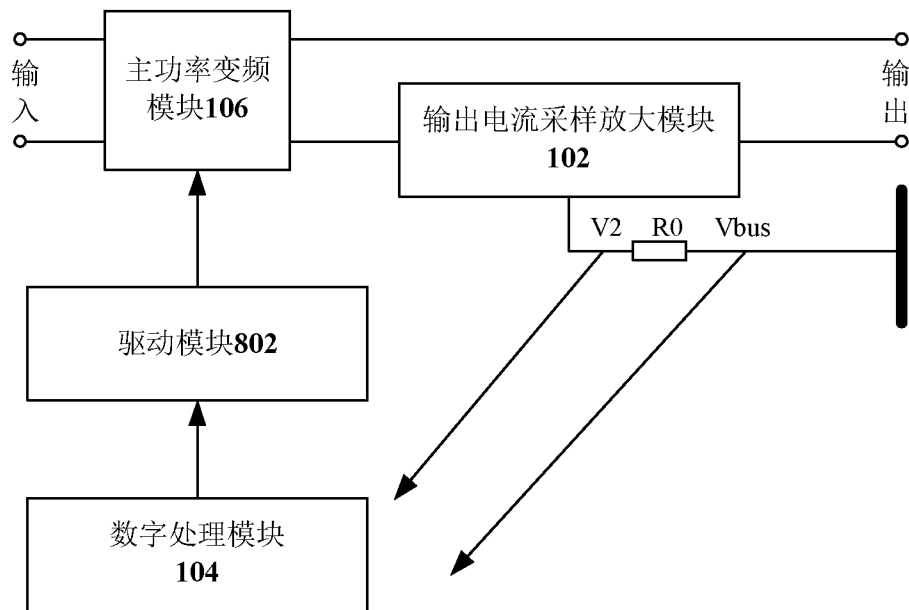


图 8

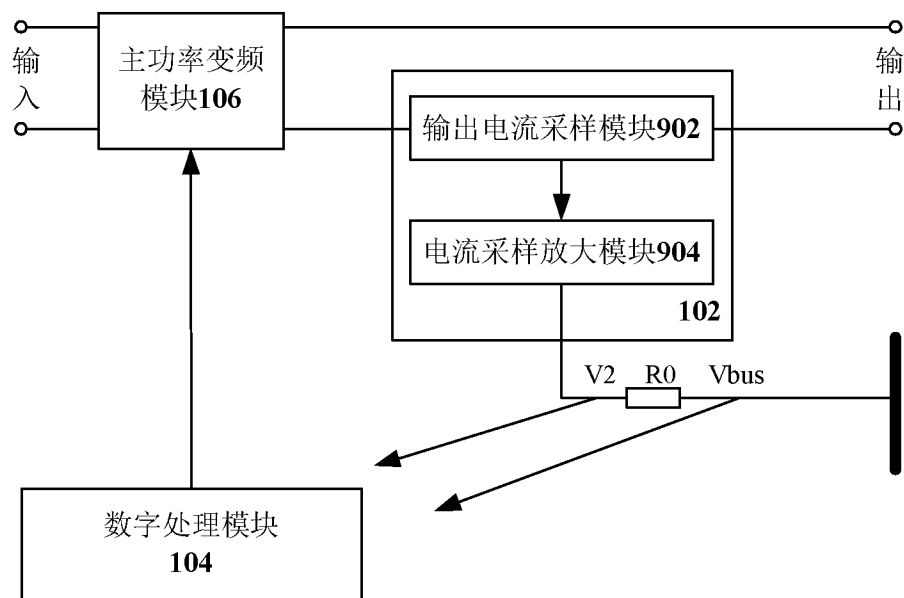


图 9

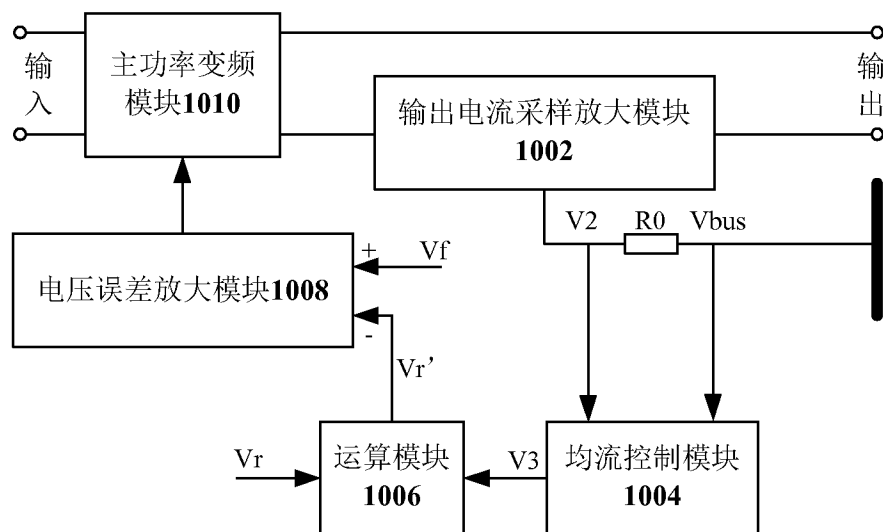


图 10

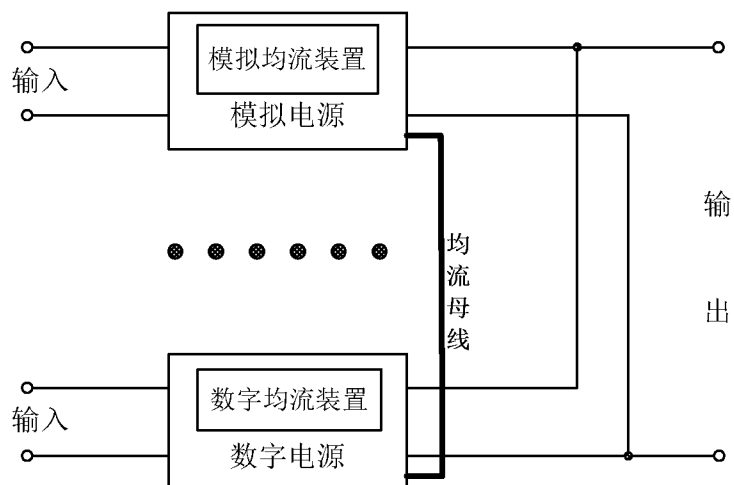


图 11

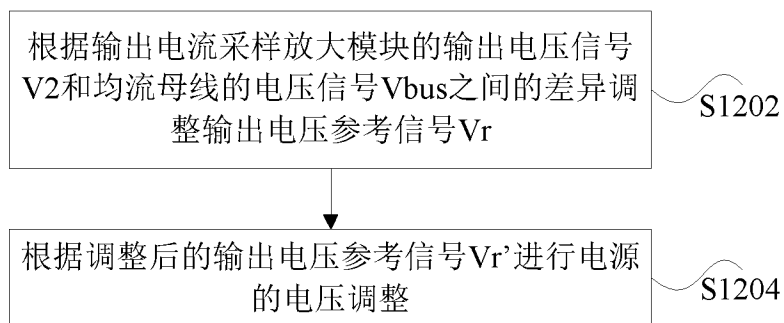


图 12

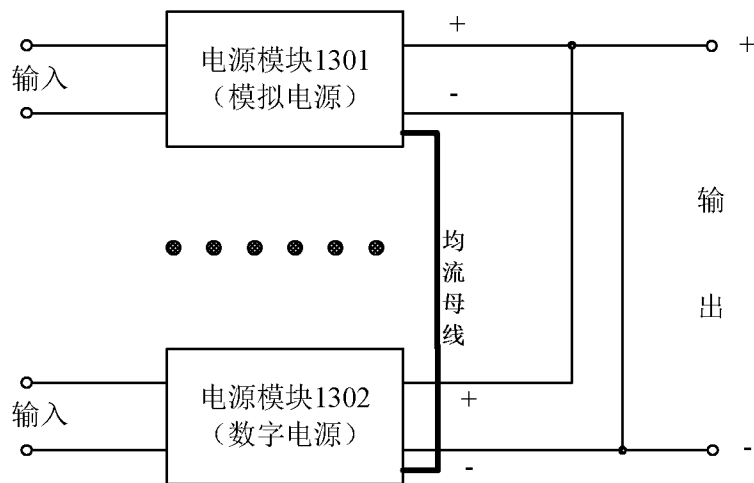


图 13

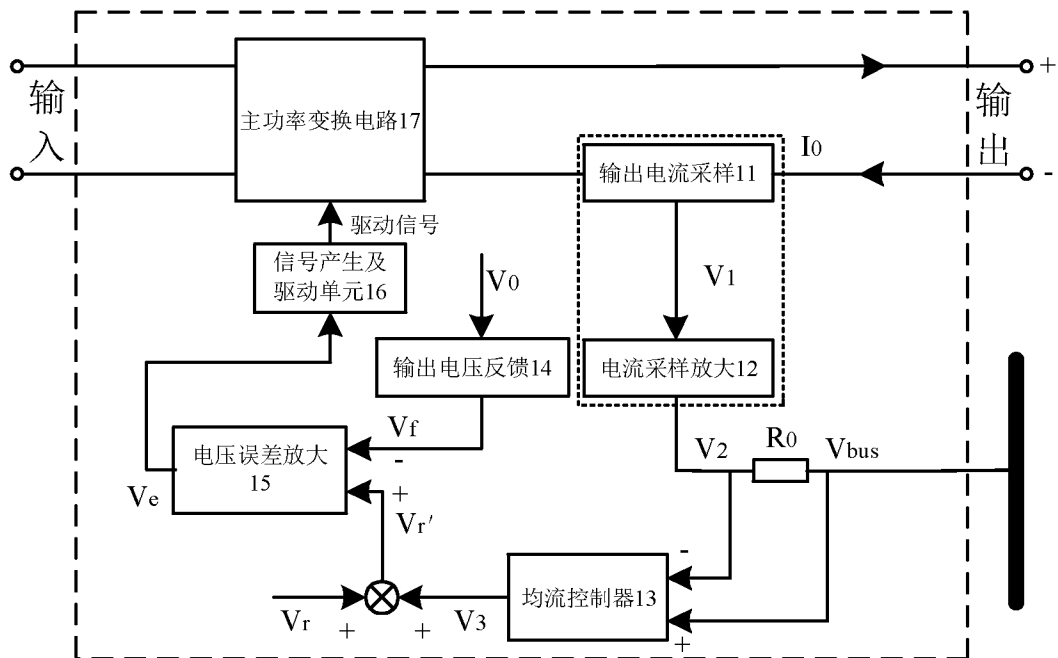


图 14

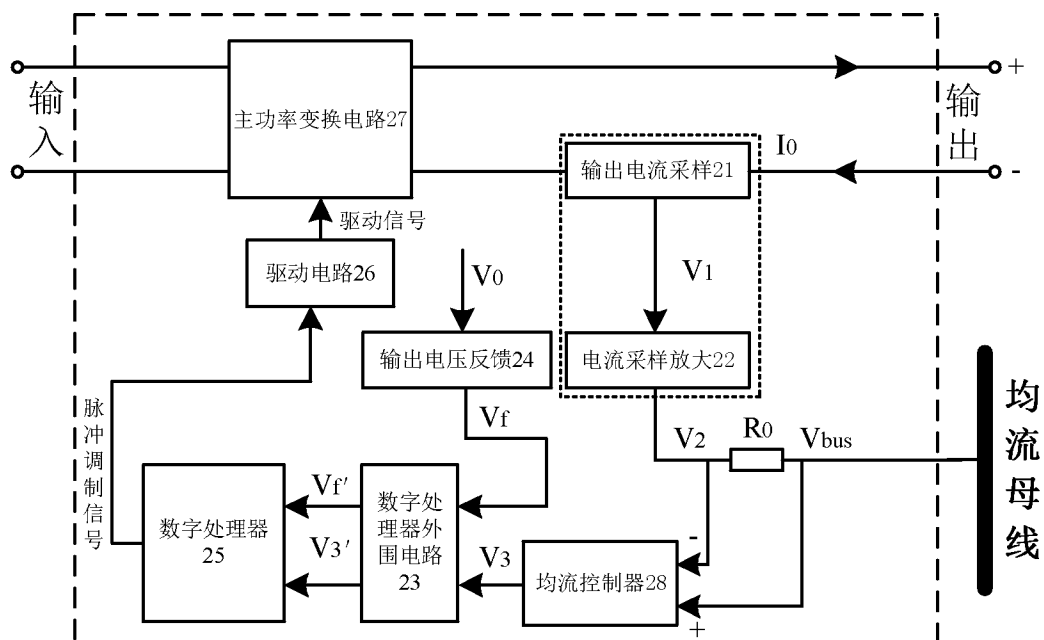


图 15

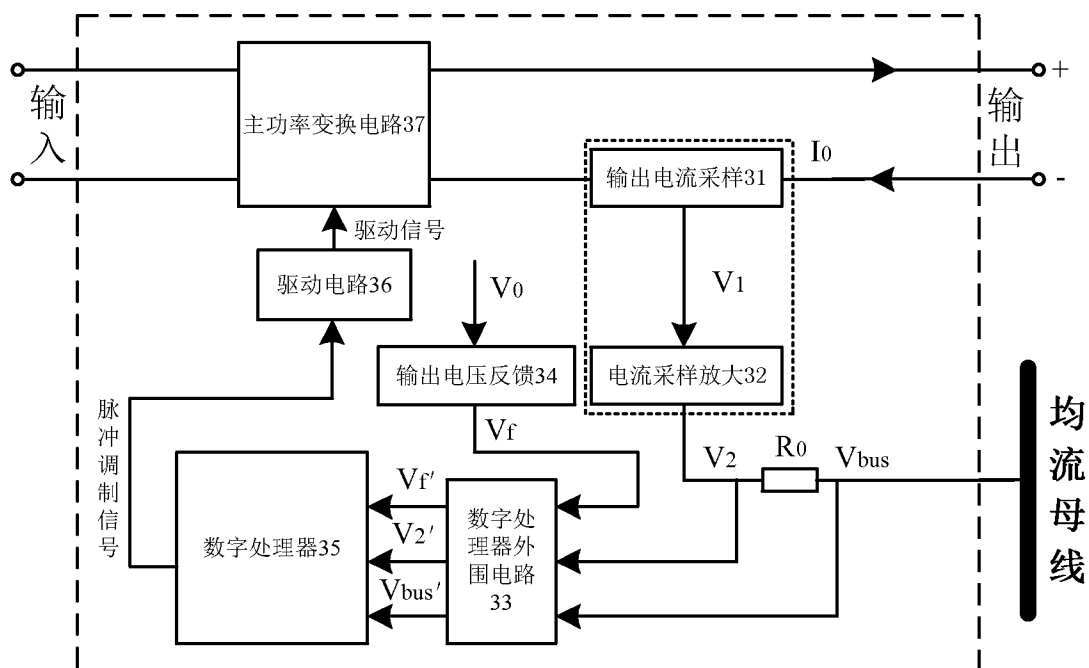


图 16

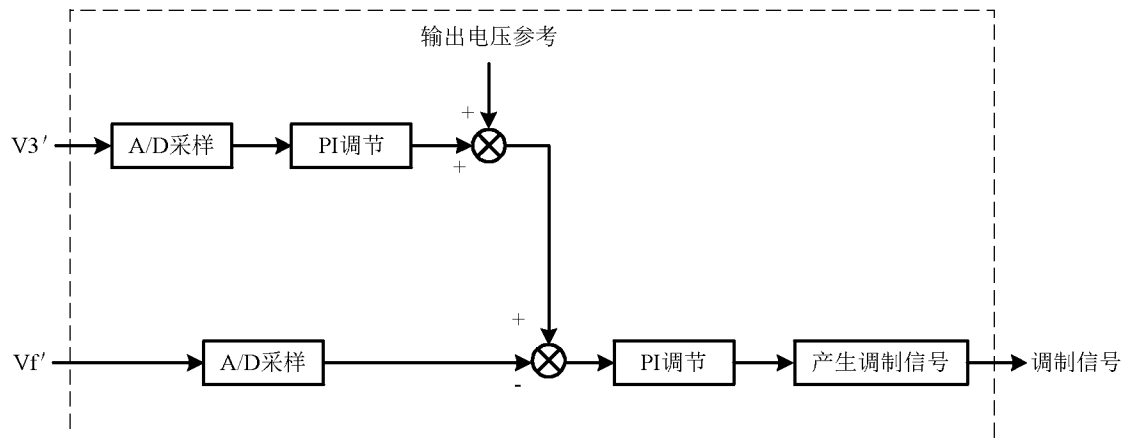


图 17

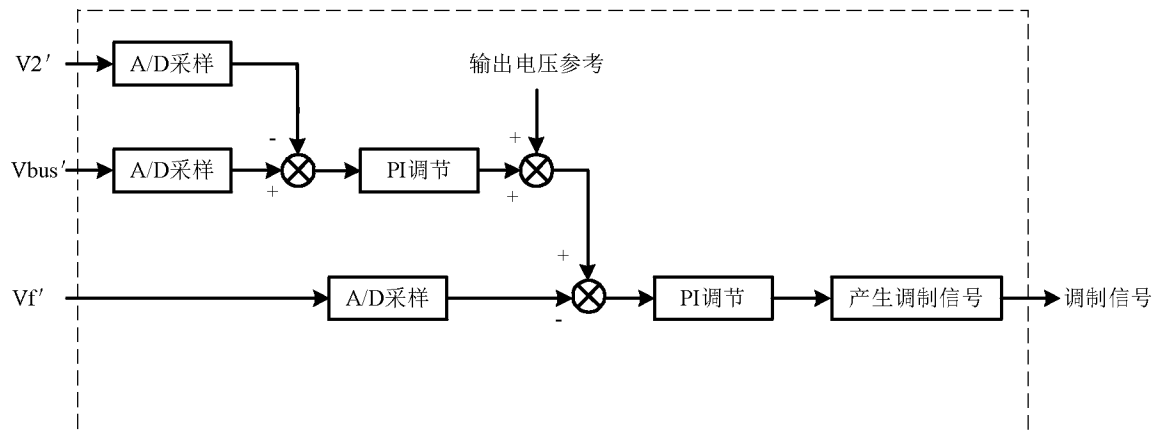


图 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/077719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 37/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H05B 37/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT; CNKI; WPI; EPODOC: digital, simulate+, current equalizing, sampling, bus, buses, control+, feedback, periphery, adjust+, computing, calculation, arithmetic

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1287398 A (SHENZHEN ZTE CORP.), 14 March 2001 (14.03.2001), see description, page 1, lines 3-8 and page 2, line 4 to page 5, line 23, and figures 1 and 2	1-3, 5-7, 9-13
X	CN 2750544 Y (WEIFANG HUAGUANG COMMUNICATION CO., LTD.), 04 January 2006 (04.01.2006), see description, page 2, line 2 to page 3, line 23, and figure 1	1-3, 5-7, 9-13
A	CN 1700554 A (LIEBERT CORPORATION), 23 November 2005 (23.11.2005), see the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 August 2013 (16.08.2013)	Date of mailing of the international search report 05 September 2013 (05.09.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer CUI, Zhe Telephone No.: (86-10) 62411849

International application No.
PCT/CN2013/077719

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/077719

A. 主题的分类

H05B 37/02 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H05B 37/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT; CNKI; WPI; EPODOC

数字, 模拟, 均流, 采样, 母线, 控制, 反馈, 外围, 调节, 调整, 运算; digital, simulate+, current equalizing, sampling, bus, buses, control+, feedback, periphery, adjust+, computing, calculation, arithmetic

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 1287398 A (深圳市中兴通讯股份有限公司) 14.3 月 2001 (14.03.2001) 参见说明书第 1 页第 3-8 行, 第 2 页第 4 行-第 5 页第 23 行、图 1, 2	1-3, 5-7, 9-13
X	CN 2750544 Y (潍坊华光通讯有限公司) 04.1 月 2006 (04.01.2006) 参见说明书第 2 页第 2 行-第 3 页第 23 行、图 1	1-3, 5-7, 9-13
A	CN 1700554 A (力博特公司) 23.11 月 2005 (23.11.2005) 参见全文	1-13

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
16.8 月 2013(16.08.2013)

国际检索报告邮寄日期
05.9 月 2013 (05.09.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

授权官员

崔哲
电话号码: (86-10) 62411849

关于同族专利的信息

PCT/CN2013/077719

PCT/ISA/210 表(同族专利附件) (2009 年 7 月)