

3-5KW 全数字双向 DCDC 变换器

一. 产品简介

本系列全数字双向 DC-DC 变换器，采用高效软开关技术，使得电源转换效率高达 93%以上，特别适合用在两个直流电系统之间作频繁双向能量交换的场合，例如：电动车、电动机再生发电，微电网系统，大功率双向充放电系统，等等。各种工作模式如下表所示。具有数字化，可并联，带通信功能，小体积的特点。

其控制简单方便，具有模拟、数字控制接口，以及远程通信管理功能，可通过遵循 MODBUS-RTU 协议的终端进行远程监控。

电路上采用全数字化技术，各种参数及信号全部数字化处理，由超大规模 FPGA（现场可编程门阵列）智能灵活地进行高速运算处理，精密准确地控制系统运行。具有超高效率，实时性强，运行稳定可靠，不存在 MCU 常有的运行死机的情况。

结构上采用了模块化设计，带有均流功能，任何工作模式下都可实现多机并联扩容。

表一. 双向 DCDC 变换器的工作模式

		作用在低压侧	作用在高压侧
工作模式类别	恒流输出/输入	低压侧恒流输出/输入	高压侧恒流输出/输入
	恒功率输出/输入	低压侧恒功率输出/输入	高压侧恒功率输出/输入
	窗口电压输出/输入	低压侧窗口电压输出/输入	高压侧窗口电压输出/输入
	恒压	低压侧恒压	高压侧恒压
	MPPT 输入	低压侧 MPPT 输入	高压侧 MPPT 输入
	总线压控电流源	低压侧压控电流源	高压侧压控电流源
	电压恒比例	高压侧电压恒比例于低压侧	

图一. 双向 DC-DC 变换器整机照片



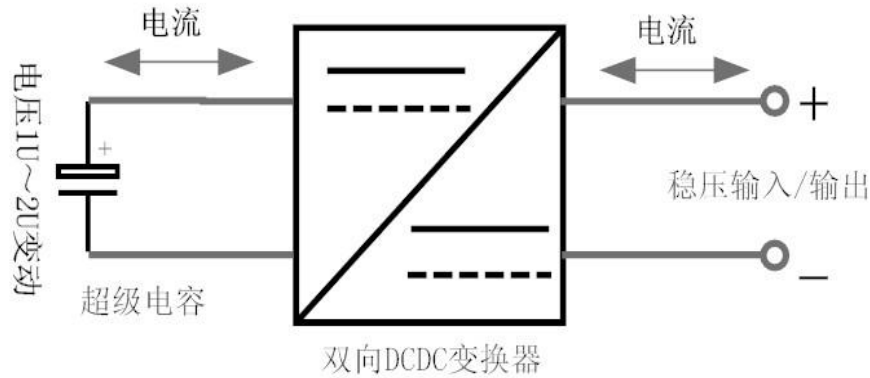
二、特点

1. 全数字化，各种参数及信号全部数字化处理，由数字处理器智能灵活地管理。性能和可控性均远优于普通的模拟式双向 DC-DC 变换器。
2. 模块化设计，单模块额定输出功率 5KW，可多台双向 DC-DC 变换器并联运行。
3. 双向变换都采用零电压变换开关控制，使得转换效率达到 95%以上。
4. 能工作于恒流、恒压、MPPT 和压控电流源等多种工作模式，并可在线快速频繁地切换工作模式。
5. 内部采用 16 位数字运算，电压电流控制精度更高。
6. 电流电压采样采用数字系数校正方式，可远程通信精确校正电流电压，摒弃了容易老化变值的电位器。
7. 运用多相交错技术，有效地抑制了纹波，减弱了大电流了对器件的冲击。
8. 空载功耗低于 20W，处于监控待机状态功耗低于 12W。
9. 双向变换的电流大小和方向，既可用数字方式设定，也可用模拟量方式控制。
10. 高低电压侧的工作电压可单独设定。
11. 高低电压侧的过压保护电压可单独设定，保护两侧的设备不至于过压损坏。
12. 高低电压侧的最低限压也可单独设定，保护两侧的电压不至于过放电。
13. 高低电压任何一侧加电，均可使模块启动。
14. 开机软启动，防止产生过强的电压电流冲击两端的电源。
15. 模块带有 LED 显示面板，可实时显示两侧电流，电压，设定两侧工作电流，最高限压。
16. 带 RS485 串口通信功能，遵循 MODBUS-RTU 协议，方便计算机或监控终端远程监测和设置的参数和工作状态。
17. RS485 串口利用光耦隔离，可以有效防止雷击对远程监控计算机或者监控终端的影响。
18. 掉电状态恢复功能：即使完全关断双向 DC-DC 变换器的供电，下次开机时也能恢复掉电前的设置和状态。
19. 输入极性防反接功能，电源极性接反不会有电流流过。
20. 各种异常情况保护功能：带有过压，过流，过热，短路保护功能，故障撤销后自动恢复工作。
21. 小体积：外壳尺寸 360mm X160mm X 94mm，模块尺寸 295mm X142mm X 85mm。
22. 带外壳整机重量 3.8Kg，模块重量为 2.5Kg。

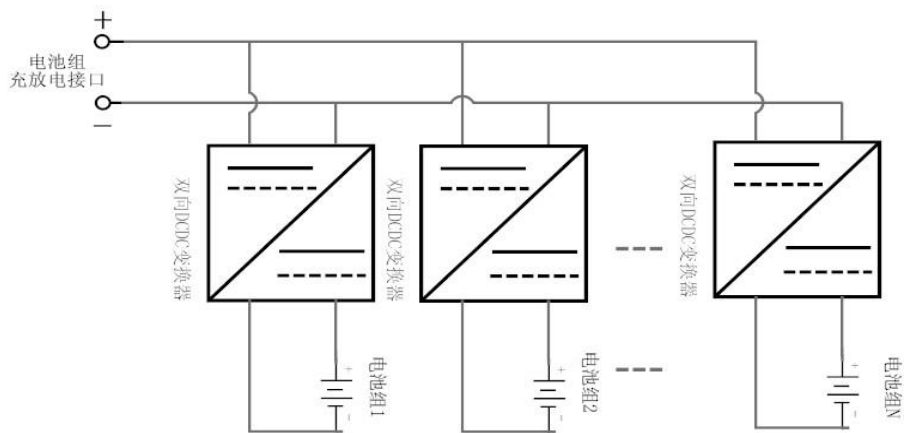
三. 双向 DC-DC 的用途

双向 DC-DC 具有很多用途，可用于很多直流系统中。其部分用途列举如下，其较为详细的资料可从本司网站另行下载，或跟本司联系索取。

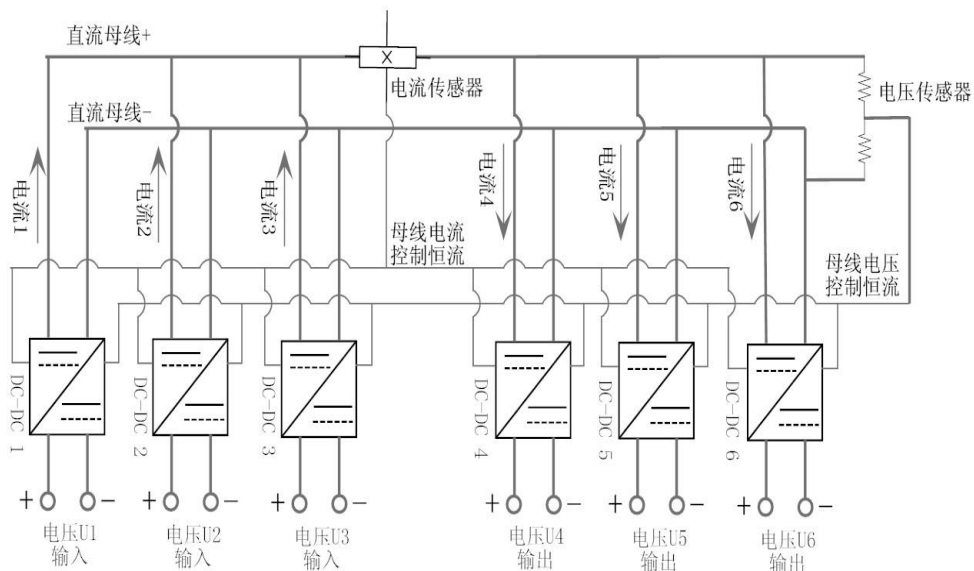
图二. 双向 DC-DC 用于超级电容的稳压输出/输入



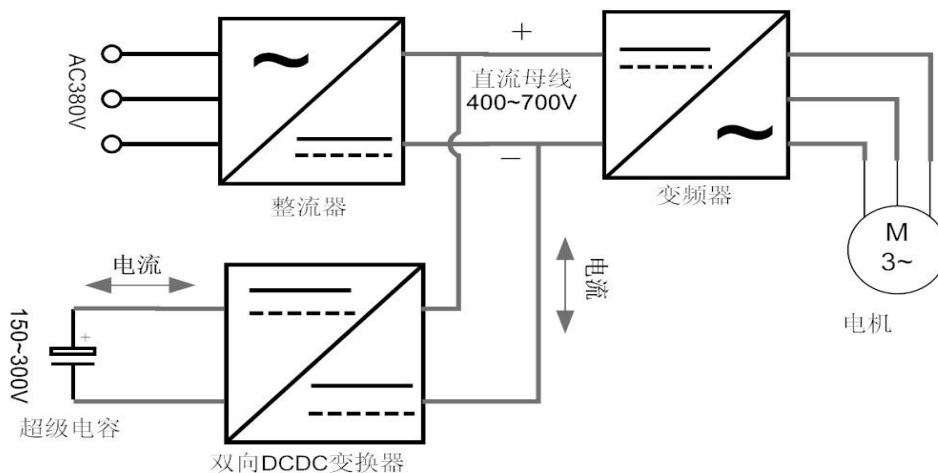
图三. 双向 DC-DC 变换器用于电池管理系统



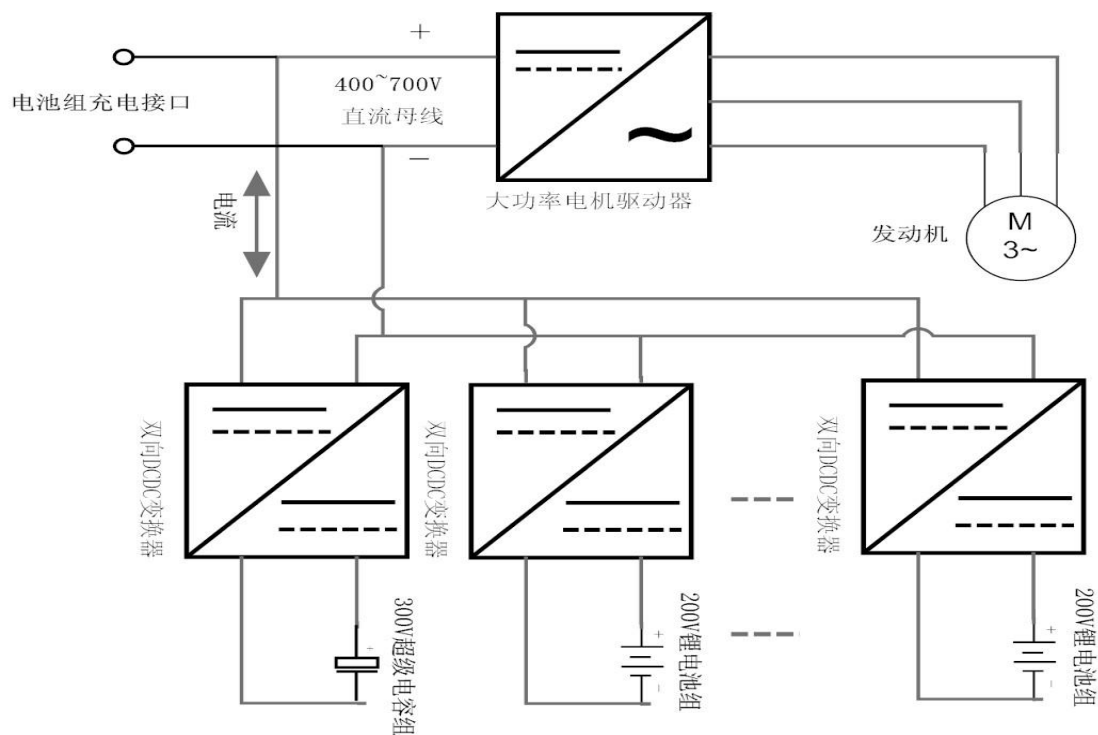
图四. 双向 DC-DC 变换器用于直流母线的汇流/分流管理系统



图五. 双向 DC-DC 变换器用于电机制动再生发电节能系统



图六. 双向 DC-DC 变换器用于电动汽车，简化电池充放电管理，并实现能量回收增加续航里程，增强加速爆发力



四、各种工作模式介绍

4.1 模式简介

本双向 DC-DC 变换器用于连接，可以设置多种工作模式，并可在各种工作模式之间快速频繁地切换。其工作模式可以有恒流输出/输入、恒功率输出/输入、恒压输出、MPPT 输入、总线压控电流源、窗口电压输出/输入，每种工作模式又可以分别作用于高压侧或者低压侧，结合设置的电流或功率的正值或负值，有十多种不同的组合（如表二）。

多机并联扩容时，分为主控制器和从控制器。主控制器控制所有的从控制器，依照主控制器的工作模式和所设置的参数同步运行，电流均衡一致。

4.2 各种模式运行及其约束条件

各种工作模式的电路模型简介如下。

4.2.1 高压侧窗口电压输出/输入模式（MB[4:1] = 1111）

模式功能：此模式锁定了高压侧电压 V_{HO} 被限定在由 2 个电压 V_{HOSet} （高压侧输出电压设置）和 V_{HUVSet} （高压侧欠压保护电压）划分围成的窗口范围之内，即锁定 $V_{HUVSet} \leq V_{HO} \leq V_{HOSet}$ 。

控制原理过程：若高压侧电压 V_{HO} 略低于窗口下限 V_{HUVSet} （高压侧欠压保护电压）时，变换器控制低压侧电流经变压后注入高压侧，以支撑高压侧电压不至于掉落；若高压侧电压 V_{HO} 略高于窗口上限 V_{HOSet} （高压侧输出电压设置）时，变换器抽取高压侧电流经变压后流入低压侧，以牵制高压侧电压不至于升高；若 $V_{HUVSet} < V_{HO} < V_{HOSet}$ 时，变换器处于空闲状态。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	Δ		输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	●
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	●
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

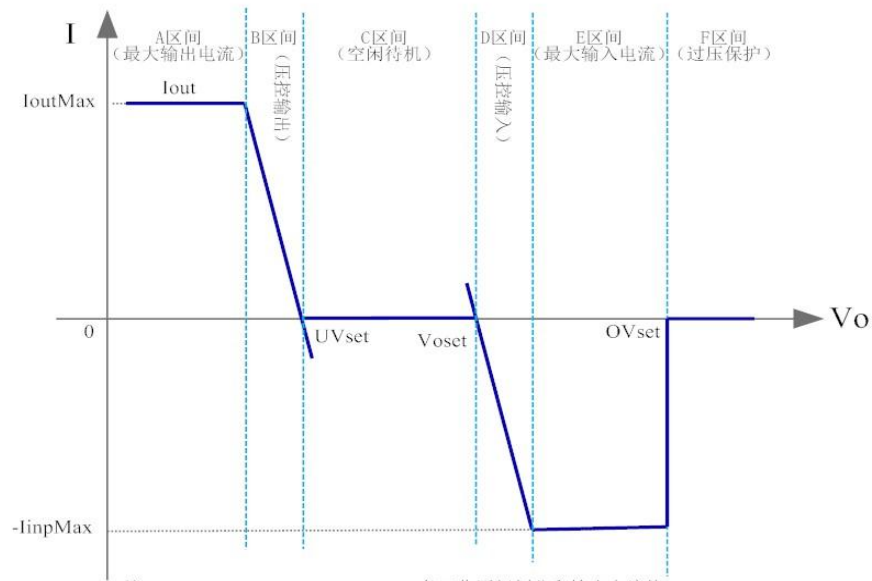
其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

此模式用于低压侧连接超级电容或者电池，其充放电控制较为方便，可减少充放电次数，提高超级电容和电池的使用寿命，同时也减少了功耗。

其电压电流关系曲线如下图：

窗口电压输出输入模式
V-I关系图

注:

各工作区间划分和输出电流值:

I_{out} : 工作电流。
 I_{outMax} : 最大输出电流设置值。
 I_{inpMax} : 最大输入电流设置值。
 $UVset$: 欠压保护电压设置值。
 $Vset$: 输出电压设置值。
 $OVset$: 过压保护电压设置值。

A区间: 当 $G*(V_o - UVset) \geq I_{outmax}$ 时, $I_{out} = I_{outmax}$ 。
 B区间: 当 $G*(V_o - UVset) < I_{outmax}$, 且 $V_o \leq UVset + dU$ 时, $I_{out} = G*(V_o - UVset)$ 。
 C区间: 当 $V_o > UVset + dU$, 且 $V_o < Vset - dU$ 时, $I_{out} = 0$ 。
 D区间: 当 $V_o \geq Vset + dU$, 且 $G*(V_o - Vset) > -I_{inpmax}$ 时, $I_{out} = G*(V_o - Vset)$ 。
 E区间: 当 $G*(V_o - Vset) \leq -I_{inpmax}$ 时, $I_{out} = -I_{inpmax}$ 。
 F区间: 当 $V_o > OVset$ 时, $I_{out} = 0$ 。

G : 压控导纳增益。
 dU : 滞回电压。

在 A 区间: 为最大正向输出电流区间。当实时电压低于欠压保护电压设置值差值较大时, 变换器输出电流达到其最大值, 其输出电流等于最大输出电流设置值。

在 B 区间: 为压控正向输出电流区间。当实时电压偏低于欠压保护电压设置值一定范围时, 变换器启动工作, 输出电流, 其电流值受输出电压与欠压保护电压的差值和导纳增益乘积决定。实时电压偏低欠压保护电压设置值越大, 输出电流也就越大, 以维持支撑工作侧电压不下掉太多。

在 C 区间: 为空闲待机区间。当实时电压介于欠压保护电压设置值和输出电压设置值之间, 变换器处于空闲待机状态, 输出电流为 0。

在 D 区间: 为压控反向输入电流区间。当实时电压偏高于输出电压设置值一定范围时, 变换器启动工作, 吸收输入电流, 其电流值受实时输出电压与输出电压设置值的差值和导纳增益乘积决定。实时电压偏高输出电压设置值越大, 输入电流也越大, 以牵引端口电压不至于升高太多。

在 E 区间: 为最大反向输入电流区间。当实时电压高于输出电压设置值差值较大时, 变换器输入电流达到其最大值, 其输入电流等于最大输入电流设置值。

在 F 区间: 为过压保护区间。当实时电压高于过压保护电压设置值时, 变换器处于过压保护状态, 输出电流值为 0。

4.2.2 低压侧窗口电压输出/输入模式 (MB[4:1] = 1110)

模式功能：此模式锁定了低压侧电压 V_{LO} 被限定在由 2 个电压 V_{LOSet} （低压侧输出电压设置）和 V_{LUVSet} （低压侧欠压保护电压）划分围成的窗口范围之内，即锁定 $V_{LUVSet} \leq V_{LO} \leq V_{LOSet}$ 。

控制原理过程：若低压侧电压 V_{LO} 略低于窗口下限 V_{LUVSet} （低压侧欠压保护电压）时，变换器控制高压侧电流经变压后注入低压侧，以支撑低压侧电压不至于掉落；若低压侧电压 V_{LO} 略高于窗口上限 V_{LOSet} （低压侧输出电压设置）时，变换器抽取低压侧电流经变压后流入高压侧，以牵制低压侧电压不至于升高；若 $V_{LUVSet} < V_{LO} < V_{LOSet}$ 时，变换器处于空闲状态。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	△
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	●
	压控电流导纳增益	●		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；
○ 表示不受此参数约束；
△ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

此模式用于高压侧连接超级电容或者电池，其充放电控制较为方便，可减少充放电次数，提高超级电容和电池的使用寿命，同时也减少了功耗。
其电压电流关系曲线请参考上面“窗口电压输出输入模式 V-I 关系图”。

- 4.2.3
初始化复位模式（MB[4:1] = 1101）

通过拨码开关把变换器设置成此模式，再次上电，将把除了“校正参数”和“密码”之外的所有参数复位为出厂状态的数值。此时变换器不工作，跟任何参数无关。
- 4.2.4
电压恒比例模式（MB[4:1] = 1100）

模式功能：此模式锁定了高压侧电压跟随低压侧电压成正比例关系，即 $V_{HO} = V_{LO} * N$ ，其中 V_{HO} 为高压侧输出电压， V_{LO} 为低压侧输出电压，N 为电压变比，可设置。

控制原理过程：当高压侧实时电压略高于 $V_{LO} * N$ 时，吸收高压侧电流经电压变换后流入低压侧，以锁定高压侧电压不再继续升高；当高压侧实时电压略低于 $V_{LO} * N$ 时，吸收低压侧电流经电压变换后注入高压侧，以锁定高压侧电压不再

继续降低。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	●
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	△		输出电压设置	○
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	○
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	●			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

△ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为1时，受此参数约束。

4.2.5 高压侧母线压控电流源模式（MB[4:1] = 1011）

模式功能：此模式根据高压侧电压偏离高压侧输出电压设置的数值，自动调整高压侧的输出电流，锁定： $I_{HO} = G_H \cdot (V_{HOSet} - V_{HO})$ 。其中， I_{HO} 为高压侧输出电流， G_H 为高压侧压控电流导纳增益， V_{HOSet} 为高压侧输出电压设置， V_{HO} 为高压侧输出电压。

控制原理过程：当高压侧电压偏离低于高压侧输出电压设置时，变换器从低压侧吸收电流，经电压比变换器后注入高压侧，偏离值越大，注入高压侧的电流越多，数值上等于 $G_H \cdot (V_{HOSet} - V_{HO})$ ，以一定程度上支撑高压侧电压的掉落；当高压侧电压偏离高于高压侧输出电压设置时，变换器从高压侧吸收电流，经电压比变换器后注入低压侧，偏离值越大，从高压侧的吸收的电流越多，数值上等于 $G_H \cdot (V_{HOSet} - V_{HO})$ ，以一定程度上限制高压侧电压的升高。在多机跟直流母线相连组成的分流汇流系统中，在每个变换器的电压电流取样一致性有所偏差的情况下，此模式能使得多个变换器工作电流仍然相对均衡，并有利于高压侧直流母线电压稳定。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	△		输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	○
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	●
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；
 ○ 表示不受此参数约束；
 Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

4.2.6 低压侧母线压控电流源模式（MB[4:1] = 1010）

模式功能：此模式根据低压侧电压偏离低压侧输出电压设置的数值，自动调整低压侧的输出电流，锁定： $I_{LO} = G_L * (V_{LOSet} - V_{LO})$ 。其中， I_{LO} 为低压侧输出电流， G_L 为低压侧压控电流导纳增益， V_{LOSet} 为低压侧输出电压设置， V_{LO} 为低压侧输出电压。

控制原理过程：当低压侧电压偏离低于低压侧输出电压设置时，变换器从高压侧吸收电流，经电压比变换器后注入低压侧，偏离值越大，注入低压侧的电流越多，数值上等于 $G_L * (V_{LOSet} - V_{LO})$ ，以一定程度上支撑低压侧电压的掉落；当低压侧电压偏离高于低压侧输出电压设置时，变换器从低压侧吸收电流，经电压比变换器后注入高压侧，偏离值越大，从低压侧的吸收的电流越多，数值上等于 $G_L * (V_{LOSet} - V_{LO})$ ，以一定程度上限制低压侧电压的升高。在多机跟直流母线相连组成的分流汇流系统中，在每个变换器的电压电流取样一致性有所偏差的情况下，此模式能使得多个变换器工作电流仍然相对均衡，并有利于低压侧直流母线电压稳定。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	Δ
	欠压保护电压设置	○		欠压保护电压设置	●
	压控电流导纳增益	●		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；
 ○ 表示不受此参数约束；
 Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

4.2.7 高压侧恒功率输出/输入模式(MB[4:1] = 1001)

模式功能：此模式锁定高压侧按恒定的功率输出/输入，即锁定 $P_{HO} = P_{HSet}$ 。其中， P_{HO} 为高压侧输出功率， P_{HSet} 为高压侧输出/输入功率设置，此功率数值可正可负，正值表示输出功率，负值表示输入功率。

控制原理过程：变换器根据高压侧的电压电流实时计算其输出功率，若高压侧

输出功率大于高压侧输出/输入功率设置时，就减少高压侧的输出电流以减少其输出功率；若高压侧输出功率小于高压侧输出/输入功率设置时，就增加高压侧的输出电流以增加其输出功率。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	Δ		输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	●(1)		欠压保护电压设置	●(2)
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	●
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为1时，受此参数约束。

注：(1)．高压侧输出/输入功率设置为+时，受此项参数约束。

(2)．高压侧输出/输入功率设置为-时，受此项参数约束。

4.2.8 低压侧恒功率输出/输入模式(MB[4:1] = 1000)

模式功能：此模式锁定低压侧按恒定的功率输出/输入，即锁定 $P_{LO} = P_{LSet}$ 。其中， P_{LO} 为低压侧输出功率， P_{LSet} 为低压侧输出/输入功率设置，此功率数值可正可负，正值表示输出功率，负值表示输入功率。

控制原理过程：变换器根据低压侧的电压电流实时计算其输出功率，若低压侧输出功率大于低压侧输出/输入功率设置时，就减少低压侧的输出电流以减少其输出功率；若低压侧输出功率小于高压侧输出/输入功率设置时，就增加低压侧的输出电流以增加其输出功率。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	Δ
	欠压保护电压设置	●(1)		欠压保护电压设置	●(2)
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	●		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

- 注：（1）. 低压侧输出/输入功率设置为-时，受此项参数约束。
 （2）. 低压侧输出/输入功率设置为+时，受此项参数约束。

4.2.9 高压侧恒流输出/输入模式(MB[4:1] = 0111)

模式功能：此模式锁定高压侧按恒定的电流输出/输入，即锁定 $I_{HO} = I_{HSet}$ 。其中， I_{HO} 为高压侧输出电流， I_{HSet} 为高压侧输出/输入电流设置，此电流数值可正可负，正值表示输出电流，负值表示输入电流。

控制原理过程：若高压侧输出电流大于高压侧输出/输入电流设置时，就减少高压侧的输出电流；若高压侧输出电流小于高压侧输出/输入电流设置时，就增加高压侧的输出电流。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	●
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	Δ		输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	● (1)		欠压保护电压设置	● (2)
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

- 注：（1）. 高压侧输出/输入电流设置为+时，受此项参数约束。
 （2）. 高压侧输出/输入电流设置为-时，受此项参数约束。

4.2.10 低压侧恒流输出/输入模式(MB[4:1] = 0110)

模式功能：此模式锁定低压侧按恒定的电流输出/输入，即锁定 $I_{LO} = I_{LSet}$ 。其中， I_{LO} 为低压侧输出电流， I_{LSet} 为低压侧输出/输入电流设置，此电流数值可正可负，正值表示输出电流，负值表示输入电流。

控制原理过程：若低压侧输出电流大于高压侧输出/输入电流设置时，就减少低压侧的输出电流；若低压侧输出电流小于低压侧输出/输入电流设置时，就增加低压侧的输出电流。

此模式下相关参数约束表：

	最大输入电流	●		最大输入电流	●
--	--------	---	--	--------	---

低压侧 参数	最大输出电流	●	高压侧 参数	最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	●		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	Δ
	欠压保护电压设置	● (1)		欠压保护电压设置	● (2)
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为1时，受此参数约束。

注：（1）. 低压侧输出/输入电流设置为-时，受此项参数约束。

（2）. 低压侧输出/输入电流设置为+时，受此项参数约束。

4.2.11 低压侧 MPPT 输入模式(MB[4:1] = 0101)

模式功能：此低压侧 MPPT（最大功率点跟踪）输入模式，锁定的是从低压侧接入电源吸收功率的最大值。变换器根据低压侧接入电源的实时伏安特性，最大限度地从低压侧吸收功率，变换到高压侧输出。

控制原理过程：变换器不断微调低压侧的输入电流，并检测计算低压侧输入功率的变化，若增加输入电流能使得低压侧输入功率增加，则继续增加低压侧的输入电流；若增加输入电流却使得低压侧输入功率减少，就变为减少输入电流；若减少输入电流能使得低压侧输入功率增加，则继续减少低压侧的输入电流；若减少输入电流使得低压侧输入功率减少，就变为增加输入电流。这样不断调整，最终锁定低压侧的输入功率在接入电源的最大功率点附近。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	Δ		输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	○
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为1时，受此参数约束。

4.2.12 高压侧 MPPT 输入模式(MB[4:1] = 0100)

模式功能：此高压侧 MPPT（最大功率点跟踪）输入模式，锁定的是从高压侧接入电源吸收功率的最大值。变换器根据高压侧接入电源的实时伏安特性，最大限度地从高压侧吸收功率，变换到低压侧输出。

控制原理过程：变换器不断微调高压侧的输入电流，并检测计算高压侧输入功率的变化，若增加输入电流能使得高压侧输入功率增加，则继续增加高压侧的输入电流；若增加输入电流却使得高压侧输入功率减少，就变为减少输入电流；若减少输入电流能使得高压侧输入功率增加，则继续减少高压侧的输入电流；若减少输入电流使得高压侧输入功率减少，就变为增加输入电流。这样不断调整，最终锁定高压侧的输入功率在接入电源的最大功率点附近。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	△
	欠压保护电压设置	○		欠压保护电压设置	●
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

△ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

4.2.13 高压侧自动稳压模式(MB[4:1] = 0011 时)

模式功能：此模式锁定高压侧输出电压 $V_{HO} = V_{HOSet}$ 。其中， V_{HO} 为高压侧输出电压， V_{HOSet} 为高压侧输出电压设置。

控制原理过程：变换器检测高压侧输出的实时电压，若 $V_{HO} < V_{HOSet}$ ，则控制高压侧输出电流，以支撑高压侧电压不使其掉落；若 $V_{HO} > V_{HOSet}$ ，则控制高压侧吸收电流，以遏制高压侧电压升高。最后锁定在 $V_{HO} = V_{HOSet}$ 。高压侧自动稳压模式与高压侧母线压控电流源模式并无本质区别，电特性表现上相当于高压侧母线压控电流源模式时，把高压侧压控电流导纳增益设置得比较大。

此模式下相关参数约束表：

低压侧	最大输入电流	●	高压侧	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	○		输出/输入电流设置	●(1)
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●

参数	输出电压设置	Δ	参数	输出电压设置	●
	欠压保护电压设置	●		欠压保护电压设置	○
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

注：（1）. 高压侧输出/输入电流设置必须为+。

4.2.14 低压侧自动稳压模式(MB[4:1] = 0010)

模式功能：此模式锁定低压侧输出电压 $V_{LO} = V_{LOSet}$ 。其中， V_{LO} 为低压侧输出电压， V_{LOSet} 为低压侧输出电压设置。

控制原理过程：变换器检测低压侧输出的实时电压，若 $V_{LO} < V_{LOSet}$ ，则控制低压侧输出电流，以支撑低压侧电压不令其掉落；若 $V_{LO} > V_{LOSet}$ ，则控制低压侧吸收电流，以遏制低压侧电压升高。最后锁定在 $V_{LO} = V_{LOSet}$ 。低压侧自动稳压模式与低压侧母线压控电流源模式并无本质区别，电特性表现上相当于低压侧母线压控电流源模式时，把低压侧压控电流导纳增益设置得比较大。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	●(1)		输出/输入电流设置	○
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●		输出电压设置	Δ
	欠压保护电压设置	○		欠压保护电压设置	●
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

注：（1）. 低压侧输出/输入电流设置必须为+。

4.2.15 外输入线控使能模式(MB[4:1] = 0001)

模式功能：此模式用于利用外输入电平信号控制变换器电流流向。

控制原理过程：在 $PU_p = 0$ ， $PD_n = 1$ 时，变换器从高压侧吸收电流，变换到低压侧输出，其电流大小由低压侧输出电流设置（要设置为正值）确定；在 $PU_p = 1$ ， $PD_n = 0$ 时，变换器从低压侧吸收电流，变换到高压侧输出，其电流大小由高压侧输出电流设置（要设置为正值）确定。

此模式下相关参数约束表：

低压侧 参数	最大输入电流	●	高压侧 参数	最大输入电流	●
	最大输出电流	●		最大输出电流	●
	输出/输入电流设置	●(1)		输出/输入电流设置	●(2)
	过压保护电压设置	●		过压保护电压设置	●
	输出电压设置	●(1)		输出电压设置	●(2)
	欠压保护电压设置	●(2)		欠压保护电压设置	●(1)
	压控电流导纳增益	○		压控电流导纳增益	○
	输出/输入功率设置	○		输出/输入功率设置	○
交互参数	高低压电压变比设置	○			

其中：● 表示受此参数约束；

○ 表示不受此参数约束；

Δ 表示当“反向充电限压使能”寄存器为 1 时，受此参数约束。

注：（1）. 当外输入线控电平 $PUp = 0$ ， $PDn = 1$ 时，使能进入低压侧恒流输出模式，受此项参数约束。

（2）. 当外输入线控电平 $PUp = 1$ ， $PDn = 0$ 时，使能进入高压侧恒流输出模式，受此项参数约束。

4.2.16 空闲模式（MB[4:1] = 0000）

此模式为空闲模式，变换器不工作，不受任何参数约束。用户可以在此模式下安全地设置好各项参数，再进入其他工作模式。

五. 工作状态控制

5.1 反向充电使能控制

在某些模式的下，如果锁定稳压的这一侧（以下简称“稳压侧 A”）的实时电压高于其设定的输出电压时，变换器为了维持稳压侧 A 的电压稳压，会从稳压侧 A 吸收电流变换到另一侧（以下简称“电源侧 B”）输出，给电源侧 B 充电，电源侧 B 电压会爬升。

如果 $W11[0] = 1$ 时，稳压侧 A 吸收电流时电源侧 B 电压最高只能充电至其输出电压设置值。

如果 $W11[0] = 0$ 时，稳压侧 A 吸收电流时电源侧 B 电压最高可以充电至其过压保护电压设置值。

在电源侧 B 接有电池或者超级电容，一般希望电源侧 B 电压爬升至电池或者超级电容的满充电压点（对应电源侧 B 的输出电压设置）时就不再爬升，这种情况下应把 $W11[0]$ 设置为 1。此条件下优先保证电源侧 B 电压不高于其输出电压设置。此时若电源侧 B 强行接入比其输出电压设置还高的电压，则会迫使电源侧 B 电流向稳压侧 A 流动，以保护电源侧 B 不至于电压过高对电池或者超级电容造成损坏，稳压侧 A 将只能输出电流而失去输入电流能力了，可能会导致稳压侧 A 频繁过压保护。所以如果 $W11[0] = 1$ ，应把电源侧 B 的输出电压设置值设为电源侧 B 接入电源的满充电压。

如果电源侧 B 是整流电源或者是阻性负载，一般允许电源侧 B 电压可以爬升至其过压保护电压点（对应电源侧 B 的过压保护电压设置）为止，这种情况下应把 $W11[0]$ 设置为 0。此条件下优先保证稳压侧 A 电压不高于其输出电压设置。此时若电源侧 B 接入比其输出电压设置还高的电压，稳压侧 A 电压仍然是稳压的。

六、绝对参数

参数名称	数值				
	型号 DC30DC150P3KW	型号 DC40DC250P3KW	型号 DC60DC300P4KW	型号 DC100DC500P4KW	型号 DC150DC800P5KW
高压侧 输出/输入 电压	180V	280V	350V	550V	850V
低压侧 输出/输入 电压	150V	250V	320V	500V	800V
贮存温度	-55~80℃				
操作温度	-45~60℃				

七、推荐工作条件

参数名称	数值				
	型号 DC30DC150P3KW	型号 DC40DC250P3KW	型号 DC60DC300P4KW	型号 DC100DC500P4KW	型号 DC150DC800P5KW
高压侧 输出/输入 电压	60V - 150V	80 - 220V	100V - 300V	150 - 500V	200V - 800V
低压侧 输出/输入 电压	48V - 120V	60 - 150V	80V - 250V	120 - 400V	150V - 700V
操作温度	-40℃~50℃				

八、电特性参数

参数名称	数值				
	型号 DC30DC150P3KW	型号 DC40DC250P3KW	型号 DC60DC300P4KW	型号 DC100DC500P4KW	型号 DC150DC800P5KW
高压侧参数					
输出/输入 电压 V_{OHV} 范 围, 误差 1%	35V - 160V	45V - 250V	70V - 300V	120V - 530V	180V - 830V
最高限压 OVHV 调节 范围, 误差 1%	40V - 170V	50V - 260V	80V - 320V	130V - 550V	200V - 850V

最低限压 UVHV 调节 范围, 误差 1%	0V - 150V	0V - 240V	0V - 280V	0V - 500V	0V - 800V
高压侧输出 电流设定范 围, 误差 1%	3 - 50A	3 - 45A	3 - 45A	1.5 - 40A	1.5 - 30A
外输入压控 电流增益	0.1-6 A/V	0.1-6 A/V	0.1-6 A/V	0.1-3 A/V	0.1-3 A/V
输出/输入 电流 过流/短路 保护点	60A	50A	50A	45A	40A
低压侧参数					
输出/输入 工作电压 V _{oLV} 范围, 误差 1%	30V - 120V	40V - 220V	60V - 280V	100V - 450V	150V - 700V
最高限压 OVLV 调节范围, 误差 1%	35V - 130V	45V - 230V	70V - 300V	110V - 470V	170V - 720V
最低限压 UVLV 调节范围, 误差 1%	0V - 110V	0V - 210V	0V - 260V	0V - 420V	0V - 650V
低压侧输出 电流设定范 围, 误差 1%	3 - 50A	3 - 45A	3 - 45A	1.5 - 40A	1.5 - 30A
外输入压控 电流增益	0.1-12 A/V	0.1-12 A/V	0.1-12 A/V	0.1-6 A/V	0.1-6 A/V

输出/输入 电流 过流/短路 保护点	60A	50A	50A	45A	40A
高低压两侧 交互参数					
电压变比范围 (高压/低压)	1.2 - 5.0				
模式控制参数					
模式切换时间	< 1mS				
切换模式到 满载输出响 应时间	< 1S				
整机系统参数					
额定输出功率	3KW ($V_0LV \geq 60V$ 时)	3KW ($V_0LV \geq 80V$ 时)	4KW ($V_0LV \geq 100V$ 时)	4KW ($V_0LV \geq 150V$ 时)	5KW
最大瞬时输出功率	4KW	4KW	5KW	6KW	6KW
转换效率 (半载时)	> 92%	> 92%	> 93%	> 93%	> 94%
负载调整率	< 2%				
待机功耗	< 20W				
空载功耗	< 100W				
冷却方式	温控风冷				
允许环境温度	-40℃ — +60℃				

温度过热 保护点	80℃				
输出/输入 反接保护	√				
保护撤销后 恢复工作 时间	5S				
开机启动时 间	< 5S				
纹波电压	< 0.5V	0.8V	< 1V	< 1V	< 1V
通信参数					
通信方式	RS485				
通信协议	MODBUS-RTU				
RS485 通 信 波特率	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200				
RS485 通 信 隔离耐压	1500V				
均流参数					
最大并联模 块数量	64				
模块电流不 均匀度	< 10%				
均流控制 方式	主从控制				
均流信号传 输方式	RS485 数字通信				
RS485 通 信 波特率	768K bps				
通信协议	自定义				
均流通信线 最大长度	< 160 m				

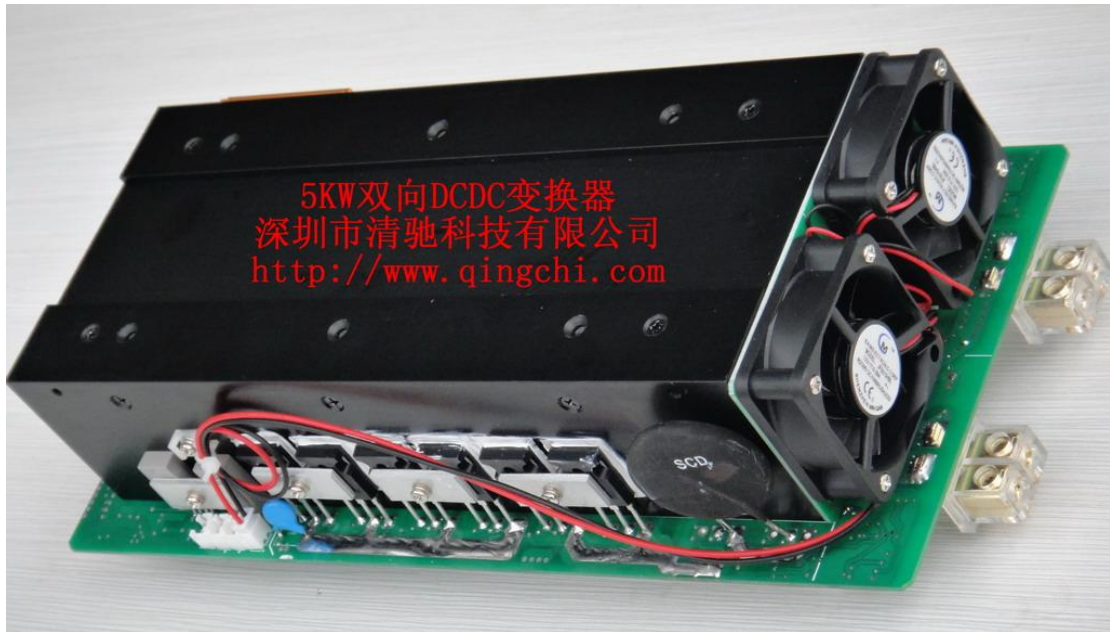
显示参数					
显示方式	4 位 LED 数码管				
显示内容	两侧电流，电压，设定两侧工作电流，最低限压，最高限压				
机械参数					
带外壳 外形尺寸	360mm X160mm X 94mm				
防护等级	IP21				
裸板尺寸	295mm X142mm X 85mm				
带外壳 整机重量	4.5 Kg				
裸板重量	3.5 Kg				

九. 产品图片

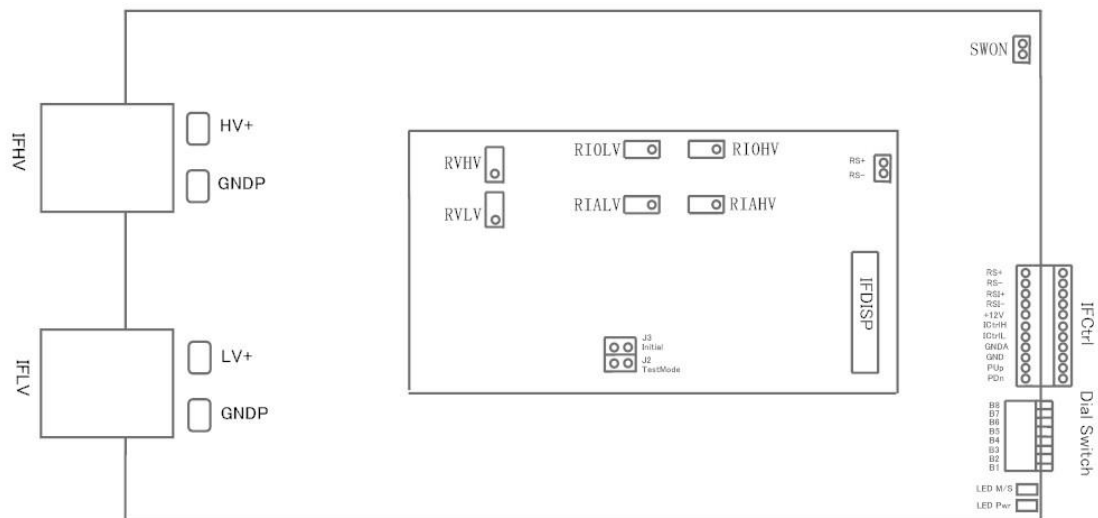
图十二. 模块线路板照片（正面）



图十三. 模块线路板照片（反面）



图十四. 模块接线图



十. 接线及调节控制说明

10.1. 高压输入输出接口 IFHV

高压输入输出接口有两个接线端，“HV+”端子接正极，“GNDP”接负极。导线截面应该保证 4 平方毫米以上，并且保证拧紧接触良好。

10.2. 低压输入输出接口 IFLV

低压输入输出接口有两个接线端，“LV+”端子接正极，“GNDP”接负极。导线截面应该保证 6 平方毫米以上，并且保证拧紧接触良好。

10.3. 控制信号输入端口 IFCtrl

该端口共 11 个 I/O 接线柱，连接通信信号和控制信号，以控制双向 DC-DC 的工作模式和工作状态。

PDn 为降压模式控制信号输入端，当 PDn 输入 3.3V ~ 5V 的高电平，并且 PUp 为低电平时，双向逆变器为降压工作模式，电流从高压端子 IFHV 流入，经变换器变换为低压后，从低压端子 IFLV 输出。

PUp 为升压模式控制信号输入端，当 PUp 输入 3.3V ~ 5V 的高电平，并且 PDn 为低电平时，双向逆变器为升压工作模式，电流从低压端子 IFLV 流入，经变换器变换为高压后，从高压端子 LFHV 输出。

GND 为数字信号 PDn 和 PUp 的地线。

GNDA 是模拟压控信号 ICtrlL 和 ICtrlH 的地线。

ICtrlL 为控制低压侧输出电流的压控信号，输入电压范围为 0~15V。该变换器降压模式的跨导增益为 2 A/V，也就是说，当该信号电压为 1V 时，对应应在低压端子 IFLV 的输出电流为 2A；如果该信号电压为 10V 时，对应应在低压端子 IFLV 的输出电流就为 20A。

ICtrlH 为控制高压侧输出电流的压控信号，输入电压范围为 0~15V。该变换器升压模式的跨导增益为 1 A/V，也就是说，当该信号电压为 1V 时，对应应在低压端子 IFHV 的输出电流为 1A；如果该信号电压为 10V 时，对应应在高压端子 IFHV 的输出电流就为 20A。

+12V 是预留的电源输出，可以连接电位器分压供给 ICtrl 输入，也可作为其他电路板的供电，输出电流限定在 0.5A 以下。其地线也为 GNDA。

RSI+, RSI- 为均流控制通信接线柱。用于多个模块并联时传输携带均流信息的串行数字信号，用户不必理会其内部的通信协议。当需要多模块并联时，把所有模块的 RSI+ 都连接到一起，所有模块的 RSI- 也都连接到一起即可。

RS+, RS- 为串行通信口接线柱，分别连接 RS485 接口的正负信号端。

10.4. 显示控制接口 IFDISP

该接口连接数码管显示控制屏，用户不必理会该接口的详细信号，只需要把排线按卡槽插入连接数码管显示控制屏即可。

10.5 拨码开关 Dial Switch

该拨码开关用于选择双向 DC-DC 的工作模式和参数输入。

定义开关拨到“ON”所在的一侧为逻辑 1，拨到另一侧为逻辑 0。

设母板上的 8 位拨码盘所拨每位从高位到低位，按顺序分别记为 DB8, DB7, DB6, DB5, DB4, DB3, DB2, DB1，而寄存器的书写习惯是从第 7 位到第 0 位，为了跟寄存器 MB 的位操作书写习惯一致，这里按以下关系对应。

DB8	——	MB[7]	DB4	——	MB[3]
DB7	——	MB[6]	DB3	——	MB[2]
DB6	——	MB[5]	DB2	——	MB[1]
DB5	——	MB[4]	DB1	——	MB[0]

每位拨码开关的功能定义如下：

若 MB[0] = 0，工作模式由拨码盘决定；

若 MB[0] = 1，工作模式由内部寄存器决定。

若 MB[0] = 0，并且

当 MB[4:1] = 1111 时，双向运行，高压侧窗口电压输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 1110 时，双向运行，低压侧窗口电压输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 1101 时，初始化复位模式。置于此模式，断电再上电后，所有寄存器将恢复出厂时的初始化数值。

当 MB[4:1] = 1100 时，双向运行，高低压侧电压恒比例模式。

当 MB[4:1] = 1011 时, 双向运行, 高压侧母线压控电流源模式, 可根据母线电压的波动控制模块高压侧的电流双向流动, 以实现母线自动稳压, 或者分流汇流等目的。其导纳增益由 W28 决定。

当 MB[4:1] = 1010 时, 双向运行, 低压侧母线压控电流源模式, 可根据母线电压的波动控制模块低压侧的电流双向流动, 以实现母线自动稳压, 或者分流汇流等目的。其导纳增益由 W27 决定。

当 MB[4:1] = 1001 时, 双向运行, 高压侧恒功率输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 1000 时, 双向运行, 低压侧恒功率输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 0111 时, 双向运行, 高压侧恒流输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 0110 时, 双向运行, 低压侧恒流输出/输入模式。

当 MB[4:1] = 0101 时, 升压运行, 低压侧 MPPT 输入模式。

当 MB[4:1] = 0100 时, 降压运行, 高压侧 MPPT 输入模式。

当 MB[4:1] = 0011 时, 双向运行, 高压侧自动稳压模式。

当 MB[4:1] = 0010 时, 双向运行, 低压侧自动稳压模式。

当 MB[4:1] = 0001 时, 升降压模式由外输入使能信号 PUp, PDn 决定。

当 PUp=1, PDn=0 时, 高压侧恒流输出模式;

当 PUp=0, PDn=1 时, 低压侧恒流输出模式;

若 PUp, PDn 都为 0, 则为空闲模式。

当 MB[4:1] = 0000 时, 空闲模式。

若 MB[5] = 0, 恒流值由寄存器数字设置;

若 MB[5] = 1, 恒流值由外输入压控电压决定。

若 MB[6] = 0, 通信参数由寄存器的 W0, W1 决定;

若 MB[6] = 1, 通信参数强制置为: 模块号 0001H, 波特率 19200 bps,
8 位数据位, 偶校验, 1 位停止位。

若 MB[7] = 0, 主控制器模式, 所有模式及参数设置由本机设定;

若 MB[7] = 1, 从控制器模式, 所有模式及参数设置等同主控制器的模式及参数设置。

10.6. 辅助电源开关 SWON

辅助电源开关 SWON 用于接通或关断辅助电源的供电, 此开关可引线到外壳上, 可以用很小电流容量的开关轻松启动或者关断整个双向 DC-DC 变换器, 而不必用到大电流容量的开关去控制功率电源的输出/输入。

由于变换器内部的所有驱动和信号处理电源都由辅助电源提供。辅助电源断电后, 整个系统内部驱动和信号处理电源失电将不再工作, 整个变换器处于关机状态, 损耗几乎为零(仅有取样电阻和电容泄放电阻还在用电); 接通该开关, 辅助电源得电启动, 继而所有驱动和信号处理电源建立, 变换器开始工作。

10.7. 初始化控制跳线 J3(Initial)

跳线 J3 用于恢复原始的出厂状态设置。当双向 DC-DC 变换器由于任何意外原因而使内部记忆出错时, 可使用该跳线。

恢复操作的方法如下: 整机断电, 再连通该跳线, 通电启动, 等超过 10 秒钟之后, 断电, 再断掉该跳线的连接。再次通电启动后变换器将恢复原始的出厂状态设置, 用户再按自己的需要设置参数即可。

10.8. 测试模式跳线 J2(TestMode)

跳线 J2 用于控制变换器工作于测试模式，方便生产时的调试检修，用户不必理会，也不要连通该跳线使其工作于用户不熟悉的测试模式。

十一. 面板操作说明

图十五. 前面板照片



图十六. 后面板照片



11.1. 显示参数说明

DC-DC 变换器可以实时显示高、低压端口的各 6 种参数数值，分别是“实时输出/输入电流”、“实时输出/输入电压”、“输出电流设定”、“输入最低限压设定”、“输出电压设定”、“输出/输入最高限压设定”。

DC-DC 变换器有 8 个有效 LED 指示灯，第 1、2 个 LED 分别对应“低压端参数”、“高压端参数”两个端口；第 3、4、5、6、7、8 个 LED 分别对应“实时输出/输入电流”、“实时输出/输入电压”、“输出/输入电流设定”、“输入最低限压设定”、“输出电压设定”、“输出/输入最高限压设定”6 个参数。

“实时输出/输入电流”参数显示实时输出的电流，单位是安(A)，显示精度为 0.1A，此参数只可作监控显示不在此调节。当电流从模块流出到外部时，显示正值；当电流从外部流入模块时，显示为负值。

“实时输出/输入电压”参数显示端口的输入输出实时电压，单位是伏(V)，显示精度为 0.1V，此参数只可监控显示不在此调节。

“输出/输入电流设定”显示该端口作为输出/输入时设定的电流，单位是安(A)，显示精度为 0.1A。“输出/输入电流设定”可由通信写入内部寄存器设定，或者通过面板按钮改写内部寄存器设定，也可由控制信号输入接口输入的模拟压控信号控制。具体如何选择由拨码开关控制。

“输入最低限压设定”显示当该端口作为输入时的最低电压，单位是伏(V)，显示精度为 0.1V。当输入电压降低打牌接近该设定值时，变换到输出端的功率会急剧减少；如果输入电压低于该设定值时，变换器将停止工作，以保护电源输入设备不至于电压过低损坏。如果把该值设为 0，则该“输入最低限压设定”功能将被取消，当输入电压较低时仍然按预设的条件状态继续工作。该设定可由通信写入内部寄存器设定，或者通过面板按钮改写内部寄存器设定。

“输出电压设定”在恒流模式时作为电流源输出的限压值，在恒压模式时作为设定的稳压值。单位是伏(V)，显示精度为 0.1V。在恒流模式时，DC-DC 变换器可等效为电流源模型，当负载电流小于设定的恒流值时，DC-DC 变换器模块输出的电压会一直攀升，若输出电压没有限制可能会输出较高的电压击坏负载，设定此值可以限定恒流模式输出时，其电压不会超过此值，以保护跟其连接的电器设备。在恒压模式时，DC-DC 变换器可等效为电压源模型。此设定电压用以自动控制端口电流的双向流动，以锁定电压的稳定。当端口电压略低于该设定值时，电流就从模块流出，以支撑端口电压不再回落；当端口电压略高于该设定值时，模块抽走端口的电流，以压制电压的升高不再爬升。该设定可以通过面板按钮设定，或者通信写入设定。

“输出/输入最高限压设定”显示输入输出的最高限压，单位是伏(V)，显示精度为 0.1V。当输入输出电压大于此值时，DC-DC 将停止工作，以保护与其相连的电器设备。该设定可以通过面板按钮设定，或者通信写入设定。

11.2. 按键说明

前面板共有 5 个按键，分别是：“端口选择”、“参数选择”、“设置”、“参数增大”、“参数少”。

“端口选择”按键用来选择显示高压还是低压端口的参数，每按下一次此按键，“低压端参数”和“高压端参数”对应的 LED 就依次点亮。

“参数选择”按键用来选择哪个参数的数值显示出来，每按下一次此按键时，被选择的参数就循环下移一项，被选中参数位置的 LED 灯就点亮，数值显示的就是此参数的数值。其顺序为“实时输出/输入电流”、“实时输出/输入电压”、“输出/输入电流设定”、“输入最低

限压设定”、“输出电压设定”、“输出/输入最高限压设定”。要注意的是，被选择的参数只能下移不能上移，如要看当前 LED 对应参数排序之前的参数，则要连续按该按钮到末尾循环返回到想监控的参数再停止按按钮即可。

“设置”按钮用来设置当前点亮的 LED 对应的参数的数值，双向 DC-DC 模块的“输出电流设定”、“输入最低限压设定”、“输出电压设定”和“输出/输入最高限压设定”这 4 项参数是可数字设置的，只有在这 4 项参数被选中时，“设置”才起作用。按下“设置”按钮时，显示数值会闪烁，表示可以用“参数增大”或“参数减少”来调整该数值，当调整完数值时，再按下“设置”按钮，数值将停止闪烁表示确认。

“参数增大”按钮用来调节选中的数值增大，按完“设置”按钮后，单按或长按此按钮时，显示的数值会逐步或连续自动递增，停止按此按钮，数值会停止变动，再按“设置”按钮确认。调节数值过程中，输出是马上跟着变动的，便于马上看到调节后的效果。

“参数减少”按钮用来调节选中的数值增大，按完“设置”按钮后，单按或长按此按钮时，显示的数值会逐步或连续自动递减，停止按此按钮，数值会停止变动，再按“设置”按钮确认。调节数值过程中，输出是马上跟着变动的，便于马上看到调节后的效果。

需要特别注意的是，当设置输出/输入电流时，只有一个 LED 指示灯，却要分别设定输入电流或输出电流两个参数，设置这两项参数的操作是有区别的。由于输出/输入已经表明了电流方向，此两个数值上都是正的数值。

如果是设定输出电流，其设定跟设定其他电压参数的操作类似。先按“端口选择”按钮用来选择显示高压还是低压端口的参数，再按“参数选择”按钮直到“设置电流”LED 指示灯亮起，按一下“设置”按钮，数码管开始闪烁，再按“参数增大”或者“参数减少”把数码管显示的电流值调到需要的数值，最后再按一下“设置”按钮，数码管停止闪烁，这样输出电流就设定好了。

如果是设定最大输出电流，其设定跟设定输出电流参数的操作略有不同。也是先按“端口选择”按钮用来选择显示高压还是低压端口的参数，再按“参数选择”按钮直到“设置电流”LED 指示灯亮起，此时长按着“设置”按钮不放，并同时再按“参数增大”或者“参数减少”把数码管显示的电流值调到需要的数值，最后再放开“设置”按钮，这样最大输出电流就设定好了。

十二. 双向 DC-DC 的并联扩容连接

本双向 DC-DC 变换器采用模块化设计，带有均流功能，在任何工作模式（包括恒流、恒压、MPPT 输入或者总线压控电流源模式）下都可实现多机并联，以增加系统的总功率容量。

均流控制方式为主从结构，一个主机可带多个从机。主机检测电源端的电压电流状况，根据设定的参数运行，并把主机的实时电流等参数和状态通过均流通信线广播出去。从机从均流通信线截取到主机的实时电流等参数和状态，并控制调整自身的实时电流等参数状态，逼近主机的状况，从而实现均流。

均流的同时，主模块的多个具有公共属性的设置参数也会通过均流通信线抄送拷贝到从模块，从而简化了用户的监控工作，一般情况下只需控制主模块即可。具体会被抄送拷贝的寄存器见 <12.5. 双向 DC-DC 寄存器设置>。

12.1. 多机并联连线

参照图一，把所有 DC-DC 模块高压侧的正极都连接在一起，负极连接在一起；把所有 DC-DC 模块低压侧的正极也都连接在一起，负极连接在一起；把所有 DC-DC 模块的均流通信

线正端 RSI+ 都连接在一起，均流通信线负端 RSI- 连接在一起。把其中一个模块拨码开关的 MB[7] 拨到 OFF (0) 作为主模块，把其他模块的拨码开关的 MB[7] 拨到 ON (1) 作为从模块。

实物连接图参照图十八。

12.2. 均流通信控制

均流通信通过高速 RS485 串行接口交互信息，波特率高达 768K bps，主模块的实时电流和所有电流电压相关的设置都会被迅速地抄送到从模块，保证从模块能迅速响应，同步跟踪主模块的运行状态。用户只要把均流通信线互联，不必设置通信参数模块即可自动建立通信，也不必关心其内的通信协议。

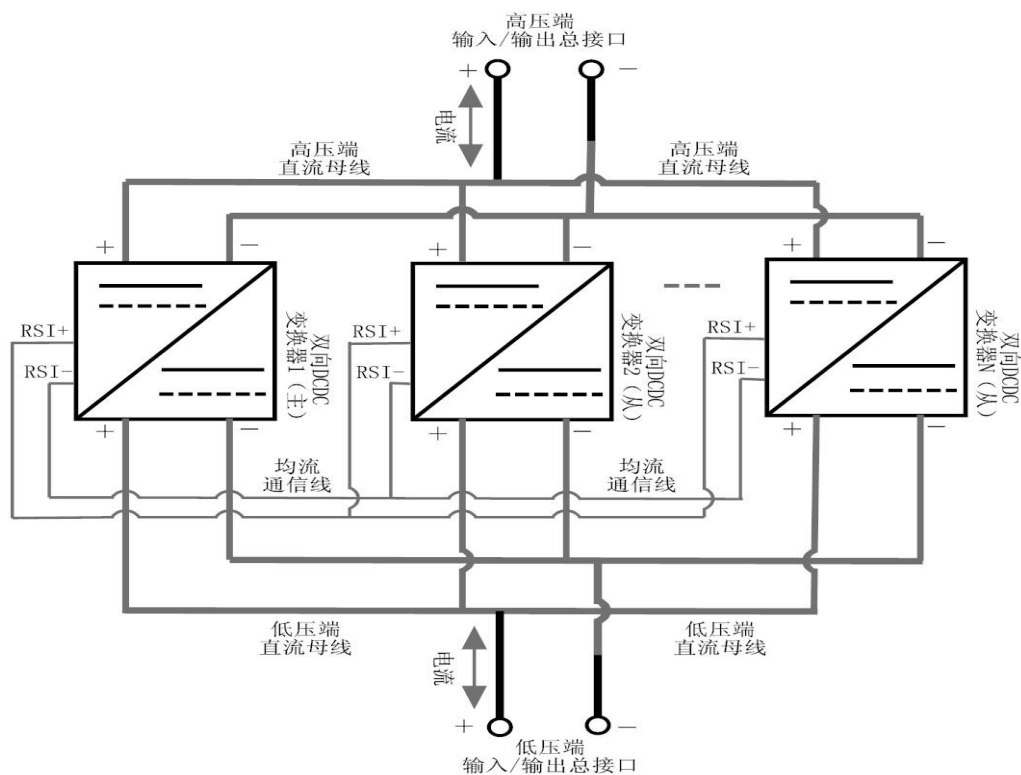
12.3. 主从模块的参数设置

主模块的参数设置跟单个模块运行时一样。

从模块除了要把其拨码开关的 MB[7] 拨到 ON (1) 作为从模块之外，其所有的电压电流相关参数不必再另行设置。系统运行时会不断地把主模块的所有的电压电流相关参数都拷贝过来，替换掉自身的设置。

需要指出的是：如若主模块出现故障，而要另启用一台从模块变更为主模块时，该模块所有的电压电流相关参数都已是拷贝自之前的主模块的参数。用户应根据需要决定是否要重新改写参数。

图十七. 双向 DC-DC 变换器多机并联扩容连接图



图十八. 多台双向 DC-DC 模块并联运行



十三. 双向 DC-DC 的寄存器设置与通信

本 DC-DC 变换器带有强大的通信管理功能,可以通过通信的方式实现远程监控。一般用户不必理会内部的寄存器以及通信管理设置,可直接跳过本节内容。对于专业工程师,如果需要跟其监控设备互联以实现远程监控,则应仔细阅读本节内容。

13.1. 通信方式

本模块带有隔离的 RS485 串行接口,用户可以通过 RS485 串行接口遵照 MODBUS-RTU 协议对模块内部寄存器进行读写操作。

13.2. RS485 串行接口通信参数

波特率 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 bps 可选,默认为 19200bps。

数据位: 8 位。

检验位: 偶检验。

停止位: 1 位。

13.3. 通信 CRC 校验

本模块通信带有 CRC 校验,其生成多项式为 $g(x) = x^{15} + x^{13} + 1$ (二进制记为 1010000000000001, 16 进制记为 A001)。CRC 校验较为繁琐,这里不做介绍,关于 CRC 校验具体运算方法请参照相关标准。

若用户需要其他生成多项式的 CRC 校验,或者其他方式的校验,或不需要 CRC 校验。可

以根据要求定做。但需要说明的是：若用户要求取消 CRC 校验，对模块来说，每次通信是否出错变得并不可知，存在误操作的可能。

13.4. 通信协议

本模块只支持 MODBUS-RTU 协议中的第 3, 6, 16 功能码指令，用这些指令可对内部寄存器进行读写操作。关于 MODBUS-RTU 协议的详细信息，请参考相关标准。

下面是所支持的几个功能码指令的几个简单说明与示例。

13.4.1. 功能码 03，读单个或者多个寄存器。

格式：〈模块号〉 〈功能码 03〉 〈起始地址高字节〉 〈起始地址低字节〉 〈读取寄存器个数的高字节〉 〈读取寄存器个数的低字节〉

返回格式：〈模块号〉 〈功能码 03〉 〈所读取寄存器的字节数总计〉 〈起始地址寄存器高字节〉 〈起始地址寄存器低字节〉 〈下一地址寄存器高字节〉 〈下一地址寄存器低字节〉 … 〈结束地址寄存器高字节〉 〈结束地址寄存器低字节〉 〈CRC 校验码高字节〉 〈CRC 校验码低字节〉

如： 01 03 00 0c 00 02

带 CRC 校验的发送器会自动在末尾加上两个 CRC 校验字节：04 08

加起来一起发送：01 03 00 0c 00 02 04 08

表示读取从地址 000cH 开始，读取两个字 W12, W13 的数据。

若返回报文：01 03 04 05 dc 0f a0 3e 8d

表示 W12 的数值是 05dcH，W13 的数值是 0fa0H，“3e 8d”是返回的 CRC 校验码。

13.4.2. 功能码 06，写单个寄存器。

格式：〈模块号〉 〈功能码 06〉 〈起始地址高字节〉 〈起始地址低字节〉 〈写入寄存器数值的高字节〉 〈写入寄存器数值的低字节〉

返回格式：〈模块号〉 〈功能码 06〉 〈起始地址高字节〉 〈起始地址低字节〉 〈已写入寄存器数值的高字节〉 〈已写入寄存器数值的低字节〉 〈CRC 校验码高字节〉 〈CRC 校验码低字节〉

如： 01 06 00 0e 0d ac

带 CRC 校验的发送器会自动在末尾加上两个 CRC 校验字节：ec e4

加起来一起发送：01 06 00 0e 0d ac ec e4

表示向地址 000eH 的寄存器 W14 写入一个字，所写入的数值为 0dacH。

若返回报文：01 06 00 0e 0d ac ec e4

表示地址为 000eH 的寄存器 W14 已经被写入一个字，所写入的数值为 0dacH，“ec e4”是返回的 CRC 校验码。

13.4.3. 功能码 16（其 16 进制为 10H），写多个寄存器。

格式：〈模块号〉 〈功能码 10〉 〈起始地址高字节〉 〈起始地址低字节〉 〈字数高字节〉 〈字数低字节〉 〈字节数总计〉 〈起始地址寄存器高字节数值〉 〈起始地址寄存器低字节数值〉 〈下一地址寄存器高字节数值〉 〈下一地址寄存器低字节数值〉 … 〈结束地址寄存器高字节数值〉 〈结束地址寄存器低字节数值〉

返回格式：〈模块号〉 〈功能码 10〉 〈起始地址高字节〉 〈起始地址低字节〉 〈写入寄存器字数的高字节〉 〈写入寄存器字数的低字节〉

如： 01 10 00 12 00 02 04 01 2c 00 0a

带 CRC 校验的发送器会自动在末尾加上两个 CRC 校验字节 33 48

加起来一起发送：01 10 00 12 00 02 04 01 2c 00 0a 33 48

表示从地址 0012H 开始，写入 W18，W19 两个字，把数值 012cH 写入地址为 0012H 的寄存器 W18，把数值 000aH 写入地址为 0013H 的寄存器 W19。

如返回报文：01 10 00 12 00 02 e1 cd

表示已经从地址 0012H 开始，写入了两个字的数值，“e1 cd”是返回的 CRC 校验码。

13.5. 双向 DC-DC 寄存器设置

其中：

读写属性栏的

W 表述可写，

R 表示可读，

C 表示当模块作为从模块时，会自动把主模块相应的数值拷贝过来替代。

出厂默认值栏的

A 代表型号 DC30DC150P3KW 的数值；

B 代表型号 DC40DC250P3KW 的数值；

C 代表型号 DC60DC300P4KW 的数值；

D 代表型号 DC100DC500P4KW 的数值；

E 代表型号 DC150DC800P5KW 的数值；

字 序号	字地址 (16 进制)	寄存器 名称	读写 拷贝 属性	出厂 默认值	说明
W0	0000	DC-DC 模块号	W/R	0001H	16 进制，存放本 DC-DC 模块的 ID 号，取值范围为 0001H —— 00ffH。 若写命令包含的 ID 号为 0000H 时，为广播写入命令，不管其 ID 号为何值，所有连接在该通信线上的模块对应的寄存器均会被改写，但不返回报文（以防总线冲突）。
W1	0001	RS485 通信 参数设置	W/R	0004H	W1[3:0]用于设置波特率，其数值和波特率的关系如下： 0 — 1200 bps 1 — 2400 bps， 2 — 4800 bps 3 — 9600 bps， 4 — 19200 bps， 5 — 38400 bps， 6 — 57600 bps 7 — 115200 bps W1 的 [9:8]用于设置校验位，其数值和校验位关系如下： W1[8] = 0，偶校验； W1[8] = 1，奇校验。 W1[9] = 0，校验位使能，

					W1[9] = 1, 无校验位。
W2	0002	工作模式 控制字	W/R	0000H (空闲 模式)	<p>设母板上的 8 位拨码盘所拨数值从高位到低位的顺序记为 MB[7:0]。</p> <p>在任何情况下，都有 W2[7:6] = MB[7:6]，W2[0]=MB[0]；只读。</p> <p>若 MB[0] = 0，工作模式由拨码盘决定，W2[7:0]=MB[7:0]；</p> <p>若 MB[0] = 1，工作模式由内部寄存器决定。（仍然 W2[7:6] = MB[7:6]，W2[0]=MB[0]）。</p> <p>W2[5] = 0，恒流值由寄存器数字设置；</p> <p>W2[5] = 1，恒流值由外输入压控电压决定；</p> <p>当 MB[6] = 0 时，通信参数由控制字 W0, W1 决定；</p> <p>当 MB[6] = 1 时，通信参数强制置为：模块号 0001H，波特率 19200 bps，偶检验，1 位停止位。（设置的 W0, W1 的数值并不改变）。</p> <p>当 MB[7] = 0 时，主控制器模式，所有设置参数由本机设定；</p> <p>当 MB[7] = 1 时，从控制器模式，所有设置参数等同均流通信线相连的主控制器的设置参数。</p> <p>各种工作模式设置如下：</p> <p>当 W2[4:1] = 1111 时，双向运行，高压侧窗口电压输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 1110 时，双向运行，低压侧窗口电压输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 1101 时，初始化复位模式。置于此模式，断电再上电后，所有寄存器将恢复出厂时的初始化数值。</p> <p>当 W2[4:1] = 1100 时，双向运行，高低压侧电压恒比例模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 1011 时，双向运行，高压侧母线压控电流源模式，可根据母线电压的波动控制模块高压侧的电流双向流动，以实现母线自动稳压，或者分流汇流等</p>

					<p>目的。其导纳增益由 W28 决定。</p> <p>当 W2[4:1] = 1010 时，双向运行，低压侧母线压控电流源模式，可根据母线电压的波动控制模块低压侧的电流双向流动，以实现母线自动稳压，或者分流汇流等目的。其导纳增益由 W27 决定。</p> <p>当 W2[4:1] = 1001 时，双向运行，高压侧恒功率输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 1000 时，双向运行，低压侧恒功率输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0111 时，双向运行，高压侧恒流输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0110 时，双向运行，低压侧恒流输出/输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0101 时，升压运行，低压侧 MPPT 输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0100 时，降压运行，高压侧 MPPT 输入模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0011 时，双向运行，高压侧自动稳压模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0010 时，双向运行，低压侧自动稳压模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0001 时，升降压模式由外输入使能信号 PUp, PDn 决定。</p> <p>当 PUp=1, PDn=0 时，高压侧恒流输出模式；</p> <p>当 PUp=0, PDn=1 时，低压侧恒流输出模式；</p> <p>若 PUp, PDn 都为 0，或 PUp, PDn 都为 1，则为空闲模式。</p> <p>当 W2[4:1] = 0000 时，空闲模式。</p>
W3	0003	DC-DC 停止变换 控制字	W/R	0000H (允许变换 工作)	<p>16 进制码，只有低 4 位数值 W3[3:0]有效，高字节保留。</p> <p>W3[3:0]用于控制变换器工作使能，只有当 W3[0]=0 时，变换器才允许工作。</p> <p>W3[0]不记忆，若把 W3[0]写为 1，变换器停止工作，掉电后再上电将复位为 0。也就是如果通过把 W3[0]写为 1 实现关机，再次上电将会马上开始工作。</p> <p>W3[1]带记忆，若把 W3[1]写为 1，变换器停止工作，掉电后再上电将保留原设定值。也就</p>

					<p>如果是通过把 W3[1]写为 1 实现关机，关机后再上电将不工作，需要把 W3[1]写为 0 后才能工作。</p> <p>W3[2]带记忆，当 W3[2]=1 时，若任何原因导致变换器关机，再上电后变换器将自动把 W3[0]置 1 不让变换器工作，需要把 W3[0]写为 0 才能工作。</p> <p>W3[3]带记忆，当 W3[3]=1 时，若持续 5 秒钟以上没收到通信信号，则变换器将停止工作，待通信信号恢复时自动恢复工作。</p>
W4	0004	工作状态寄存器	R		<p>W4[1:0] = 00 时，变换器停止工作。</p> <p>W4[1:0] = 01 时，降压运行，高压侧输入电流，低压侧输出电流。</p> <p>W4[1:0] = 10 时，升压运行，低压侧输入电流，高压侧输出电流。</p> <p>W4[1:0] = 11 时，变换器双向运行，3 秒钟内电流方向发生过切换。</p>
W5	0005	故障状态寄存器	R		<p>该状态字记录了工作过程的故障状态，当模块正常工作时，其值为 0000H；当其任何一位以上为 1 时，表明变换器出了故障，变换器将停止工作。</p> <p>其故障和数位对于关系如下：</p> <p>W5[0] = 0，散热器温度正常；</p> <p>W5[0] = 1，散热器温度过高保护。</p> <p>W5[1] = 0，内部启动时序已完成；</p> <p>W5[1] = 1，内部计数定时器正在运行，程序启动时序尚未完成。</p> <p>W5[2] = 0，两侧电压极性正确；</p> <p>W5[2] = 1，某侧极性接反。</p> <p>W5[3] = 0，处于正常允许的模式；</p> <p>W5[3] = 1，处于测试模式。</p> <p>W5[4] = 0，允许 PWM 脉冲输出；</p> <p>W5[4] = 1，禁止 PWM 脉冲输出。</p> <p>W5[5] = 0，“电源侧 B”在正常范围内；</p> <p>W5[5] = 1，在反向充电限压控制使能位 W11[0] = 1 的条件下，“电源侧 B”电压超过其输出电压设置值。（见 5.1 节）</p> <p>W5[6] = 0，低压侧电压没过压；</p> <p>W5[6] = 1，低压侧电压高于过压保护设置值。</p> <p>W5[7] = 0，高压侧电压没过压；</p> <p>W5[7] = 1，高压侧电压高于过压保护设置值。</p> <p>W5[8] = 0，输入侧电压没欠压；</p> <p>W5[8] = 1，输入侧电压低于欠压保护设置值。</p> <p>W5[9] = 0，两侧电流在安全范围以内；</p> <p>W5[9] = 1，高低压侧某侧发生了过流保护。</p>

					<p>W5[10]= 0, 低压侧电压采样环路正常; W5[10]= 1, 低压侧电压采样环路故障, 禁止输出。 W5[11]= 0, 高压侧电压采样环路正常; W5[11]= 1, 高压侧电压采样环路故障, 禁止输出。 W5[12]= 0, 两侧电压均在额定电压以内; W5[12]= 1, 某侧电压到达危险电压。 W5[13]= 0, 变换器使能允许工作; W5[13]= 1, 变换器未使能不允许工作。 W5[14]= 0, 变换器已完成软启动; W5[14]= 1, 变换器未完成软启动。 W5[15]= 0, 作为从模块时, 均流信号通信正常; W5[15]= 1, 作为从模块时, 均流信号通信发生故障。</p>
W6	0006	电流状态寄存器	R		待定
W7	0007	电压状态寄存器	R		待定
W8	0008	特殊功能寄存器	W/R		<p>存放用户的特殊要求功能, 十六进制码。 W8[0] = 1, 临时关停 PWM 信号, 输出/输入不断开。 W8[1] = 1, 关停 PWM 信号, 并且断开输出/输入。 W8[2] = 1, 输出/输入连接, 即便在空闲模式下。</p>
W9	0009	风扇启动温度设置	W/R/C	0000H	<p>存放模块风扇启动的温度, 十六进制码。 设置范围: 0000 —— 005a (当模块温度超过 90℃时, 模块会自动关机保护, 故设置此数值大于 005a 没意义)。 数值与温度的对应关系: 0032 —— 50℃ 0050 —— 80℃ 若 W11 = 0000, 风扇的温控启动功能被取消, 风扇将一直运行。 通信读写精度 1℃。</p>
W10	000a	预留未用			
W11	000b	反充限压使能寄存器	W/R/C	0000H	<p>只有最低位 W11[0]有效, 其他数位保留。 W11[0] = 0 时, 稳压侧 (假定称为“稳压侧 A”) 的实时电压高于设定的输出电压而反向充电 (稳压侧 A 输入电流) 时, 不限制另一侧 (假定称为“电源侧 B”) 的输出电压。 W11[0] = 1 时, 稳压侧 A 反向充电 (稳压侧 A 输入电流) 时, 限制电源侧 B 的输出电压最高只可至电源侧 B 的输出电压设定值。 详见第 5.1 节的“反向充电使能控制”。</p>

W12	000c	低压侧 输出电压 设置	W/R/C	<p>A: 01e0H (48.0V)</p> <p>B: 0258H (60.0V)</p> <p>C: 0320H (80.0V)</p> <p>D: 05dcH (150.0V)</p> <p>E: 07d0H (200.0V)</p>	<p>存放低压侧的输出电压，十六进制码。</p> <p>在低压侧母线压控电流源模式下，此值为压控电流控制的参考电压。</p> <p>在低压侧窗口电压输出/输入模式下，此值为电流输入触发电压，当低压侧实时电压高于此值时，电流从外设流入变换器。</p> <p>在其他模式下，当电能由高压侧流向低压侧时，此设定电压用以限定输出电压不超过此值。</p> <p>设置范围：0000 —— 1388，</p> <p>数值与保护电压的对应关系： 01e0 —— 48.0V</p> <p>LED 面板调节最小步长为 0.1V（型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V（其他型号）</p> <p>通信调节最小步长为 0.1V。</p>
W13	000d	高压侧 输出电压 设置	W/R/C	<p>A: 044cH (110.0V)</p> <p>B: 05dcH (150.0V)</p> <p>C: 0898H (220.0V)</p> <p>D: 0bb8H (300.0V)</p> <p>E: 0fa0H (400.0V)</p>	<p>存放高压侧的输出电压，十六进制码。</p> <p>在高压侧母线压控电流源模式下，此值为压控电流控制的参考电压。</p> <p>在高压侧窗口电压输出/输入模式下，此值为电流输入触发电压，当高压侧实时电压高于此值时，电流从外设流入变换器。</p> <p>在其他模式下，当电能由低压侧流向高压侧时，此设定电压用以限定输出电压不超过此值。</p> <p>设置范围：0000 —— 1f40，</p> <p>数值与保护电压的对应关系： 044c —— 110.0V</p> <p>LED 面板调节最小步长为 0.1V（型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V（其他型号）。</p> <p>通信调节最小步长为 0.1V。</p>
W14	000e	低压侧 过压保护 电压设置	W/R/C	<p>A: 03c0H (96.0V)</p> <p>B: 04b0H (120.0V)</p> <p>C: 05dcH (150.0V)</p> <p>D: 07d0H (200.0V)</p> <p>E: 0dacH (350.0V)</p>	<p>存放低压侧的最高限压，十六进制码。</p> <p>在任何模式下，若低压侧电压高于此设置电压，模块将停止工作。</p> <p>设置范围：0000 —— 1388，</p> <p>数值与保护电压的对应关系： 0bb8 —— 300.0V 0dac —— 350.0V</p> <p>LED 面板调节最小步长为 0.1V（型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V（其他型号）。</p> <p>通信调节最小步长为 0.1V。</p>

W15	000f	高压侧 过压保护 电压设置	W/R/C	<p>A: 05dcH (150.0V)</p> <p>B: 07d0H (200.0V)</p> <p>C: 0af0H (280.0V)</p> <p>D: 0fa0H (400.0V)</p> <p>E: 1b58H (700.0V)</p>	<p>存放高压侧的最高限压，十六进制码。</p> <p>在任何模式下，若高压侧电压高于此设置电压，模块将停止工作。</p> <p>设置范围：0000 —— 1f40， 数值与最高限压的对应关系： 0fa0 —— 400.0V 1f40 —— 800.0V LED 面板调节最小步长为 0.1V（型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V（其他型号）。 通信调节最小步长为 0.1V。</p>
W16	0010	低压侧 欠压保护 电压设置	W/R/C	0000H	<p>存放低压侧的欠压保护电压，十六进制码。</p> <p>在低压侧窗口电压输出/输入模式下，此值为电流输出触发电压，当低压侧实时电压低于此值时，电流从变换器内部流出到外设。</p> <p>在其他各种模式下，当电能由低压侧流向高压侧时，若低压侧电压低于此设置电压，模块将停止工作。以限定低压侧电压需高于此值才允许模块进行变换。</p> <p>设置范围：0000 —— 0fa0， 数值与最高限压的对应关系： 05dc —— 150.0V 0fa0 —— 400.0V LED 面板调节最小步长为 0.1V（型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V（其他型号）。 通信调节最小步长为 0.1V。 若 W14 = 0000，欠压保护功能被取消。</p>
W17	0011	高压侧 欠压保护 电压设置	W/R/C	0000H	<p>存放高压侧的欠压保护电压，十六进制码。</p> <p>在高压侧窗口电压输出/输入模式下，此值为电流输出触发电压，当高压侧实时电压低于此值时，电流从变换器内部流出到外设。</p> <p>在其他各种模式下，当电能由高压侧流向低压侧时，若高压侧电压低于此设置电压，模块将停止工作。以限定高压侧电压需高于此值才允许模块进行变换。。</p> <p>设置范围：0000 —— 1b58， 数值与最高限压的对应关系： 0bb8 —— 300.0V 1b58 —— 700.0V LED 面板调节最小步长为</p>

					<p>0.1V （型号 DC30DC150P3KW）， 1.0V （其他型号）。 通信调节最小步长为 0.1V。 若 W17 = 0000，欠压保护功能被取消。</p>
W18	0012	低压侧 输出/输入 电流设置	W/R/C	<p>A: 01f4H (+5.00A)</p> <p>B: 01f4H (+5.00A)</p> <p>C: 01f4H (+5.00A)</p> <p>D: 012cH (+3.00A)</p> <p>E: 012cH (+3.00A)</p>	<p>存放低压侧设定的工作电流，数值可正可负，十六进制带符号补码。 定义电流方向从变换器低压侧流出到外设时电流方向为正，从外设流入变换器时电流方向为负。 在低压侧恒流输出/输入模式时，此数值为电流跟踪的目标值。 在低压侧恒压模式、低压侧窗口电压输出/输入模式、或者低压侧压控电流源模式下，限定低压侧输出/输入电流不超过此设置值。 当 W2[5] = 0 时，低压侧工作电流由 W18 所写数值决定，W18 可读写。设置范围为低压侧负的最大输入电流设置值（W25）到正的最大输出电流设置值（W27）之间，即： -W25 ~ +W27 。数值与电流的对应关系如下： W18 数值 — 电流 05dc — +15.00A； fa24 — -15.00A 。 当 W2[5] = 1 时，低压侧工作电流由外输入压控电压决定，W18 只读，W18 数值跟外输入压控电压相关。 W18 的数值跟外输入压控电压成比例关系，若其跨导为 2A/V， 则其对应关系： 压控电压 — W18 数值 — 电流 5V ——— 03e8 ——— +10.00A。 LED 面板调节或者通信调节的最小步长均为 0.1A。 ADC 采样分辨率为 12Bit。</p>
W19	0013	高压侧 输出/输入 电流设置	W/R/C	<p>A: 012c H (3.00A)</p> <p>B: 012c H (3.00A)</p> <p>C: 012c H (3.0A)</p> <p>D: 00c8H (2.00A)</p> <p>E: 00c8H</p>	<p>存放高压侧设定的工作电流，数值可正可负，十六进制带符号补码。 定义电流方向从变换器高压侧流出到外设时电流方向为正，从外设流入变换器时电流方向为负。 在高压侧恒流输出/输入模式时，此数值为电流跟踪的目标值。 在高压侧恒流输出/输入模式时，此数值为电流跟踪的目标值。 在高压侧恒压模式、高压侧窗口电压输出/输入模式、或者高压侧压控电流源模式下，限定高压侧输出/输入电流不超过此设置值。 当 W2[5] = 0 时，高压侧工作电流由 W19 所写数值决定，W19 可读写。设置范围为高压侧</p>

				(2.00A)	<p>负的最大输入电流设置值(W26)到正的最大输出电流设置值(W28)之间,即: -W26~+W28。数值与电流的对应关系如下:</p> <p>W19 数值 — 电流 0384 — +9.00A; Fc7c — -9.00A。</p> <p>当 W2[5] = 1 时, 低压侧工作电流由外输入压控电压决定, W19 只读, W19 数值跟外输入压控电压相关。</p> <p>W19 的数值跟外输入压控电压成比例关系, 若其跨导为 1A/V, 则其对应关系: 压控电压 — W19 数值 — 电流 5V ——— 01f4 ——— 5.00A。</p> <p>LED 面板调节或者通信调节的最小步长均为 0.1A。 ADC 采样分辨率为 12Bit。</p>
W20	0014	低压侧 实时电压	R		<p>存放低压侧的实时工作电压, 十六进制码。 数值与电压的对应关系: 数值 ——— 电压 0226 ——— 55.0V, LED 数码管显示精度 0.1V。</p>
W21	0015	高压侧 实时电压	R		<p>存放高压侧的实时工作电压, 十六进制码。 数值与电压的对应关系: 数值 ——— 电压 04b0 ——— 120.0V, LED 数码管显示精度 0.1V。</p>
W22	0016	低压侧 实时工作 电流	R		<p>存放低压侧的实时工作电流, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。 定义流出低压接线端子的电流方向为+, 数值与电压的对应关系: 数值 ——— 电流 03e8 ——— +10.00A, fc18 ——— -10.00A, LED 数码管显示精度只到 0.1A, 通信读取精度 0.01A。</p>
W23	0017	高压侧 实时工作 电流	R		<p>存放高压侧的实时工作电流, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。 定义流出高压接线端子的电流方向为+, 数值与电压的对应关系: 数值 ——— 电流 01f4 ——— +5.00A, fe0c ——— -5.00A, LED 数码管显示精度只到 0.1A, 通信读取精度 0.01A。</p>

W24	0018	散热器温度	R		存放模块散热器的实时温度，十六进制码。 数值与温度的对应关系： 00fa —— 25.0℃ 0320 —— 80.0℃ 通信读取精度 0.1℃。
W25	0019	低压侧最大输入电流设置	W/R/C	<p>A: 0fa0H (40.00A)</p> <p>B: 0fa0H (40.00A)</p> <p>C: 0da0H (35.00A)</p> <p>D: 0bb8 H (30.00A)</p> <p>E: 07d0H (20.00A)</p>	<p>存放低压侧设定的最大输入电流，十六进制无符号数。</p> <p>在低压侧恒功率输出/输入模式、低压侧 MPPT 输入模式、或者低压侧母线压控电流源模式下，并且电能从低压侧流向高压侧时，限定低压侧的输入电流不超过此值。</p> <p>在其他模式下，此寄存器 W25 的负值和寄存器 W27，也限定了 W18 数值的正负上下限，使得： $-W25 \leq W18 \leq +W27$。</p> <p>数值设置范围：0096 ~ 0fa0。</p> <p>数值与电流的对应关系： W25 数值 — 电流 06a4 — 17.00A； 通信调节的最小步长均为 0.01A。</p>
W26	001a	高压侧最大输入电流设置	W/R/C	<p>A: 0bb8H (30.00A)</p> <p>B: 0bb8H (30.00A)</p> <p>C: 09c4H (25.00A)</p> <p>D: 07d0H (20.00A)</p> <p>E: 07d0H (20.00A)</p>	<p>存放高压侧设定的最大输入电流，十六进制无符号数。</p> <p>在高压侧恒功率输出/输入模式、高压侧 MPPT 输入模式、或者高压侧母线压控电流源模式下，并且电能从高压侧流向低压侧时，限定高压侧的输入电流不超过此值。</p> <p>在其他模式下，此寄存器 W26 的负值和寄存器 W28，也限定了 W19 数值的正负上下限，使得： $-W26 \leq W19 \leq +W28$。</p> <p>数值设置范围：0096 ~ 0bb8。</p> <p>数值与电流的对应关系： W26 数值 — 电流 0258 — 6.00A。 通信调节的最小步长均为 0.01A。</p>
W27	001b	低压侧最大输出电流设置	W/R/C	<p>A: 0fa0H (40.00A)</p> <p>B: 0fa0H (40.00A)</p> <p>C: 0da0H (35.00A)</p> <p>D: 0bb8 H (30.00A)</p>	<p>存放低压侧设定的最大输出电流，十六进制无符号数。</p> <p>在低压侧恒功率输出/输入模式、或者低压侧母线压控电流源模式下，并且电能从高压侧流向低压侧时，限定低压侧的输出电流不超过此值。</p> <p>在其他模式下，寄存器 W25 的负值和此寄存器 W27，也限定了 W18 数值的正负上下限，使得： $-W25 \leq W18 \leq +W27$。</p> <p>数值设置范围：0096 ~ 0fa0。</p> <p>数值与电流的对应关系： W27 数值 — 电流</p>

				E: 07d0H (20.00A)	06a4 — 17.00A; 通信调节的最小步长均为 0.01A。
W28	001c	高压侧 最大输出 电流设置	W/R/C	A: 0bb8H (30.00A) B: 0bb8H (30.00A) C: 09c4H (25.00A) D: 07d0H (20.00A) E: 07d0H (20.00A)	存放高压侧设定的最大输出电流，十六进制无符号数。 在高压侧恒功率输出/输入模式、或者高压侧母线压控电流源模式下，并且电能从低压侧流向高压侧时，限定高压侧的输出电流不超过此值。 在其他模式下，寄存器 W26 的负值和此寄存器 W28，也限定了 W19 数值的正负上下限，使得： $-W26 \leq W19 \leq +W28$ 。 数值设置范围：0096 ~ 0bb8。 数值与电流的对应关系： W26 数值 — 电流 0258 — 6.00A。 通信调节的最小步长均为 0.1A。
W29	001d	低压侧 压控电 流导纳 增益 设置	W/R/C	0014H (2.0A/V)	存放低压侧的压控电流导纳，十六进制码。数值设置范围：0001~ 007f。 数值与导纳的对应关系： W29 数值 — 导纳 0014 — 2.0A/V。 通信调节的最小步长均为 0.1A/V。 在低压侧母线压控电流源模式下，模块电流自动双向流动，其电流方向及大小受到低压侧母线电压，设置电压，和导纳增益共同控制。 设低压侧所连接的母线实时电压为 V_{LV} ，DCDC 模块注入低压侧母线的电流方向为正，其电流大小由下式确定： $I_{L_{inj}} = W29 * (W12 - V_{LV})$ 。
W30	001e	高压侧 压控电 流导纳 增益 设置	W/R/C	000aH (1.0A/V)	存放低压侧的压控电流导纳，十六进制码。数值设置范围：0001~ 003f。 数值与导纳的对应关系： W30 数值 — 导纳 0000f — 1.5A/V。 通信调节的最小步长均为 0.1A/V 在高压侧母线压控电流源模式下，模块电流自动双向流动，其电流方向及大小受到高压侧母线电压，设置电压，和导纳增益共同控制。 设高压侧所连接的母线实时电压为 V_{HV} ，DCDC 模块注入高压侧母线的电流方向为正，其电流大小由下式确定：

					$I_{H_{inj}} = W30 * (W13 - V_{HV})$ 。
W31	001f	高低压侧 电压变比 设置	W/R/C	0014H (2.0)	存放高低压两侧的变比倍率，十六进制码。数值设置范围：0002~003f。 此寄存器仅在高低压侧电压恒比例模式时有意义。 数值与变比倍率的对应关系： W31 数值 — 变比倍率 0001e — 3.0。 通信调节的最小步长均为 0.1 倍。
W32	0020	累计 工作时间 (分钟部分)	W/R	0000H	存变换器累计工作时间的分钟部分，十六进制无符号整数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写，任意时间可读。 数值范围：0000 ~ 003b。 数值与分钟对应关系： 003b — 59 分钟。 通信读写精度 1 分钟。
W33	0021	累计 工作时间 (小时部分)	W/R	0000H	存变换器累计工作时间的分钟部分，十六进制无符号整数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写，任意时间可读。 数值范围：0000 ~ ffff。 数值与分钟对应关系： 03e8 — 1000 小时。 通信读写精度 1 小时。
W34	0022	低压侧 实时 输出功率	R		存放低压侧的实时输出功率，数值可正可负，十六进制带符号补码。 设电流从低压侧正极接线端子流出时功率为+， 数值范围：7fff~8000。 数值与功率的对应关系： 数值 —— 功率 012c —— +3.00 KW， fed4 —— - 3.00 KW， 通信读取精度 0.01 KWh。
W35	0023	高压侧 实时 输出功率	R		存放高压侧的实时输出功率，数值可正可负，十六进制带符号补码。 设电流从低压侧正极接线端子流出时功率为+， 数值范围：7fff~8000。 数值与功率的对应关系： 数值 —— 功率 00c8 —— +2.00 KW， ff38 —— - 2.00 KW， 通信读取精度 0.01 KW。
W36	0024	低压侧 输出/输入 功率设置	W/R	A: 0064H (+1.00KW) B: 0064H	存放低压侧设定的输出/输入功率，数值可正可负，十六进制带符号补码。 此寄存器仅在低压侧恒功率模式下起作用。 设电流从低压侧正极接线端子流出时功率为+，

				<p>(+1.00KW)</p> <p>C: 0064H (+1.00KW)</p> <p>D: 00c8H (+2.00KW)</p> <p>E: 00c8H (+2.00KW)</p>	<p>数值范围: fe0c ~ 01f4。</p> <p>数值与功率的对应关系:</p> <p>数值 —— 功率</p> <p>0064 —— +1.00 KW,</p> <p>ff9c —— - 1.00 KW,</p> <p>通信读写精度 0.01 KW。</p>
W37	0025	高压侧 输出/输入 功率设置	W/R	<p>A: 0064H (+1.00KW)</p> <p>B: 0064H (+1.00KW)</p> <p>C: 0064H (+1.00KW)</p> <p>D: 00c8H (+2.00KW)</p> <p>E: 00c8H (+2.00KW)</p>	<p>在恒功率模式下,</p> <p>存放高压侧设定的输出功率, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。</p> <p>设电流从高压侧正极接线端子流出时功率为+, 数值范围: 7fff ~ 8000。</p> <p>数值与功率的对应关系:</p> <p>数值 —— 功率</p> <p>0096 —— +1.50 KW,</p> <p>ff6a —— - 1.50 KW,</p> <p>通信读写精度 0.01 KW。</p>
W38	0026	低压侧 累计 输出电能 低字	W/R		<p>存放低压侧累计输出电能, 双字共 32 位, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。</p> <p>在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。</p> <p>设电流从低压侧正极接线端子流出时功率为+, 数值范围: 7fff_ffff ~ 8000_0000。</p>
W39	0027	低压侧 累计 输出电能 高字	W/R		<p>数值 —— 电能</p> <p>000007d0 —— +200.0 KWh,</p> <p>ffffff830 —— - 200.0 KWh。</p>
W40	0028	高压侧 累计 输出电能 低字	R		<p>存放高压侧累计输出电能, 双字共 32 位, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。</p> <p>在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。</p> <p>设电流从高压侧正极接线端子流出时功率为+, 数值范围: 7fff_ffff ~ 8000_0000。</p>
W41	0029	高压侧累 计输出电 能 高字	R		<p>数值 —— 电能</p> <p>00009c40 —— +4000.0 KWh,</p> <p>ffff63c0 —— - 4000.0 KWh。</p>
W42	002a	版本号低 字	W/R	<p>A:0315yymm</p> <p>B: 0425yymm</p> <p>C: 0630yymm</p>	<p>存放变换器的版本信息, 双字共 32 位, 十六进制无符号数。</p> <p>在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。</p>

W42	002a	版本号低字	W/R	D:1050yymm E:1580yymm (yymm 表示出厂年月)	数值范围: 00000000 ~ ffffffff。
W44	002c	保留			
W45	002d	保留			
W46	002e	保留			
W47	002f	保留			
W48	0030	低压侧电压校正 —— 零点偏差数值 C	W/R	0000H	电压校正公式为: $Y = B * X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放低压侧电压校正参数的零点偏差数值 C, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围: 3fff ~ c001 (+16383 ~ -16383)。 数值与零点偏差的对应关系为 数值——零点偏差 03e8 —— +1.000V Ff83 —— -2.000V 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W49	0031	低压侧电压校正 —— 一次项系数 B	W/R	2710H (1.0000)	电压校正公式为: $Y = B * X + C$ 。 此寄存器存放低压侧电压校正参数的一次项系数 B, 数值为十六进制无符号数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围是 1f40 ~ 2ee0 (+8000 ~ +12000)。 数值与一次系数 B 的对应关系为 数值——一次系数 B 1f40 —— 0.8000 2710 —— 1.0000 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W50	0032	保留			
W51	0033	保留			
W52	0034	高压侧电压校正 —— 零点偏差数值 C	W/R	0000H	电压校正公式为: $Y = B * X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放高压侧电压校正参数的零点偏差数值 C, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围: 3fff ~ c001 (+16383 ~ -16383)。 数值与零点偏差的对应关系为 数值——零点偏差 05dc —— +1.500V f63c —— -2.500V 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意

					时间可读。
W53	0035	高压侧电压校正 —— 一次项系数 B	W/R	2710H (1.0000)	电压校正公式为: $Y = B \cdot X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放高压侧电压校正参数的一次项系数 B, 数值为十六进制无符号数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围是 1f40 ~ 2ee0 (+8000 ~ +12000)。 数值与一次系数 B 的对应关系为 数值—— 一次系数 B 26de —— 0.9950 2904 —— 1.0500 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W54	0036	保留			
W55	0037	保留			
W56	0038	低压侧电流校正 —— 零点偏差数值 C	W/R	0000H	电流校正公式为: $Y = B \cdot X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放低压侧电流校正参数的零点偏差数值 C, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围为: 3fff ~ c001 (+16383 ~ -16383)。 数值与零点偏差的对应关系为 数值—— 零点偏差 0320 —— +0.800A fda8 —— -0.600A 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W57	0039	低压侧电流校正 —— 一次项系数 B	W/R	2710H (1.0000)	电流校正公式为: $Y = B \cdot X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放低压侧电流校正参数的一次项系数 B, 数值为十六进制无符号数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围是 1f40 ~ 2ee0 (+8000 ~ +12000)。 数值与一次系数 B 的对应关系为 数值—— 一次系数 B 2328 —— 0.9000 2af8 —— 1.1000 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W58	003a				
W59	003b	保留			
W60	003c	高压侧电流校正 ——	W/R	0000H	电流校正公式为: $Y = B \cdot X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放高压侧电流校正参数的零点偏差数值

		零点偏差 数值 C			C, 数值可正可负, 十六进制带符号补码。在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围: 3fff ~ c001 (+16383 ~ -16383)。 数值与零点偏差的对应关系为 数值——零点偏差 0708 —— +1.800A fc7c —— - 0.900A 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W61	003d	高压侧电 流校正 —— 一次项 系数 B	W/R	02710H (1.0000)	电流校正公式为: $Y = B * X + C$, 其中 X 为原始采样数值, Y 为校正后数值。 此寄存器存放高压侧电流校正参数的一次项系数 B, 数值为十六进制无符号数。 在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。 取值范围是 1f40 ~ 2ee0 (+8000 ~ +12000)。 数值与一次系数 B 的对应关系为 数值——一次系数 B 251c —— 0.9500 2cec —— 1.1500 此寄存器在输入正确密码后的 5 分钟内可写, 任意时间可读。
W62	003e	保留			
W63	003f	保留			
W64	0040	累计工作 小时数	R	0000 H	存放离厂后的累计工作小时数, 十六进制无符号数, 数值范围: 0000~ffff。 数值与累计工作小时数的对应关系为 数值 —— 小时 0064 —— 100 07d0 —— 2000。
W65	0041	保留			
W66	0042	保留			
W67	0043	保留			
W68	0044	操作密码 低字	W	12345678 H	存放写入的操作密码, 双字共 32 位, 十六进制无符号数。 对于某些重要或者极少改动的寄存器, 需要输入正确的密码之后的 5 分钟内, 才允许对其进行写入操作。 此操作密码寄存器本身, 也是在第一次输入正确密码后的 5 分钟内, 再 2 次写入新的相同数值才可修改。 操作密码只可写不可读, 若进行读操作, 将返回无意义的数值 00000000。 因此此密码重设之后, 应妥善保管好。 数值范围: 00000000 ~ ffffffff。
W69	0045	操作密码 高字	W		

深圳市清驰科技有限公司

<http://www.qingchi.com>

E-mail: kirby@qingchi.com

Tel: 0755-25336126

W70	0046	确认操作 密码低字	W		存放第二次写入操作密码，双字共 32 位，十六进制无符号数。用于修改密码时第二次写入确认，若在写入 W69，W68 正确数值的 5 分钟内，再次写入 W70，W69，并且数值 {W70，W69} = {W69，W68}，则 W69，W68 被成功改写。 操作密码只可写不可读，若进行读操作，将返回无意义的数值 00000000。 数值范围：00000000 ~ ffffffff。
W71	0047	确认操作 密码高字	W		
W72 ~ W124	0048 ~ 007c	保留			
W125	007d	测试寄存 器 1	R		程序员调试时用于观测内部数值所用，用户不必理会。
W126	007e	测试寄存 器 2	R		程序员调试时用于观测内部数值所用，用户不必理会。
W127 以上	007f 以上	不再定义			

深圳市清驰科技有限公司

地址：深圳市宝安区西乡航城大道华创达科技园 E 栋西区二楼 C 座

网址： <http://www.qingchi.com>

E-mail: kirby@qingchi.com

联系电话： 0755-25336126 或 13923438880

FAX: 0755-25334036