产品特点：

- ✓ 单相 85~264VAC 电压输入、390VDC 输出
- ✓ 功率因素校正模块，标准的全砖尺寸
- ✓ 多台并联，均流度为平均电流 5%
- ✓ 高效率，典型效率达 97%
- ✓ 功率密度：18.4W/cm3
- ✓ 功率因素：0.99 @230V/50Hz/1800W

EPFC-1PDW-1K8-390-FP/M

产品规格书

PRODUCT SPECIFICATION

制造安全产品　驱动绿色世界 Power a Safe and Green world

Excellent 卓越　Creative 创造　United 协作

合肥华耀电子工业有限公司

ECU ELECTRONICS INDUSTRIAL CO.,LTD.

电话 TEL 4006659997/0551-62731110
传真 FAX+86-551-65324417 转 0
安徽省合肥市蜀山区淠河路 88 号 No.88 Pihe road P.O BOX 9023-20,Hefei China
http://www.ecu.com.cn
http://www.ecupowersupply.com
sales@ecu.com.cn

基本特性

- 输入电压:85~264Vac（单相）
- 输入电压频率范围：47~800Hz（自适应）
- 输出电压：390V
- 输出功率：
  - 1800W@230Vac；
  - 1000W@115Vac；
- 转换效率：97%（@1600W，230Vac）
- 极低的输入浪涌电流
- 功率密度：18.4W/cm^3
- 功率因素：0.99 @230V/50Hz/1800W
- 谐波含量：满足EN61000-3-2
- 紧凑的全砖尺寸
  - 63mm x 119mm x 13mm
- 多台并联，均流度为平均电流5%
- 同步启机
- 通讯接口：I^2C
- 隔离的辅助电源：9V
- 过温保护
- 输出过压、过流保护
- 输入过压、欠压保护
- 满足军规标准：
  - GJB 181B
  - GJB 151B
  - GJB 150B

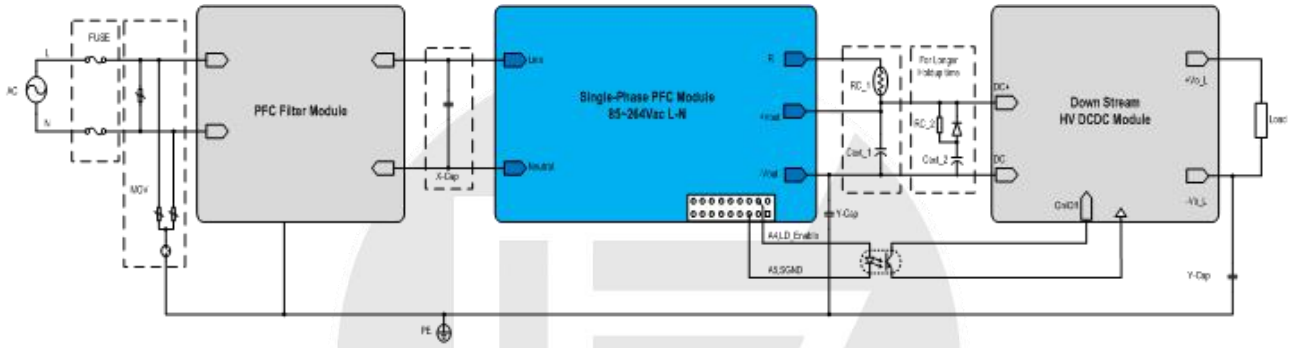
应用

- 航空电子设备
- 地面测试系统
- 地面模拟设备

概述

EPFC-1PDW-1K8 是单相 85~264VAC 电压输入、DC 输出功率因素校正模块，标准的全砖尺寸，基板温度 100℃的情况下输出功率高达 1800W，具有极高的功率密度。具备良好的软启动功能和防浪涌电路。

**********典型应用电路**********

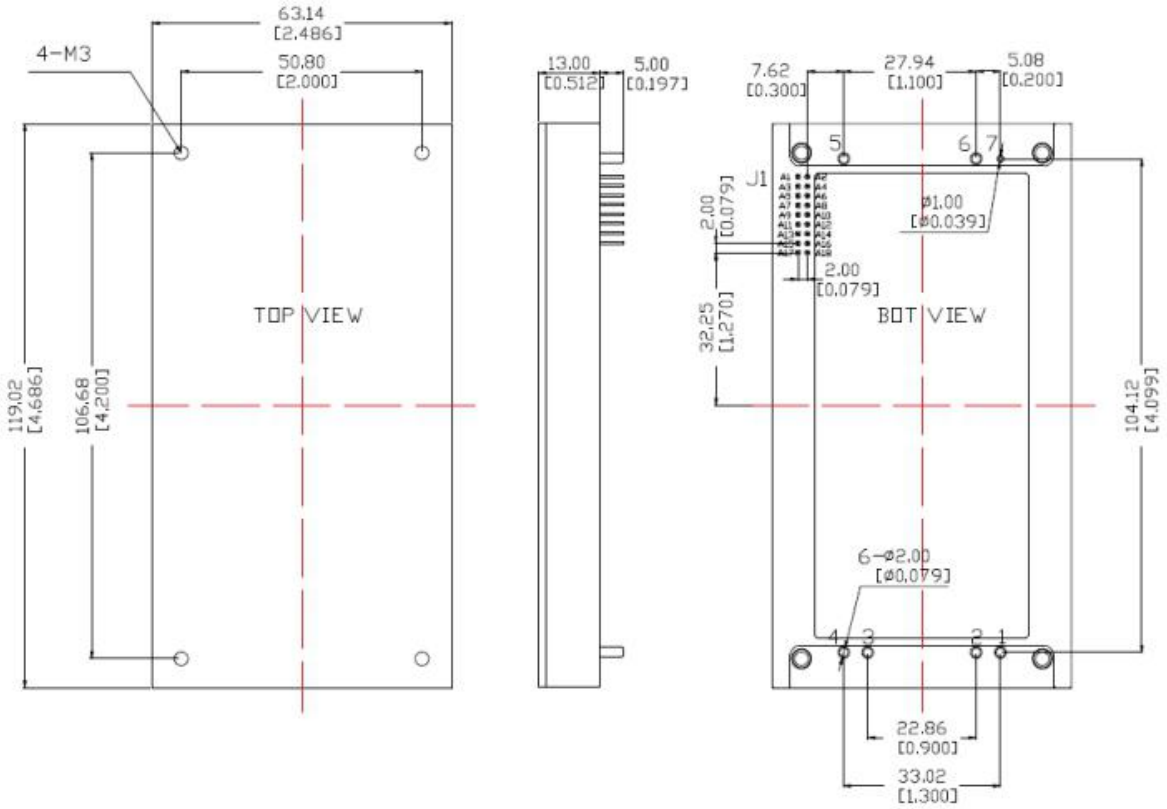


性能规格(环境温度为 25℃)

型号	输入范围 (Vrms,L-N)	输出功率(W)	V_{OUT}		
			设定点(V)	调整率(V)	效率(%)
EPFC-1PDW-1K8-390-FP/m	200~240	1800	390	±2%	97
	100~120	1000			95

机构外形

单位: 毫米[英寸]
精度: x.x ±0.5mm[0.02in],x.xx ±0.25mm[0.01in]，除非特别注明



引脚定义

功率引脚		
1	**L1**	交流输入 Line1
2	**L1**	交流输入 Line1
3	**L2**	交流输入 Line2
4	**L2**	交流输入 Line2
5	**Vout-**	直流输出 390Vdc-
6	**Vout+**	直流输出 390Vdc+
7	**R**	外接抑制冲击电流功率电阻或 PTC 电阻引脚

信号引脚		
A1	**RSV**	保留，悬空
A2	**RSV**	保留，悬空
A3	**On/Off**	开关使能引脚，悬空或为高电平（2~3.3V）时模块开机
A4	**LD_Enable**	负载使能控制（LD_Enable）内部为开集电极电路，与下游直流模块的使能端相连，输出高电平（内部通过 10K 电阻接 12V）时允许下游高压模块启机
A5	**SGND**	控制信号接地
A6	**RSV**	保留，悬空
A7	**Addr**	I^2C 通讯，地址位设定外接电阻引脚。
A8	**RSV**	保留，悬空
A9	**Start_sync**	同步启机，并联时相互连接
A10	**AUX-**	隔离 7~11V,50mA 输出负
A11	**I_share**	均流总线，并联时相互连接
A12	**AUX+**	隔离 7~11V,50mA 输出正
A13	**+3.3V**	模块内部 DSP 供电+3.3V，仅可用作外部通讯地址位设定
A14	**RSV**	保留，悬空
A15	**RSV**	保留，悬空
A16	**RSV**	保留，悬空
A17	**SCL**	I^2C 通讯，时钟引脚
A18	**SDA**	I^2C 通讯，数据引脚

订货信息

EPFC-1PDW-1K8-390-FP/m

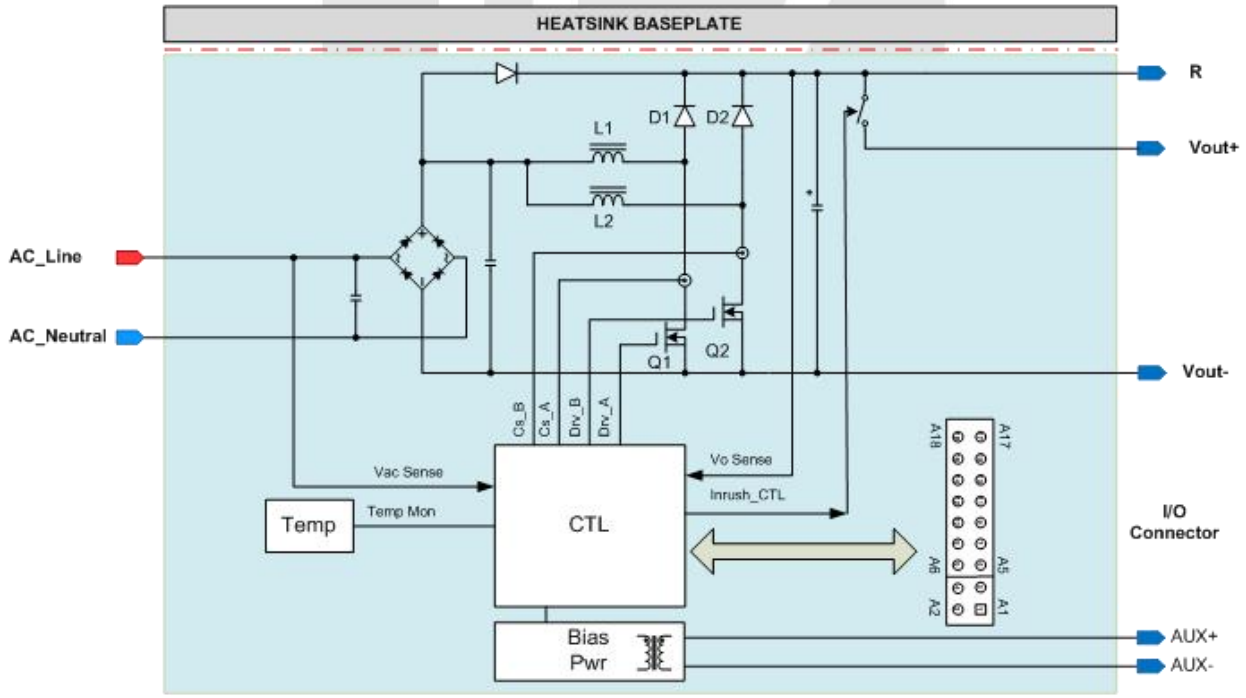
- **ECU PFC Series**
- **1P**：单相输入
- **B**：176~264Vrms
- **D**：85~264Vrms
- **N**：47~63Hz
- **W**：47~800Hz
- **1K8**：1800W 输出功率
- **390**：390V 输出电压
- **F**：全砖尺寸
- **P**:可并联
- **X**：不并联
- **i**：工业档
- **S**：军档
- **M**：增强型军档

绝对最大值

以下是模块可以承受的最大应力，将模块工作在超出最大应力指标条件下会对模块造成永久损伤；将模块置于这些条件下，可能会损害模块的长期可靠性；将模块工作在最大应力指标范围以下但推荐工作条件范围以外，模块不能工作或可以工作但部分指标不能满足规格书要求。

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
输入电压（L1 to L2）	—	0	300	$V_{ac\ L\text{-}N}$
输出电压（R, Vout+ to Vout-）	—	-0.5	450	V_{dc}
辅助源 (A10 to A12)		-0.5	15	V_{dc}
控制信号 (A1~A4,A6~A9,A11,A3~A18 to A5)		-0.5	3.6	V_{dc}
基板工作温度	T_{base}	-55	100	℃
存储温度	T_{stg}	-65	135	℃
功率引脚与基板之间	—	—	2121	V_{dc}

内部原理框图



电气特性 (环境温度为 25℃)

除非特别注明，规格参数适用于全输入电压、阻性负载和温度条件

参数		符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	工作电压	V_{IN}	85	115/230	264	$V_{ac, L-N}$
	启动电压	Vac_Start	80	90	100	$V_{ac, L-N}$
	欠压保护	Vac_UVP		75		$V_{ac, L-N}$
	可承受的1S瞬态值	Vac_Surge			300	$V_{ac, L-N}$
	输入过压保护值	Vac_OVP		295		$V_{ac, L-N}$
最大输入电流		$I_{IN,max}$			11	A_{dc}
工作电压输入频率		F_{req}	47		800	Hz
功率因素（50Hz, 1800W,230Vac）		PF		0.99		
功率因素（400Hz, 1800W,230Vac）		PF		0.99		
功率损耗（400Hz）	无负载			6		W
	待机			4		W
浪涌电流（外接50Ω启动 电阻）					15	A
开关频率		f_{sw}	—	130	—	KHz
基板最高温度					100	℃
过温保护（关键器件）	关机			125		℃
	恢复			110		℃
输出电压设置值		$V_{O, set}$		390		V_{dc}
输出功率	200~264Vac	Pout		1800		W
	85~200Vac		详见降额曲线			W
额定输出条件下的输出纹波 （额定输入、输出负载从最小到最大，输出电容1000uF） 有效值（带宽5Hz~20MHz） 峰峰值 （带宽5Hz~20MHz，$V_{pk-pk} = \frac{P_{out}}{2\pi \cdot f_{ac} \cdot C_{ext} \cdot V_{out}}$）				6 17		V_{rms} V_{pk-pk}
外部电容推荐值 （如果需要更大的掉电维持电容，请采用电阻和二极管并联电路构成慢充快放回路，否则启动时可能触发过流保护）		C_{ext}	500	—	2000	μF
输入开机延时（交流输入到LD_Enable使能）				2		S
输出启动过冲				3		%
输出过压保护值				450		V
输出欠压保护值				350		V
效率	50Hz，1800W，230Vac			97		%
	400Hz，1800W，230Vac			97		
	50Hz，1000W，115Vac			95		
	400Hz，1000W，115Vac			95		
辅助电源（最大负载电流50mA）		AUX	7	9	11	V

注意：模块内没有安装保险丝，使用时在输入线上加装保险丝。

此模块可以使用在各种应用中，包括单机应用，或者集成在一个复杂系统的电源架构中。为了保持最大的应用灵活性，模块内部没有安装保险丝。为了保证最大的安全性和系统得到有效保护，请在输入线上加装保险丝。安规机构会要求使用延

时型或者快熔型 15A 规格的保险丝，根据本手册所提供的浪涌能量和最大电流信息，可以使用同样类型但是规格更低的保险丝。更多信息参考保险丝供应商数据手册。

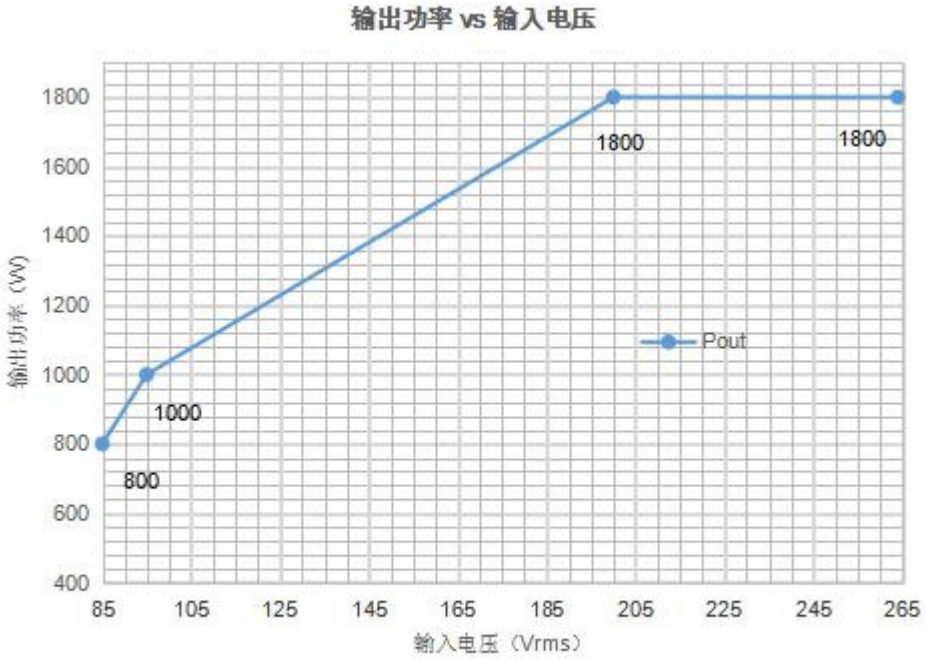
绝缘规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
引脚1~5和基板之间的绝缘电压（基本绝缘）				2121	V
绝缘电阻	R_{iso}	10	—	—	MΩ

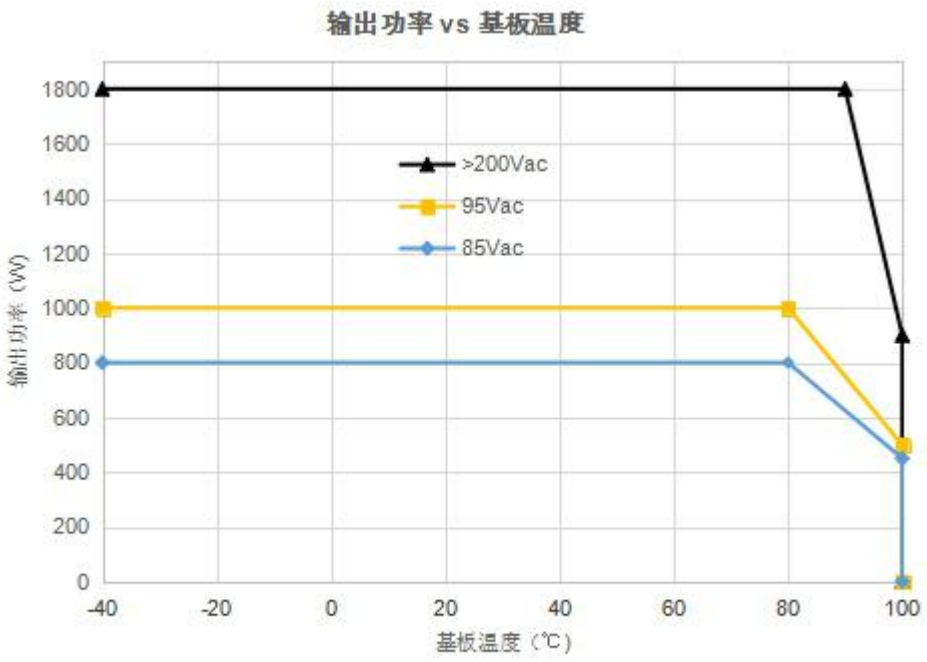
通用规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
根据MIL-HDBK-217F计算所得的可靠性数据	MTBF	TBD			Hours
重量			300		g

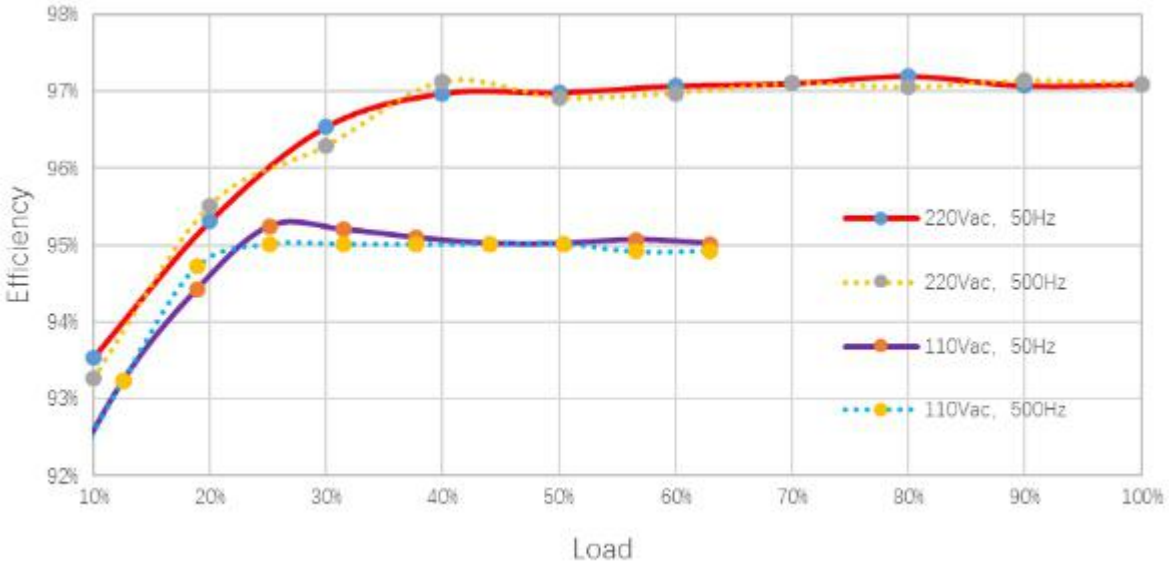
输出功率 vs 输入电压：



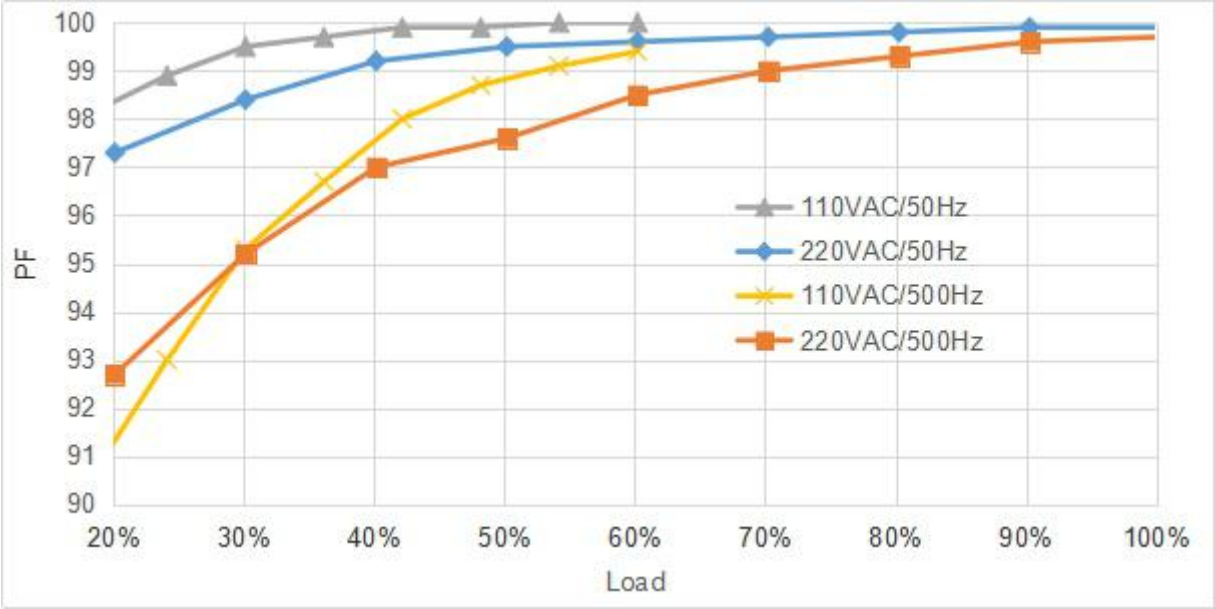
输出功率 vs 基板温度



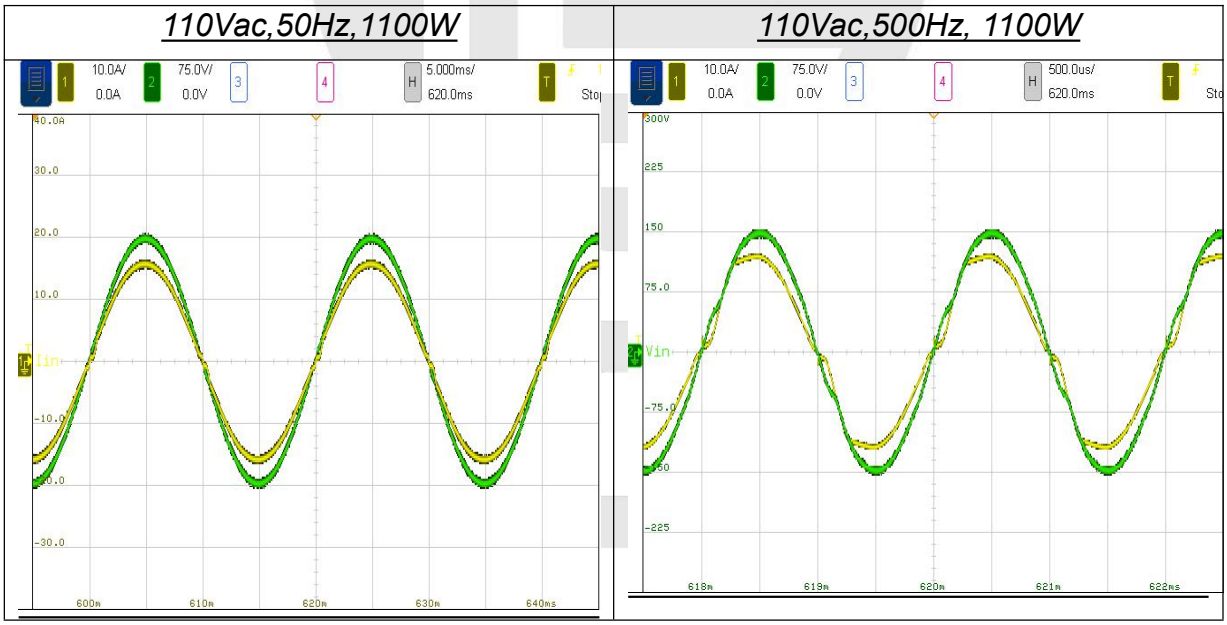
效率 vs 负载 @ 110Vac/220Vac, 50Hz/500Hz：



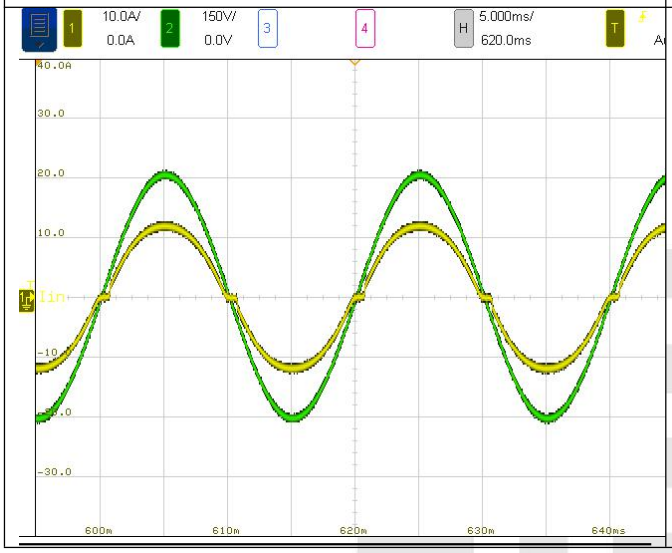
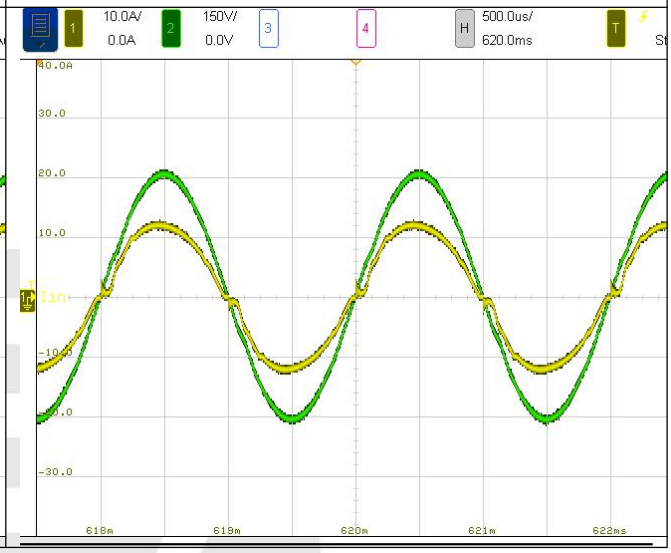
功率因数 vs 负载 @ 110Vac/220Vac：



输入电流波形 @ 110Vac, 50Hz/500Hz：

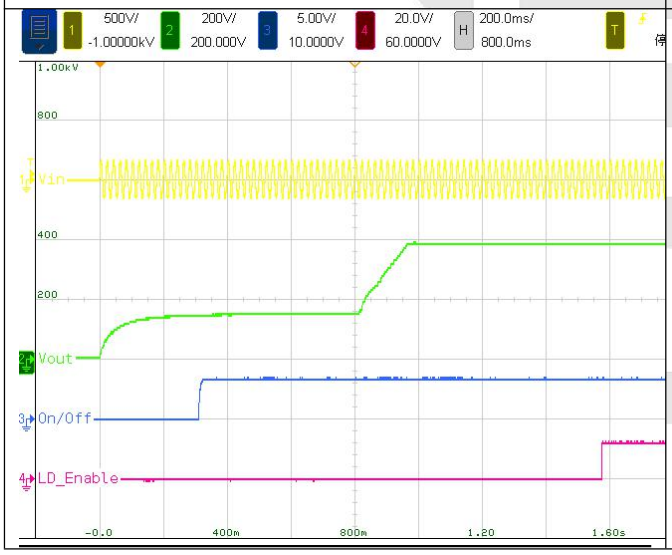
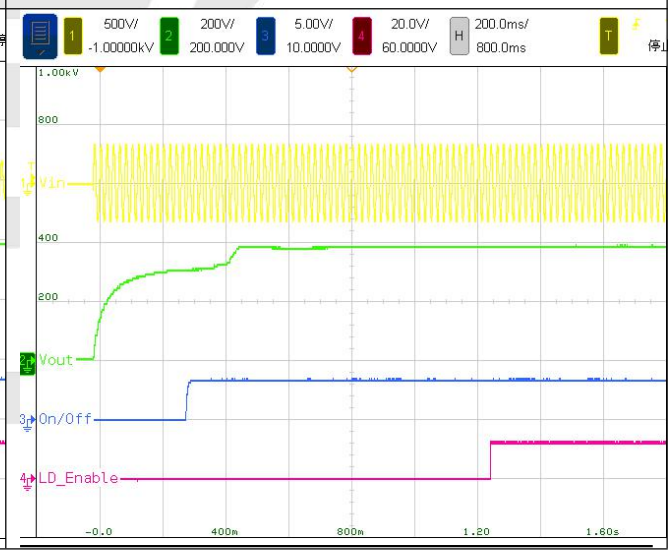


输入电流波形 @ 220Vac, 50Hz/500Hz：

220Vac,50Hz, 1800W	*220Vac,500Hz, 1800W*
	

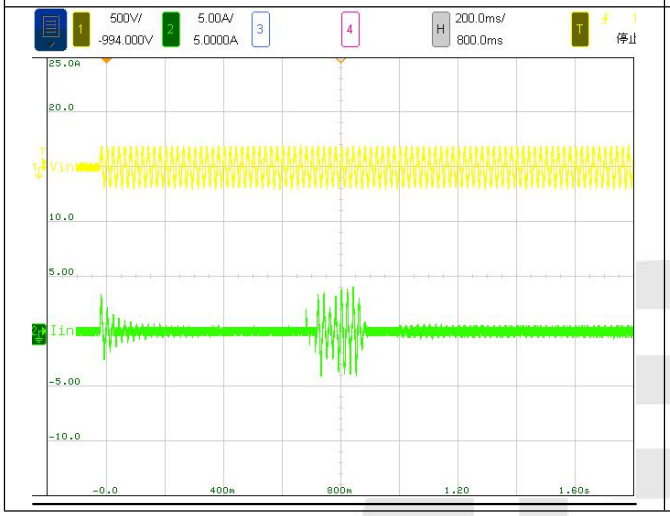
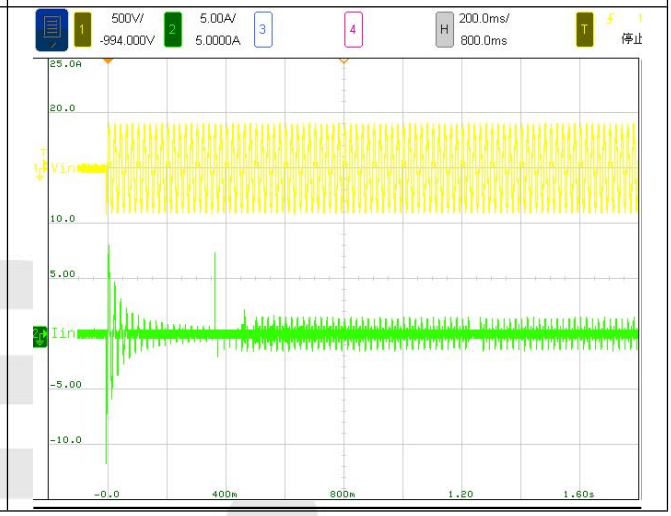
启机时序波形 @ 110Vac/220Vac：

Ch1: Vin; Ch2: Vout; Ch3: On/Off; Ch4: LD_Enable；

110Vac start up	*220Vac start up*
	

输入冲击电流波形 @ 110vac/264vac：

Ch1: Vin; Ch2: Iin;

110Vac start up	*264Vac start up*
	

模块应用说明

基本功能描述

EPFC-1PDW-1K8 是一款单相交流输入功率因数校正模块，一个典型的电源应用，包括一个单相交流滤波模块、一个单相功率因数校正模块、储能电容和一个或多个下游高压直流模块。

EPFC-1PDW-1K8 通过非隔离、高效率、高频 Boost 电路对输入电流波形进行整形，使输入功率因数达到 0.99，谐波含量满足 EN61000-3-2。

EPFC-1PDW-1K8包括多个输入和输出功率及控制信号端， 包括交流输入功率端（L1、L2）、高压直流输出功率端（Vout+、Vout-）、储能电容预充电端（R）、程序烧录（RST_Pro、CLK_Pro、3.3V_Pro、Data_Pro）、输出均流（I_share）、 9V辅助电源（AUX+、AUX-）、同步启机（Start_sync、CLK_In）、 模块使能（ON/OFF）、负载使能控制（LD_Enable）、I^2C通讯（SCL、SDA）等。

单相交流滤波模块与压敏电阻、气体放电管、X电容、Y电容一起构成电磁兼容防护功能。输入保险丝须满足安规需求。储能电容提供输出保持时间内的能量，外接热敏或功率电阻用来限制输入加电时的冲击电流。

EPFC-1PDW-1K8模块内部包含浪涌电流抑制开关电路，在输入加电时，模块通过R端和外接热敏或功率电阻对输出电容充电，从而限制了输入浪涌电流。当储能电容预充电完成后模块内部输入浪涌电流抑制开关闭合，模块启机工作。 同时当出现输出短路，输入过压，输入欠压和模块过温时，输入浪涌电流抑制开关打开起到保护功能。

负载使能控制（LD_Enable）内部为开集电极电路。所有下游高压直流模块的使能端通过

负载使能控制信号（LD_Enable）控制。当模块使能（ON/OFF）为高电平（2~3.3V）且预充电完成，负载使能控制（LD_Enable）输出高电平使能下游高压模块。

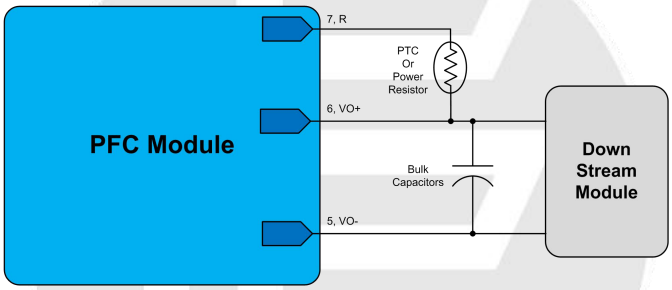
启动和防浪涌

输入加电时，电流通过外接热敏电阻对输出储能电容进行充电。输入冲击电流峰值=Vin pk/R。

正温度系数热敏电阻推荐：TDK，B597系列PTC；或类似厂家及型号；

<600uF输出电容，可以选择1颗TDK，B59751C0120A070，φ13mm，280Vac，50Ω；

<1200uF输出电容，可以选择并联2颗TDK，B59753C0120A070，φ13mm，280Vac，120Ω；



Calculation of the number of required PTC elements

Number of required PTC elements (connected in parallel) as function of capacitance and charging voltage of smoothing or DC link capacitor:

$$N \geq \frac{K \cdot C \cdot V^2}{2 \cdot C_{th} \cdot (T_{ref} - T_{A,max})}$$

K	K factor K = 1 for DC source K = 0.96 for 3-phase bridge rectifier K = 0.76 for single phase bridge rectifier
N	Number of required PTC thermistors connected in parallel
C	Capacitance of smoothing or DC link capacitor in F
V	Charging voltage of capacitor in V
C_{th}	Heat capacity in J/K
T_{ref}	Reference temperature of PTC in °C
$T_{A,max}$	Expected maximum ambient temperature in °C

输出电容选择

输出电压纹波峰峰值与输出功率成正比，与输入频率和输出电容成反比。计算公式如下。
50Hz，1600W，500uF时约为26V； 1000uF时约为13V。

$$V_{pk_pk}=\frac{P_{out}}{2\pi\cdot f_{line}\cdot C_{out}\cdot V_{out}}$$

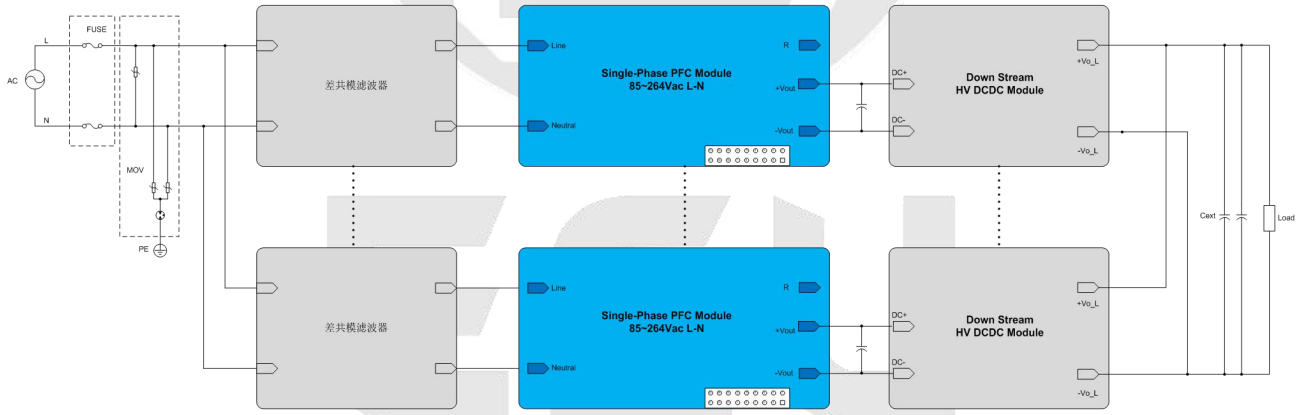
输出电解电容纹波电流的有效值。计算公式如下。
1600W时纹波电流有效值为2.9A。

$$I_{Cout_rms}=\frac{P_{out}}{\sqrt{2}\cdot V_{out}}$$

电解电容推荐：七专级或普军级-55~105℃，450V电容。且多个并联以满足纹波电流要求。

并联使用推荐电路

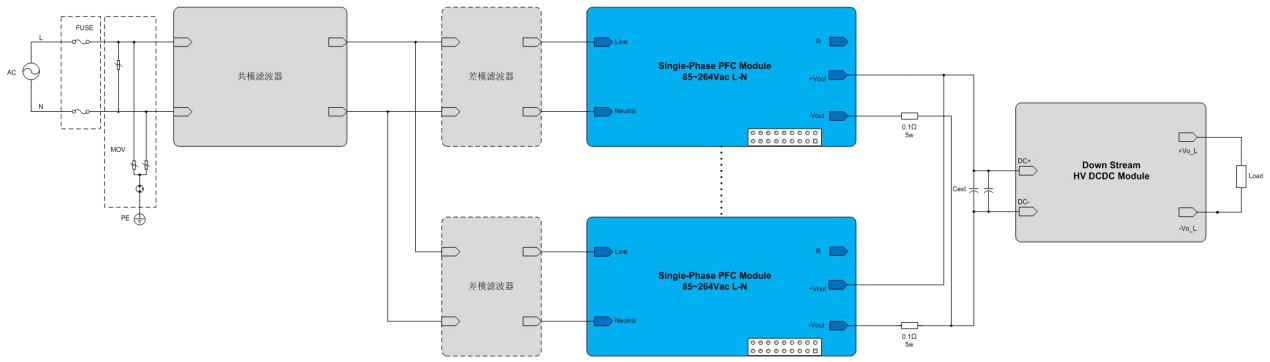
PFC模块分别接下游隔离模块并联使用时，负载可在下游隔离模块输出端直接并联使用，每个PFC模块输入端可加独立差共模滤波器。推荐电路如下：



PFC模块直接并联使用时，为了避免输入电流不均衡导致输入共模电感饱和，建议分离差模滤波电路和共模滤波电路，即：在模块输入端加独立差模滤波器，在交流总线输入端共用一组共模滤波器。

同时为了平衡输出负端负载电流，须要在每个模块Vout-和负载之间串联0.1Ω，5W左右电阻。

推荐电路如下：

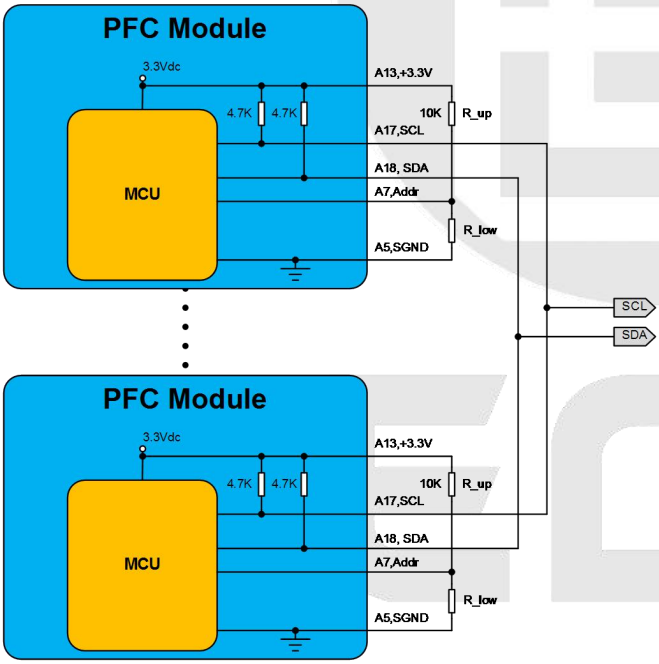


I2C通讯（A13：+3.3V； A17：SCL； A18：SDA；A7：Addr；）

EPFC-1PDW-1K8 模块支持标准 I^2C 通讯协议，通过 I^2C 可读输入电压，输入频率，输出电压，输出电流以及温度等。

I^2C 通讯速度：支持 100KHz 和 400KHz。模块默认的是 100KHz 的速率。

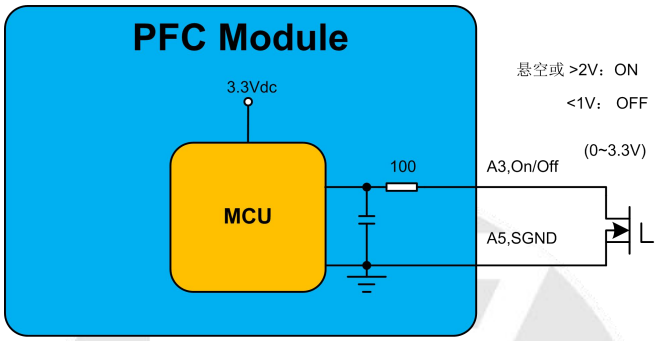
I^2C 通讯地址：支持 8 个模块并联通讯。模块地址通过外部电阻确定。单模块或不使用 I^2C 通讯时，A7 脚可悬空。



地址位	设计电压	差值	外接电阻 R_up	外接电阻 R_low
0X61	0.00V		10KΩ	0.00KΩ
0X62	0.48V	0.48V		1.69KΩ
0X63	0.95V	0.47V		4.02KΩ
0X64	1.42V	0.47V		7.50KΩ
0X65	1.88V	0.47V		13.30KΩ
0X66	2.35V	0.47V		24.90KΩ
0X67	2.83V	0.48V		60.40KΩ
0X68	3.27V	0.44V		1000.00KΩ

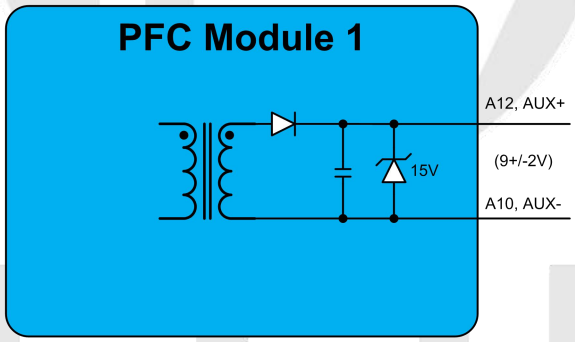
模块使能（A3，ON/OFF）

模块实时监测模块使能脚（ON/OFF）电压，当ON/OFF脚悬空或为高电平（2~3.3V）时，模块按启机流程启机；当ON/OFF脚电压为低电平时（<1V），模块关机处于预充电模式，不可带载。



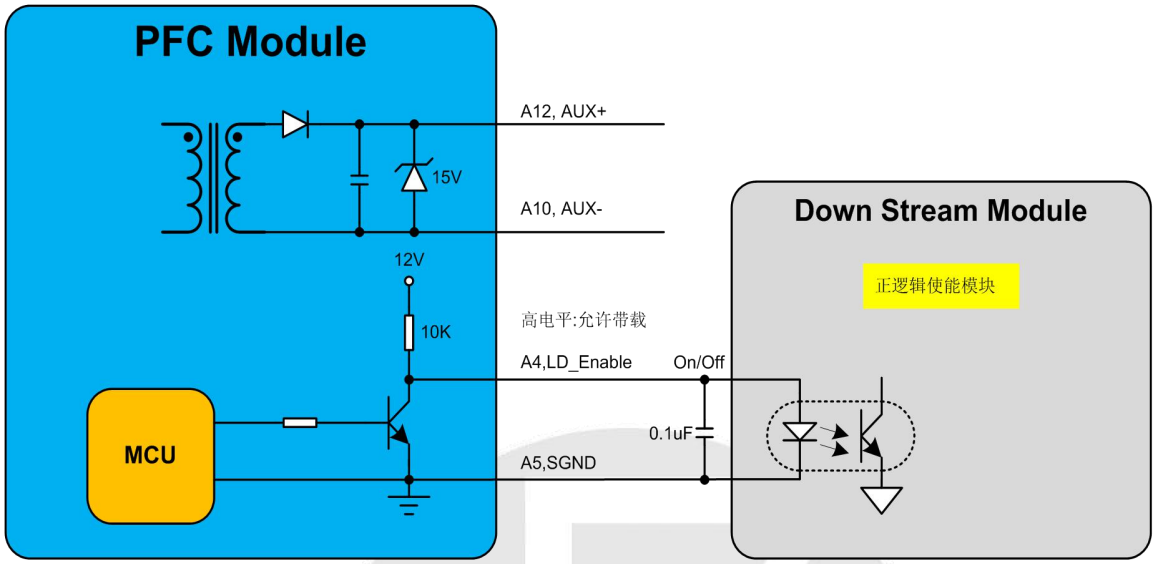
9V 辅助电源（A10，AUX-、A12，AUX+）

EPFC-1PDW-1K8 模块额外提供 9V 隔离辅助源输出用于控制电路。输出电压范围 7~11Vdc，输出电流最大 50mA。

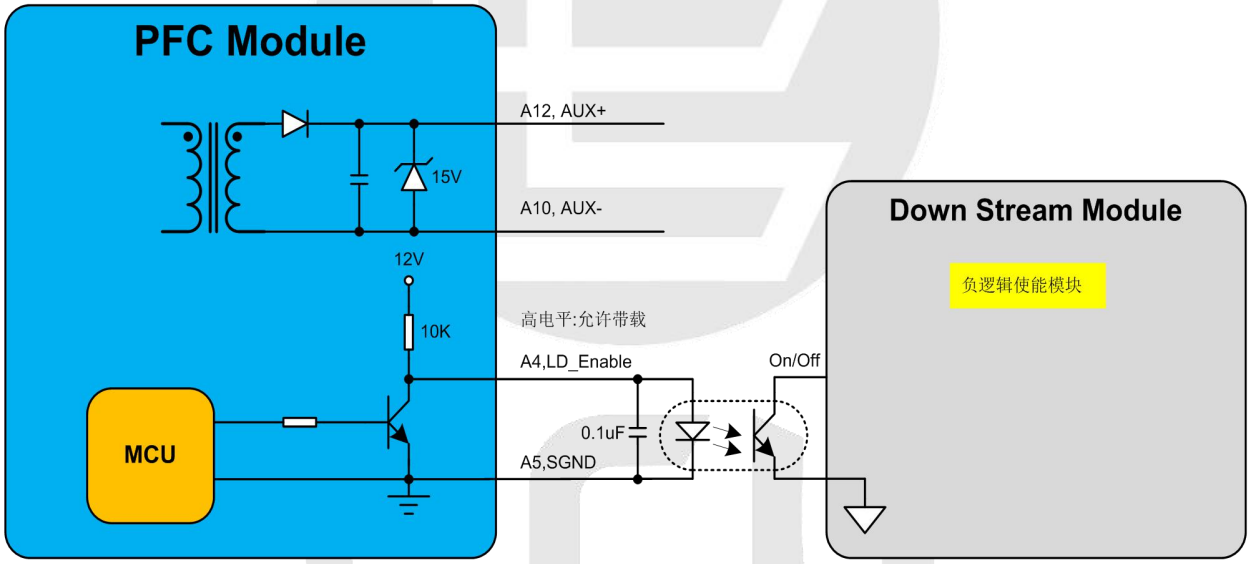


负载使能控制（A4，LD_Enable）

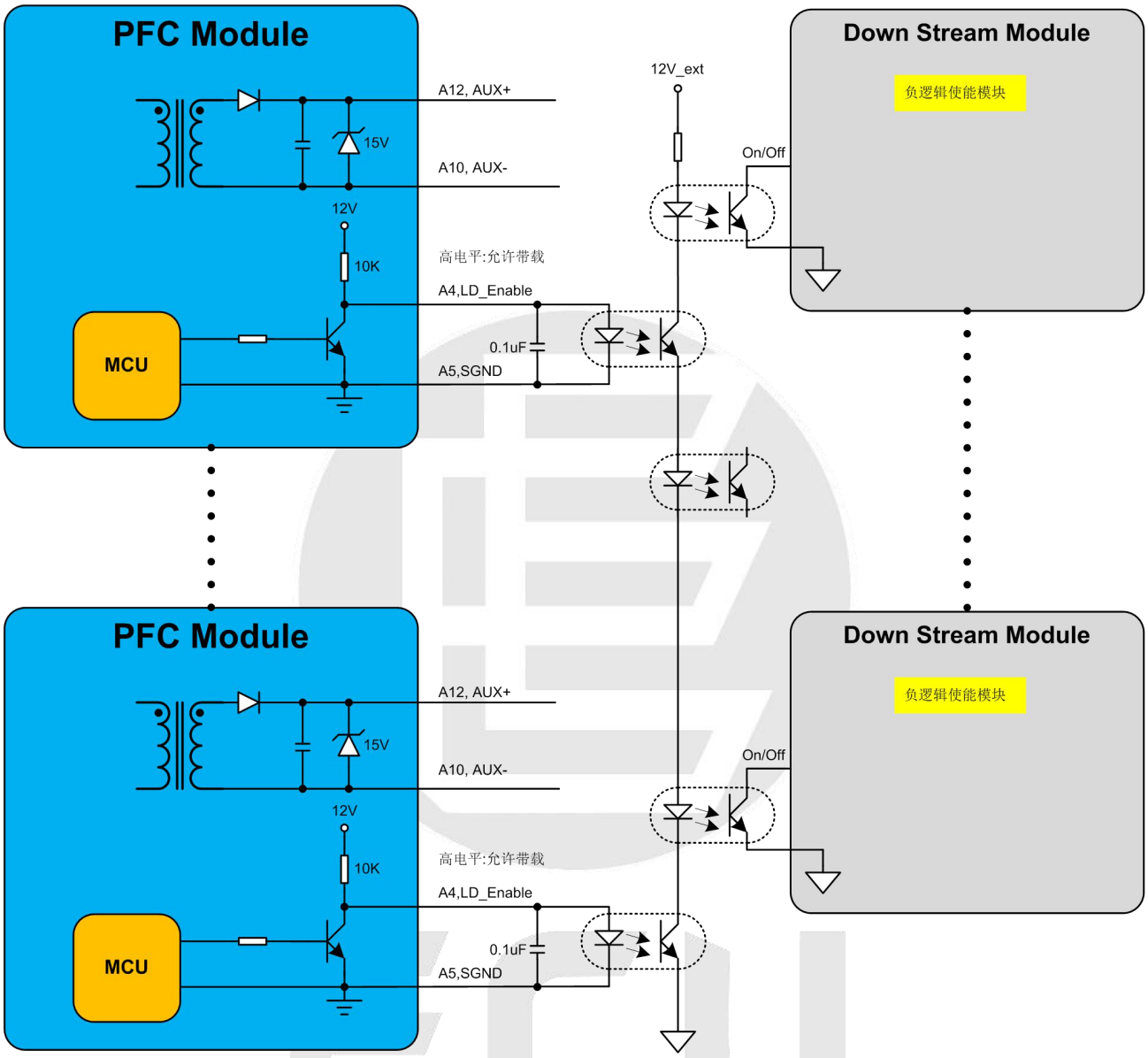
负载使能控制（LD_Enable）内部为开集电极电路。与后级高压直流模块的使能端相连，输出高电平（内部通过 10K 电阻接 12V）时允许后级高压直流模块启机。


PFC Module
A12, AUX+
15V
A10, AUX-
12V
10K
高电平:允许带载
A4,LD_Enable
On/Off
0.1uF
A5,SGND
MCU
Down Stream Module
正逻辑使能模块

OR

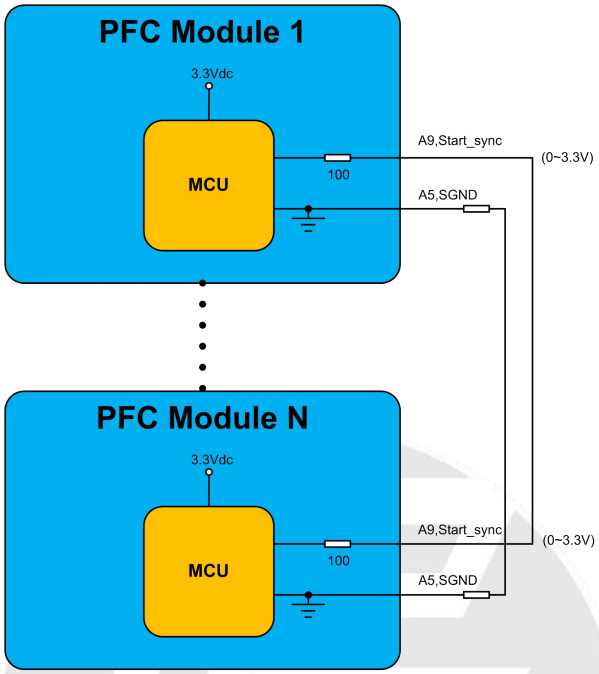

PFC Module
A12, AUX+
15V
A10, AUX-
12V
10K
高电平:允许带载
A4,LD_Enable
On/Off
0.1uF
A5,SGND
MCU
Down Stream Module
负逻辑使能模块

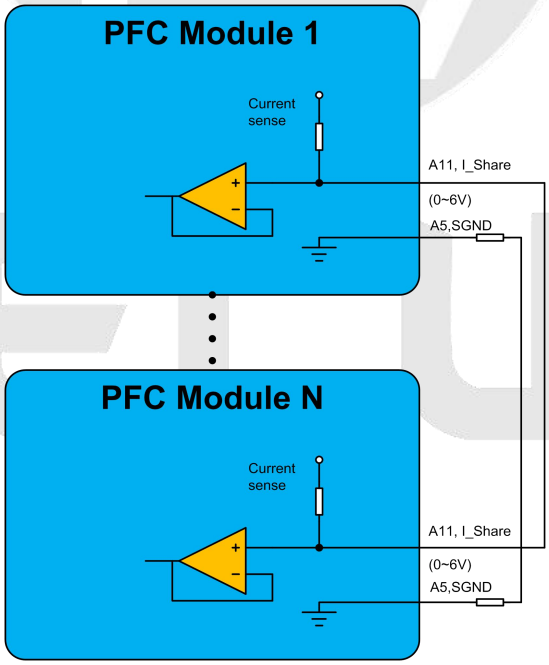
多模块同步使能控制（LD_Enable）推荐方案：



同步启机（A9，Start_sync）

在多模块并联系统中，各模块同步启机（Start_sync）需连接在一起，保证模块同时启机。任一模块出现故障时，系统不启机。



输出均流（A11, I_share）

EPFC-1PDW-1K8 模块采用输出电流平均值均流。在多模块并联系统中，各模块均流信号（I_share）连接在一起，均流度小于平均电流+/-5%。