

# 功率因数校正模块

<b>85-264Vrms*</b> 输入电压	<b>47 - 63Hz / 360 - 800Hz</b> 输入频率	<b>390Vdc</b> 输出电压	<b>700W</b> 输出功率	<b>≥0.99</b> 功率因数	<b>高达96%</b> 满载效率
----------------------------	--	-----------------------	---------------------	----------------------	----------------------

PFC功率因数校正模块在AC-DC电源系统中必不可少。在单相交流输入的应用中，通过与保持电容、高效率DC-DC转换器和AC滤波器搭建系统，PFC的输入电流为近乎完美的正弦波形（功率因数>0.99）。可并联获得更高功率。该系列全密封封装，可用于工业和交通行业众多苛刻的应用环境中。

## 工作特性

- 通用输入电压范围 85-264Vrms
- 通用频率输入范围 45 - 65Hz / 360 - 800Hz
- 输出功率高达700W
- ≥0.99功率因数
- 高效率 >96% (230Vrms)  
>94% (115Vrms)
- 内部浪涌电流限制
- 10V 辅助电源
- 可并联均流
- 兼容YOTTA DC-DC 转换器和IAC滤波器

## 外形特性

- 工业标准半砖引脚输出
- 尺寸: 2.386" x 2.486" x 0.512" (60.6 x 63.1 x 13.0 mm)
- 总重量: 139 g
- 法兰盘基板可选

## 安全特性

- 输入/输出到基板隔离2150Vdc
- UL 60950-1
- CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1
- EN60950-1/A12

## 控制特性

- PFC 使能
- 负载使能 (并提供电源输出良好信号)
- 交流电源良好信号
- 时钟同步
- 输出电流监控/自动均流

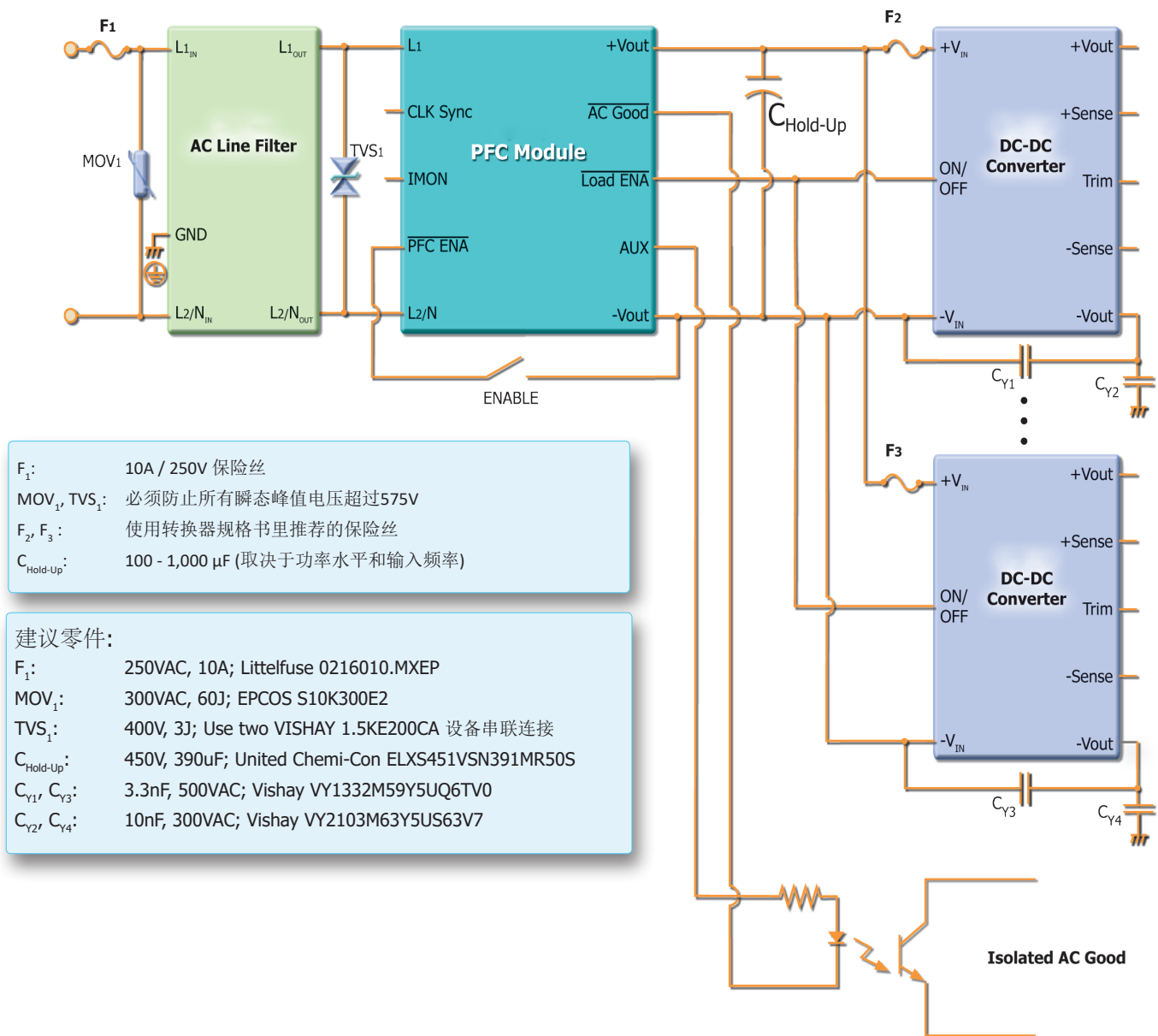
## 保护特性

- 输入限流和自动恢复短路保护
- 自动恢复输入欠压/过压保护
- 自动恢复输入过压保护
- 自动恢复过热关断

## 符合标准

- 加 YOTTA AC 滤波器
- EN55011 和 EN55022, FCC
  - EN61000-3-2
  - EN61000-3-3
  - EN61000-4-4/5/6/11

**PFC 模块的典型应用**



图A: PFCQor模块的典型应用，用于创建多输出AC-DC电源

**产品命名规则**

系列	输入电压范围	输出电压	封装尺寸	性能水平	热设计	输出功率	输入相数	引脚类型	并联功能
<b>Y-PFC</b>	<b>U:</b> 85-264 Vrms	<b>390:</b> 390V	<b>H:</b> 半砖	<b>P:</b> Peta	<b>C:</b> 全密封, 螺纹 <b>D:</b> 全密封, 非螺纹基板 <b>V:</b> 全密封, 法兰盘基板	<b>07:</b> 700W	<b>S:</b> 单相	<b>R:</b> 0.180"	<b>S:</b> 支持并联功能

**PFCU390HPx07 电气特征**

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 700W 输出, 390uF 大容量电容, 基板温度 25°C, 除非另有标注。全功率运行基板温度为-40 °C 到 +100 °C, 带合适的功率降额。技术参数会在不另行通知的情况下更新。

参数	Min.	Typ.	Max.	Units	备注及条件
<b>绝对最大额定值</b>					
输入电压 (L1 to L2/N)					
工作时					
连续			264	Vrms	
			375	Vpk	
瞬态(≤100ms)			290	Vrms	
			410	Vpk	
非工作时			400	Vrms	
			575	Vpk	
隔离电压 (输入/ 输出到基板)			2150	Vdc	
工作温度	-40		100	°C	基板温度
存储温度	-45		125	°C	
电压 @ AC GOOD 和LOAD ENA 引脚	-0.3		16	V	Relative to Vout- pin
AUX引脚最大输出电流	0		10	mADC	
电压 @ PFC enable pin	-2		575	V	Relative to Vout- pin
电压 @ CLK SYNC In	-2		5.5	V	Relative to Vout- pin
<b>输入特征 (L1 to L2/N)</b>					
工作输入电压范围					
连续交流输入	85		264	Vrms	
AC 输入 100ms 瞬态	40		290	Vrms	当<85 Vrms时, 可用功率减少
输入欠压锁定		30		Vrms	>1s 持续时间
工作输入频率					
50/60Hz	45		65	Hz	
400Hz	360		800	Hz	
AC 输入电流功率因数		0.99			50/60Hz
		0.97			400Hz, 最小 400W 输出
AC输入电流的总谐波失真		3		%	
AC 输入电流浪涌			10	A	
			25	A	230V, 400Hz
启用 AC 输入电流 (没有负载)		50	80	mArms	
禁用AC 输入电流		30	50	mArms	
最大输出功率			775	W	Vin >85Vrms
最大输入电流			9.5	Arms	85 VAC in
<b>输出特征</b>					
输出电压设置点	385	390	395	Vdc	Vin <240 Vrms
输出电压调整					
输入线性调整率			±0.3	%	Vin <240 Vrms
负载调整率			±2	%	
全温度范围			±1.5	%	
总输出电压范围:					
输入电压在连续范围	380		395	Vdc	Vin <240 Vrms
输入电压在瞬态范围	365		430	V	
输入电压欠压/降压	200		395	V	
输出电压纹波和噪音					60Hz, 见注1
峰峰值			10	V	取决于保持电容
RMS			4	V	
工作输出电流范围	0		1.8	A	
输出过压关断阈值	420		460	V	
输出(保持) 电容	100		1,000	µF	见注1
输出共模电容			20	nF	
<b>效率</b>					
50% 负载		94		%	见表1效率曲线
100% 负载		95		%	见表1效率曲线

注1: 300µF电解保持电容, 典型ESR为0.5Ω。更大的电容/更低的ESR可降低线路频率纹波。

注2: PFCQor最少需要100uF的保持电容以维持正常工作, 但推荐至少330uF的输出电容以保证电源系统能够符合雷电浪涌标准。

这是因为PFCQor依靠保持电容来吸收雷电浪涌产生的能量。

## PFCU390HPx07 电气特征 (续)

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 700W 输出, 390uF 大容量电容, 基板温度 25°C, 除非另有标注。全功率运行基板温度为-40°C 到 +100°C, 带合适的功率降额。技术参数会在不另行通知的情况下更新。

参数	Min.	Typ.	Max.	Units	标注和条件
<b>动态特征</b>					
开启瞬态					
启动禁止时间		10		ms	
开启时间		2		s	
输出电压过冲			0	%	
<b>隔离特征 (输入/输出到基板)</b>					
隔离电压			2150	V	
隔离电阻		100		MΩ	
隔离电容		100		pF	
<b>特性特征</b>					
输出预充电					
输出电流		100		mA	
输出短路耐受			不定	s	
开关频率		200		kHz	4个交错相中的每一个
时钟同步输入 (CLK SYNC)					
频率范围	150		250	kHz	
逻辑电平高	2			V	
逻辑电平低			0.8	V	
工作周期	20		80	%	
PFC 使能 (PFC ENA)					
断态电压	2				
通态电压			0.8		
内部上拉电压		5		Vpk	
内部上拉电阻		10		kΩ	
AC 良好 (AC GOOD)					
AC Good 的 AC 输入电压	119		375	Vpk	
AC 良好状态	0		0.4	V	
AC 非良好状态			15	V	Open Collector
最大灌电流			300	mA	
负载启用					
(同样: 输出功率良好) (LOAD ENA)					
启用 (Good) 状态	0		0.4	V	
禁用 (Not Good) 状态			15	V	Open Collector
最大灌电流			300	mA	
负载启用 (Good) 状态的输出电压					
上升/启动		360		V	
下降/关闭		200		V	
过温关断点		130		°C	At internal PCB
辅助偏置电源					
电压范围 (<3mA负载)	7		12	V	
最大源电流			10	mA DC	
等效串联电阻		1		kΩ	
<b>可靠性特征</b>					
计算的 MTBF (Telcordia) TR-NWT-000332		2.5		10 <sup>6</sup> Hrs.	Tb = 70°C
计算的 MTBF (MIL-217) MIL-HDBK-217F		2		10 <sup>6</sup> Hrs.	Tb = 70°C
现场应用实际MTBF				10 <sup>6</sup> Hrs.	

## 技术参数

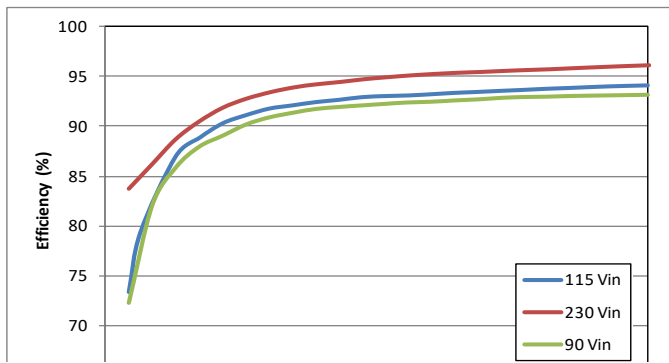


图1:  $T_b=25^{\circ}\text{C}$ 时90Vrms, 115Vrms和230Vrms (60Hz) 输入电压下额定输出电压与负载功率的效率。

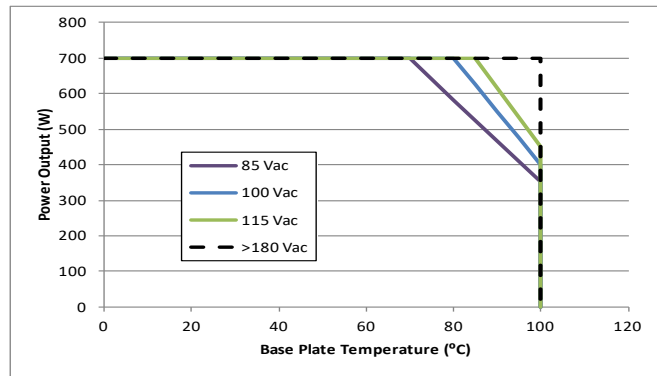


图2: 输出功率与基板温度降额曲线

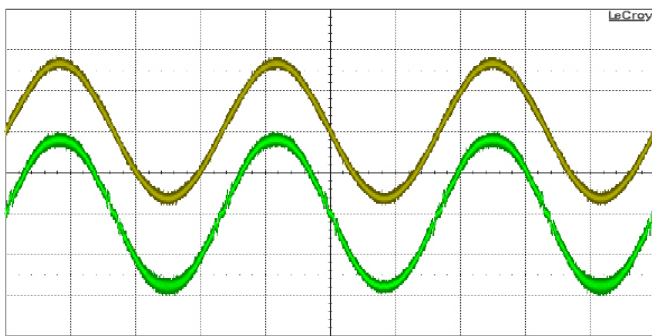


图3: 在 $T_b = 25^{\circ}\text{C}$ 时, 标称输出电压与负载功率之间的功耗, 在90Vrms, 115Vrms和230Vrms (60Hz) 输入电压。

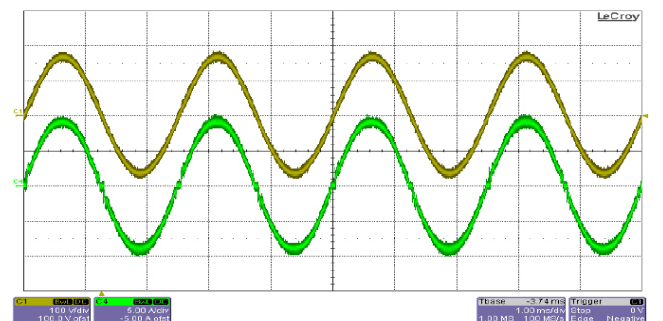


图4: 全功率时的典型输入电压和电流波形 (115Vrms, 60Hz) 黄色:  $V_{in}$  (100V/div), 绿色:  $I_{in}$  (5A/div), 时间基准: (5ms/div)。

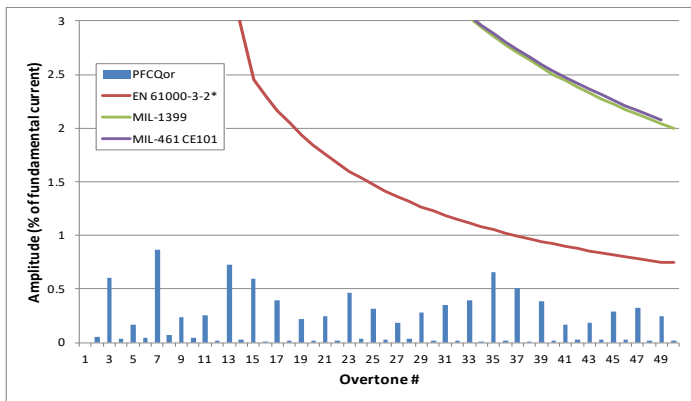


图5: 全额定功率 (115Vrms, 400Hz) 下的典型输入电流的频谱

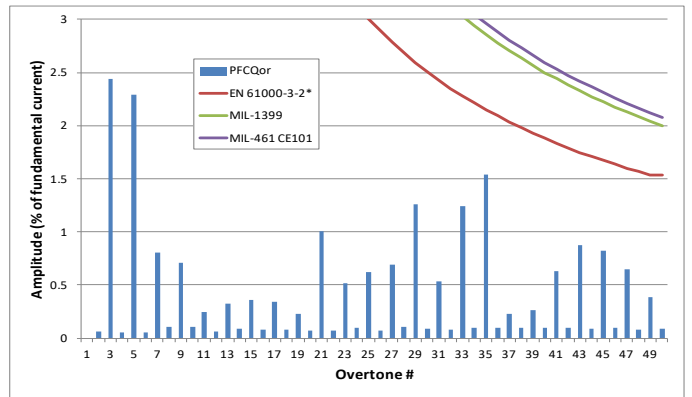


图6: 全额定功率 (115Vrms, 60Hz) 下输入电流的频谱。

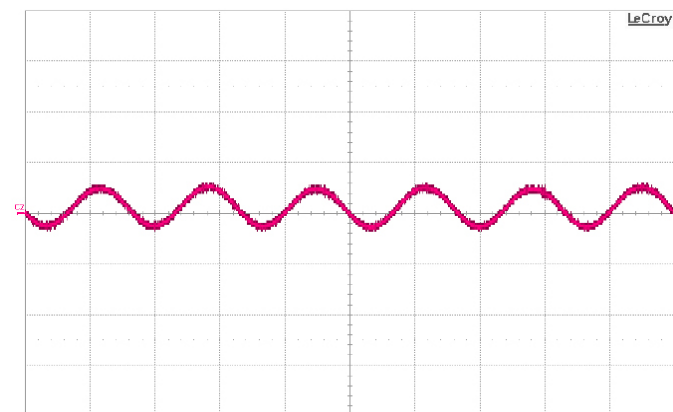


图7: 输出电压500 $\mu\text{F}$ 保持电容满额定功率 (115VAC, 60Hz) 红色:  $V_{out}$  (10V/div), 时间基准: (5ms/div)

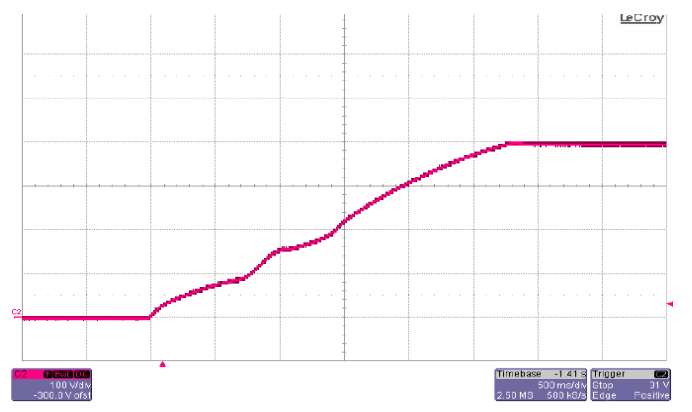


图8: 输出电压启动波形 (115VAC, 60Hz) 红色: (100V/div), 时间基准: (500ms/div)

## 符合标准、认证测试和EMC特性

参数	标注和条件
符合标准	
UL 60950-1	基板的基本隔离
CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1	
EN60950-1/A12	

注意：必须始终使用外部输入保险丝以满足这些安全要求。

参数	# Units	测试条件
认证测试		
寿命测试	32	95%额定Vin和负载，测试产品工作在降额点，1000小时
震动	5	10-55 Hz 扫描，0.060"总偏移，1分钟/扫描，3轴120次扫描
机械冲击	5	最小100g，在x, y和z轴上2次跌落
温度循环	10	-40°C至100°C，模块温度。以15°C / min的速度升温，500次循环
功率/热循环	5	工作温度从 min 到 max，Vin 从 min 到 max，满载，100个循环
设计裕量	5	Tmin-10°C至Tmax + 10°C，5°C 极差，Vin =最小值至最大值，0-105%负载
湿度	5	85°C，95%RH，1000小时，连续施加输入电压，除了5分钟/天
可焊性	15 pins	MIL-STD-883，方法2003

EMC特性（和YOTTA交流滤波器）	
传导排放	EN55011 和 EN55022, FCC PART 15
线路频率谐波	EN61000-3-2
电压波动	EN61000-3-3
ESD空气	EN61000-4-2
辐射免疫	EN61000-4-3
快速瞬变	EN61000-4-4
线路电涌抗扰度	EN61000-4-5
传导免疫力	EN61000-4-6
电源频率MAG领域	EN61000-4-8
电压跌落免疫力	EN61000-4-11

## 基本功能特性

PFC功率因数校正模块为AC/DC转换提供宽输入范围高功率密度的解决方案，PF>0.99，低THD，并提供配套滤波器满足系统EMI测试相关需求。除了功率因数校正和转换外同时提供以下功能：

- 10V/10mA辅助电源，可用于控制信号等供电。
- PFC使能，控制PFC输出，低电平有效。
- 负载使能，输出信号，用于控制后端负载DC/DC模块使能。
- AC Good，输出信号，用于指示AC输入状态。
- 电流检测，输出信号，用于检测PFC输出电流（并联时做均流控制）。
- 时钟同步，输入信号，外部时钟信号通过此管脚可以改变内部开关频率。

### 辅助电源AUX:

参考Vout-，最大输出电流10mA，用于控制电路供电。当PFC输出大于75V时，Aux电源保持正常供电。

**PFC ENA:**

参考Vout-, 低电平有效, 用于使能PFC内部Boost电路。该管脚悬空或者高电平时Boost电路关断, 当该管脚拉低至Vout-时Boost电路输出正常。

**LOAD ENA:**

参考Vout-, 该管脚用于控制后端的DC/DC模块使能输出。PFC模块在启动时内部会做限流以减小对输入电源的冲击, 最大限流100mA。在模块启动过程中会以最大100mA电流给后端输出电容充电并建立输出电压, 在此过程中负载使能信号呈高阻态, 当输出电压建立完成后变为低电平。后端模块如果为负逻辑使能可以将该信号与负载模块的使能端直接相连, 后端模块如果为正逻辑则需增加外部电路转换进行控制。

注: 如不用负载使能信号控制后端负载模块可能会导致PFC模块在输出建立过程中后端模块即开始工作, 以使PFC的输出电流大于100mA而触发限流保护不能正常启动。

**AC Good:**

用于检测输入AC电源的状态, 包括输入电压和频率范围。如果输入电源参数在规格范围内该信号为低电平, 当输入电源参数在规格外则为高阻态。当辅助电源正常建立后AC Good信号即可正常工作。

**电流检测管脚:**

用于检测PFC输出平均电流, 输出电压从0-2V与输出电流0-1.8A线性对应。该管脚在并联应用时用于均流控制(详见并联应用)。

**时钟同步输入信号:**

PFC模块的开关频率为200KHz, 时钟同步信号可以允许PFC模块在外部时钟信号的控制下改变开关频率, 调节范围为: 150KHz~250KHz。

**保护特性:**

- 输入欠压保护: 当PFC输入电压跌落至欠压点1s以上时模块会关断输出, 当输入电压恢复至规格范围内时PFC会自动重启。
- 输入过压保护: 当PFC输入电压超过规格允许的最大电压时模块会关断输出, 注意此时输入仍可以100mA的最大电流给输出电容充电, 因此持续的过高电压会导致电容电压过高可能损坏PFC模块或后端负载模块。
- 输出过压保护: 当PFC输出电压达到或超过过压点时模块会关断输出, 同样需要注意此时输入仍可以100mA的最大电流给输出电容充电, 持续的过高电压会导致电容电压过高可能损坏PFC模块或后端负载模块。
- 输出过流或短路保护: 当输出短路或负载电流超过过流保护点时, 输出电压会下降, 此时负载电流会由模块及输出保持电容同时提供, 当输出电压降低至低于输入电压峰值时模块会关断然后重启。
- 过温保护: PFC模块内部PCB过温检测保护点为125°C, 当超过此温度点时模块会关断输出, 基板温度与散热条件相关, 一般情况下建议保持基板温度低于100°C。

## 输入掉电保持:

在一些应用场景中需要考虑输入掉电维持的情况，通常会出现输入电压掉到0V的情况。该PFC模块输出最低电压在200V以上时如果输入恢复至正常范围后输出可以直接建立不用重复启动，意味着在输入断电并恢复后输出电压可以一直维持后端负载模块的正常工作不会引起输出中断。

输出电容计算公式如下：

$$C_{min} = 2P \Delta t / (V_s^2 - V_f^2)$$

其中：

$C_{min}$ 为理论计算的电容最小容量，需考虑器件容差及温度影响；

P为掉电保持时的最大功率；

$\Delta t$ 为掉电时间；

$V_s$ 为PFC的正常输出电压，典型值为390V；

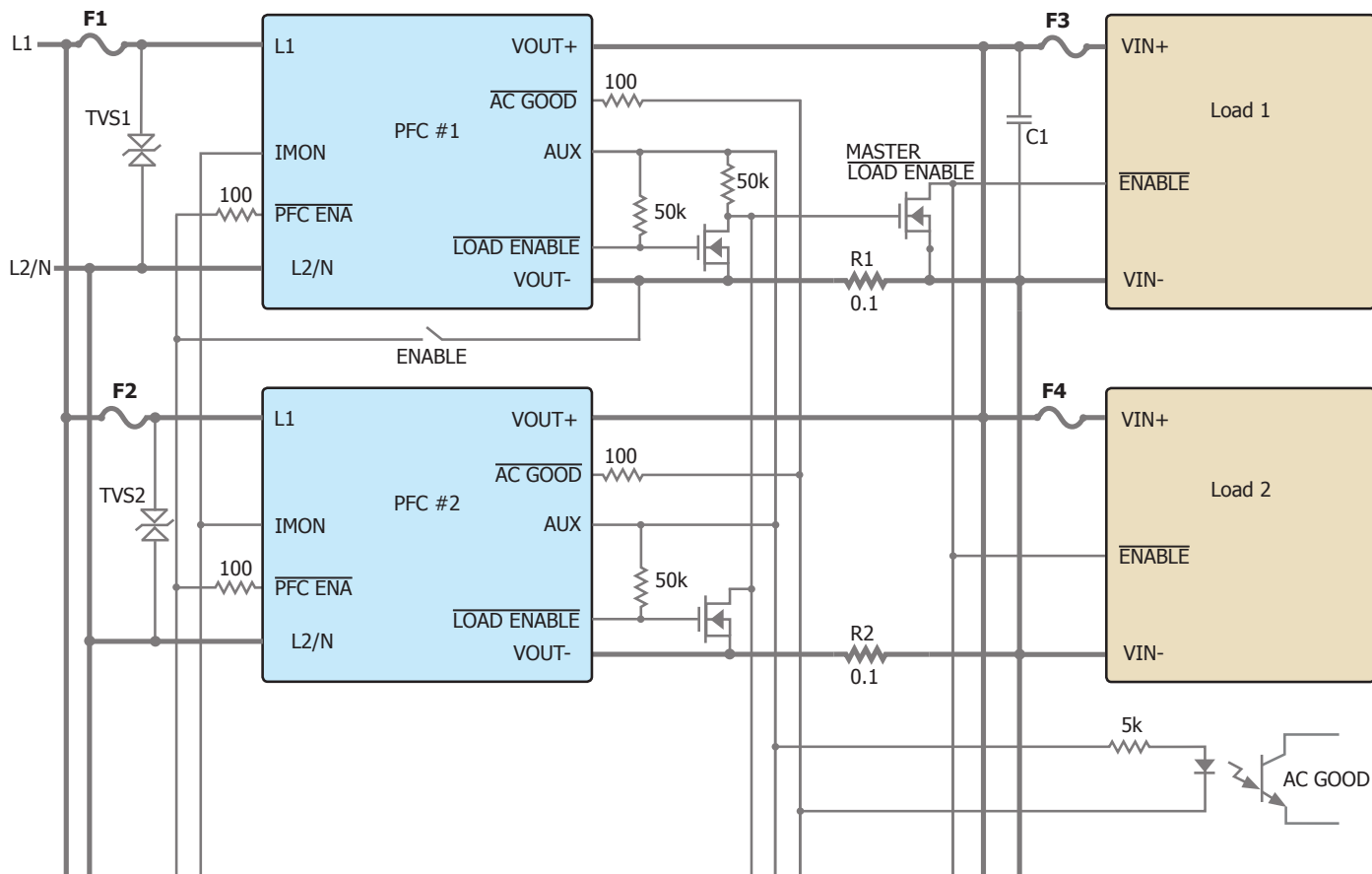
$V_f$ 为允许掉电的最低电压，最低需保持200V以上，具体视后端模块的输入工作电压范围而定。

## 并联应用:

PFC模块可以支持3片以上的并联应用以扩充负载容量。并联时需注意以下事项：

- 推荐每个并联PFC的Vout-串联100m ohm的电阻匹配阻抗以便达到更好的均流度；
- PFC使能引脚可以用同一信号驱动，推荐每个引脚前串联100 ohm电阻；
- 辅助电源输出可以直接连接在一起；
- 输出使能信号需要保证所有PFC输出都建立后才使能后端负载模块；
- Imon引脚需连接在一起做均流控制。

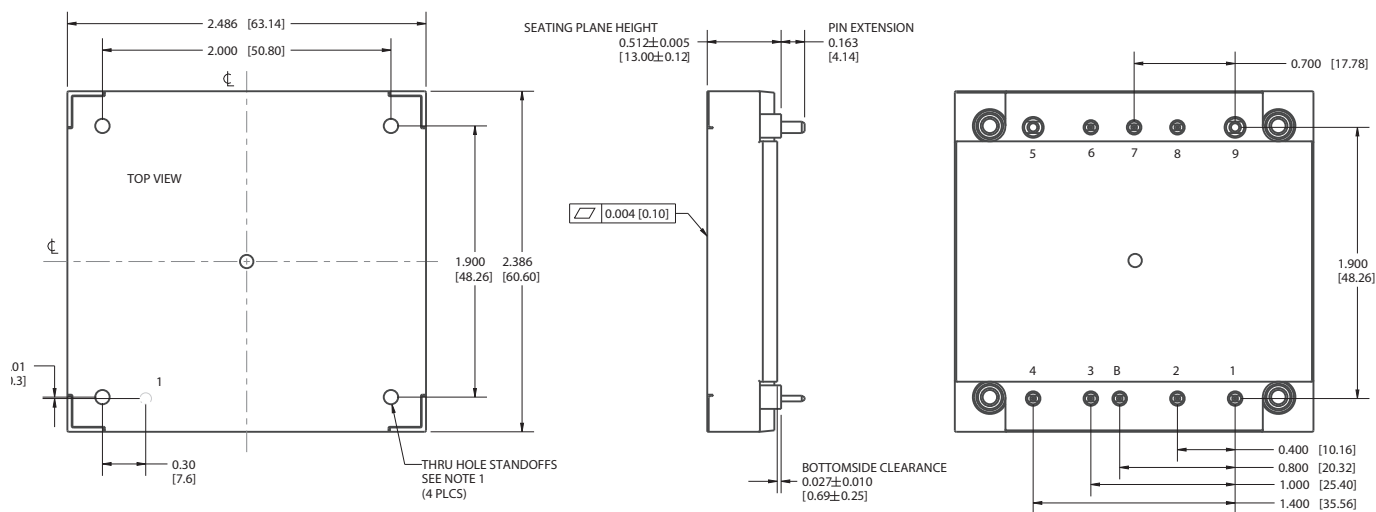
具体应用推荐见下面框图：



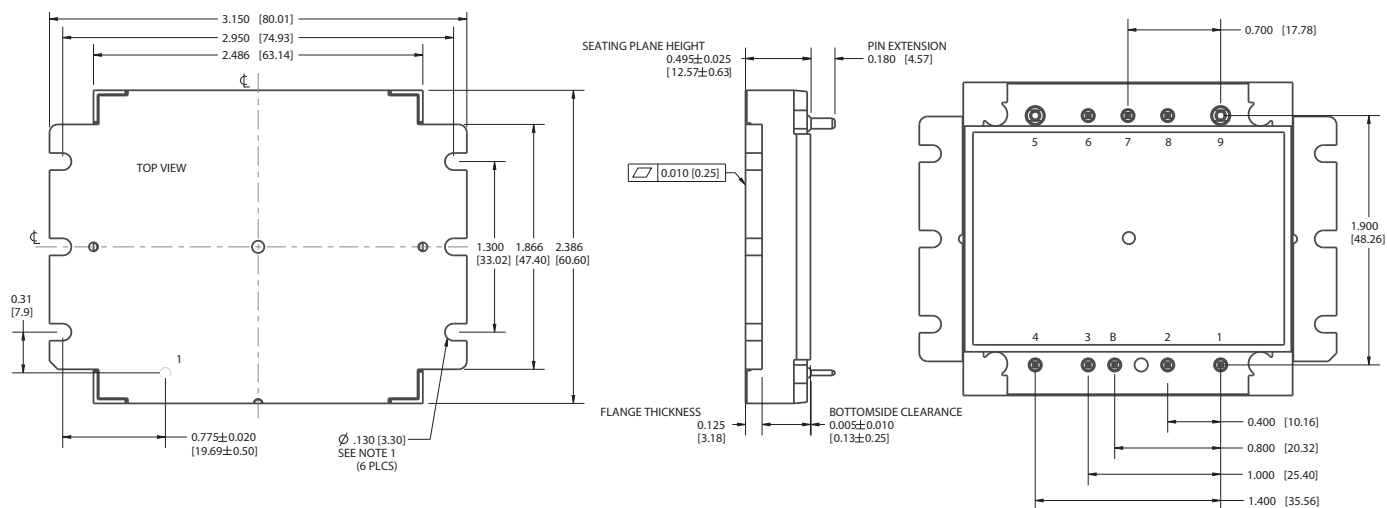


# 封装尺寸

## 标准封装图



## 带法兰盘封装图



- 1) 注:
- 2) 每个螺钉的施加扭矩不应超过 6in-lb. (0.7 Nm).
- 3) 表面的基板平直度公差为 0.01" (0.25 mm) TIR
- 4) 引脚1-4, 6-8和B的直径为 0.040" (1.02mm), 0.080"直径防护肩
- 5) 引脚5和9的直径为 0.080" (2.03 mm), 0.125"直径的支座肩部
- 6) 所有针脚: 材料 - 铜合金; 完成 - 在镍板上的哑光铜
- 7) 未标注尺寸的元件仅供参考
- 8) 重量: 4.9 oz (139 g)
- 9) 提供螺纹和非螺纹选项
- 10) 所有尺寸均以英寸 (mm) 为单位。  
公差:  
x.xx +/-0.02 in. (x.x +/-0.5mm)  
x.xxx +/-0.010 in. (x.xx +/-0.25mm)  
除非另有说明
- 11) 工艺: 符合或超过 IPC-A-610C Class II

引脚指定		
引脚	名称	功能
1	L1	AC Line 1
2	CLK SYNC	时钟同步输入
B	IMON	输出电流监控 / 均流
3	PFC ENA	负逻辑PFC使能
4	L2/N	AC Line 2 / 中性
5	-VOUT	负输出电压
6	AUX	辅助偏置电源
7	LOAD ENA	负逻辑负载启动和电源输出良好信号
8	AC GOOD	负逻辑AC Good 信号
9	+VOUT	正输出电压