

军工级MPFC功率因数校正模块

85-180Vrms 输入电压	47 - 63Hz / 360 - 800Hz 输入频率	270Vdc 输出电压	700W 输出功率	≥0.99 功率因数	高达 95% 满载效率
--------------------	---------------------------------	----------------	--------------	---------------	----------------

军工级MPFC功率因数校正模块是AC-DC系统中必不可少的模块。在单相交流输入的应用中，通过与保持电容、高效的DC-DC转换器和AC滤波器搭建系统，MPFC的输入电流为近乎完美的正弦波形（功率因数大于0.99）。并联版本可选，可实现更高功率等级。该系列供应全密封封装，可应用于军工和航天等众多苛刻的环境中。

工作特性

- 输入电压范围：85-180Vrms
- 通用输入频率范围：47 - 63Hz / 360 - 800Hz
- 输出功率700W
- 功率因数≥0.99
- 高效率：大于95% (115Vrms)
- 内部浪涌限流
- 10V辅助电压
- 可并联均流
- 兼容YOTTA的MCOTS DC-DC 转换器和 AC滤波器

机械特性

- 工业标准封装半砖引脚输出配置
- 尺寸：2.386" x 2.486" x 0.512"
(60.6 x 63.1 x 13.0 mm)
- 总重量：4.9 oz (139 g)
- 法兰盘基板可选

安全特性

- 输入/输出到基板隔离 2150Vdc

控制特性

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

保护特性

- 输入限流和短路保护自动恢复
- 输入欠压/过压保护自动恢复
- 输出过压保护自动恢复
- 过热关断自动恢复

符合标准

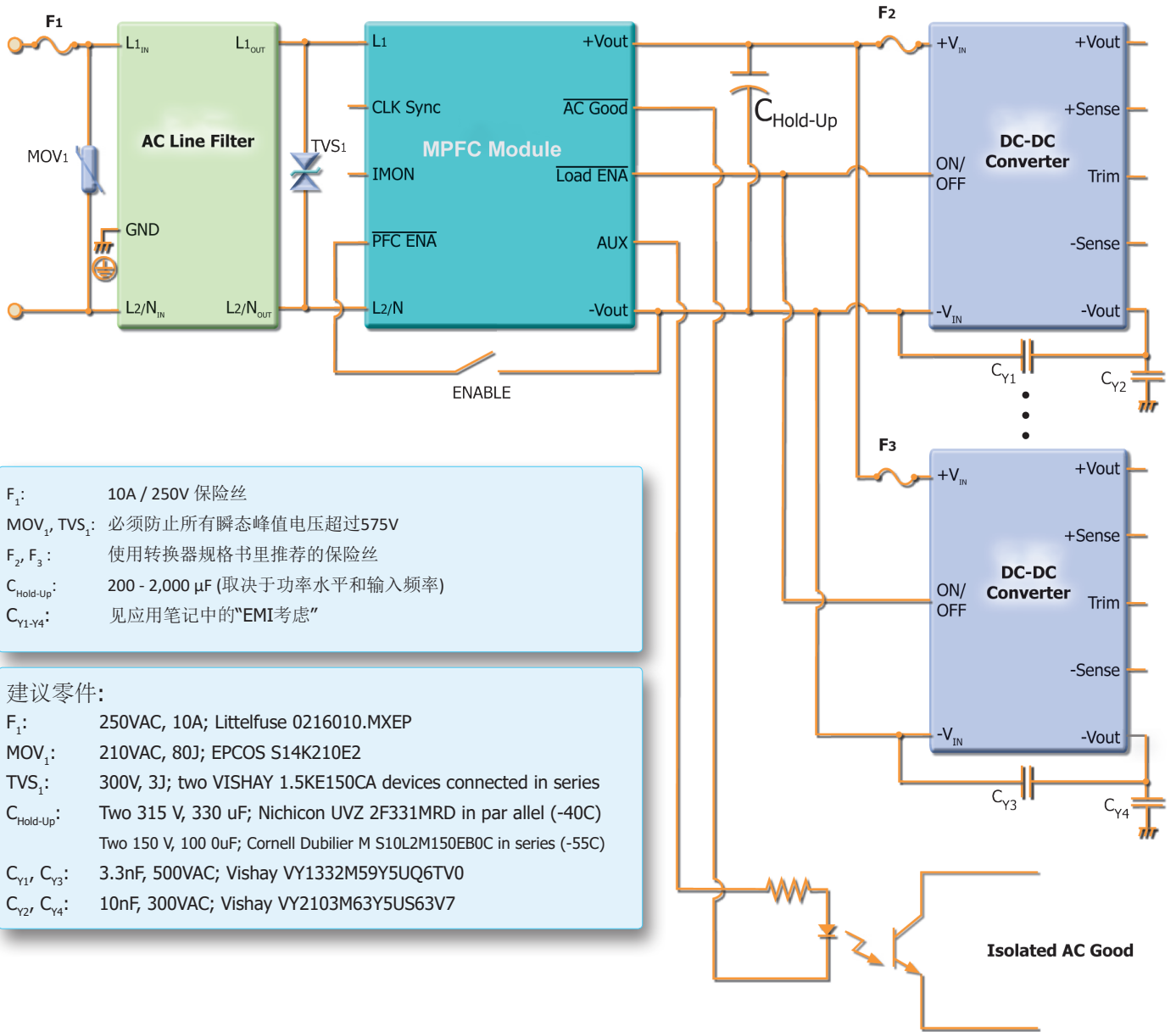
与MACF滤波器和MCOTS DC-DC转换器一起使用时，设计符合如下标准：

- MIL-STD-461(A-F)
- MIL-STD-1399
- MIL-STD-704-2, -704-4, & -704-6* (见704应用部分)

目录

	页码
典型应用图	2
电气特征	3
技术图表	5
筛选认证	7
应用部分	8
订购信息	10
全密封封装	11
全密封法兰盘封装	12

MPFC 模块的典型应用



F₁: 10A / 250V 保险丝
MOV₁, TVS₁: 必须防止所有瞬态峰值电压超过575V
F₂, F₃: 使用转换器规格书里推荐的保险丝
C_{Hold-Up}: 200 - 2,000 μ F (取决于功率水平和输入频率)
C_{Y1-Y4}: 见应用笔记中的“EMI考虑”

建议零件:
F₁: 250VAC, 10A; Littelfuse 0216010.MXEP
MOV₁: 210VAC, 80J; EPCOS S14K210E2
TVS₁: 300V, 3J; two VISHAY 1.5KE150CA devices connected in series
C_{Hold-Up}: Two 315 V, 330 μ F; Nichicon UVZ 2F331MRD in parallel (-40C)
 Two 150 V, 100 μ F; Cornell Dubilier M S10L2M150EB0C in series (-55C)
C_{Y1}, C_{Y3}: 3.3nF, 500VAC; Vishay VY1332M59Y5UQ6TV0
C_{Y2}, C_{Y4}: 10nF, 300VAC; Vishay VY2103M63Y5US63V7

Y-MPFC-115-270-HP 电气特征

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 700W 输出, 780uF 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-55 °C 到 +100 °C, 带合适的功率降额。部分参数的更改不再另作通知。

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注及条件
最大工作极限参数					
输入电压 (L1 到 L2/N)					
连续			450	Vpk	
非工作时 100ms 瞬态			575	Vpk	
隔离电压 (输入/输出到基板)			2150	Vdc	
工作温度	-55		100	°C	基板温度
存储温度	-65		125	°C	
电压 @ AC GOOD 和 LOAD ENA 引脚	-0.3		16	V	Relative to Vout- pin
电流来自 AUX 引脚	0		10	mADC	
电压 @ PFC 使能引脚	-2		575	V	Relative to Vout- pin
电压 @ CLK SYNC In	-2		5.5	V	Relative to Vout- pin
输入特征 (L1 到 L2/N)					
工作输入电压范围					
AC输入连续	85		180	Vrms	功率降额相对输入电压见图11
AC输入 100ms 瞬态	40		180	Vrms	<85 Vrms时, 可用输出功率减少
输入欠压锁定		30		Vrms	持续时间>1s
工作输入频率	47		63	Hz	50/60Hz 范围
	360		800	Hz	400Hz 范围
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					与MACF AC滤波器一起使用时
50/60Hz			10	Apk	
400Hz			20	Apk	
启用AC输入电流 (无负载)		50	80	mArms	
禁用AC输入电流		30	50	mArms	
最大输入功率			775	W	
最大输入电流			9.5	Arms	85 VAC in
输出特征					
输出电压设置点	265	270	275	Vdc	
输出电压调整					
全输入范围			±0.3	%	Vin <160Vrms, 见图 10
全负载范围			±3	%	
全温度范围			±1.5	%	
总输出电压范围	260	270	275	V	
输出电压纹波和噪音					60Hz, 见注1
峰峰值			10	V	带780uF 保持电容
RMS			4	V	
工作输出电流范围	0		2.7	A	
输出过压关断阈值	320		330	V	见应用部分
输出 (保持) 电容	200		2,000	μF	见注2
输出共模电容			20	nF	见应用笔记中的“EMI考虑”
效率					
50% 负载		94.5		%	效率曲线见图1
100% 负载		95.0		%	效率曲线见图1

注1: 780μF 电解保持电容, 典型ESR为0.5Ω。纹波幅度取决于电容和保持电容ESR。

注2: MPFC最少需要200uF的保持电容以维持正常工作, 但推荐至少660uF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MPFC依靠保持电容来吸收雷电浪涌产生的能量。

Y-MPFC-115-270-HP 电气特征 (续)

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 700W 输出, 780uF 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-55 °C 到 +100 °C, 带合适的功率降额。部分参数的更改不再另作通知。

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注及条件
动态特征					
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	2	%	
隔离特征 (输入/输出到基板)					
隔离电压			2150	V	
隔离电阻		100		MΩ	
隔离电容		100		pF	
功率降额曲线温度限制					
半导体结温			125	°C	
PCB板温度			125	°C	
变压器温度			125	°C	
最大基板温度			100	°C	
功能特征					
输出预充电					
输出电流		100		mA	
输出短路耐受			不定	s	
自由运行开关频率		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	
占空比	20		80	%	
IMON					
输出电压 (空载)		0		V	
输出电压 (700W负载)		2		V	
PFC 使能 (PFC ENA)					
断态电压	2			V	
通态电压			0.8	V	
内部上拉电压		5		V	
内部上拉电阻		10		kΩ	
AC 良好 (AC GOOD)					
AC Good的AC输入电压	119		254	Vpk	
下拉电阻			20	Ω	集电极开路
负载启用					
下拉电阻			20	Ω	集电极开路
负载启用 (Good) 状态的输出电压					
上升/启动		250		V	
下降/关闭		100		V	
过温调节点		130		°C	在内部的 PCB 板
辅助偏置电源					
电压范围 (≤3 mA 负载)	7		12	V	
源电流			10	mA DC	
等效串联电阻		1		kΩ	
可靠性特征					
计算的 MTBF (MIL-217) MIL-HDBK-217F		2000		kHrs	地面良性, Tb = 70°C
计算的 MTBF (MIL-217) MIL-HDBK-217F		200		kHrs	地面良性, Tb = 70°C

技术图表

输入电压: 85-180Vrms
输出电压: 270V
输出功率: 700W

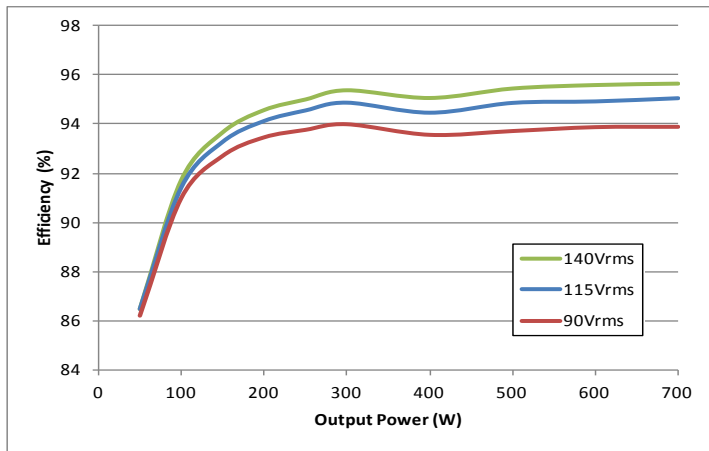


图1: 在25°C, 90Vrms、115Vrms和140Vrms (60Hz) 时, 标称输出电压相对负载功率的效率

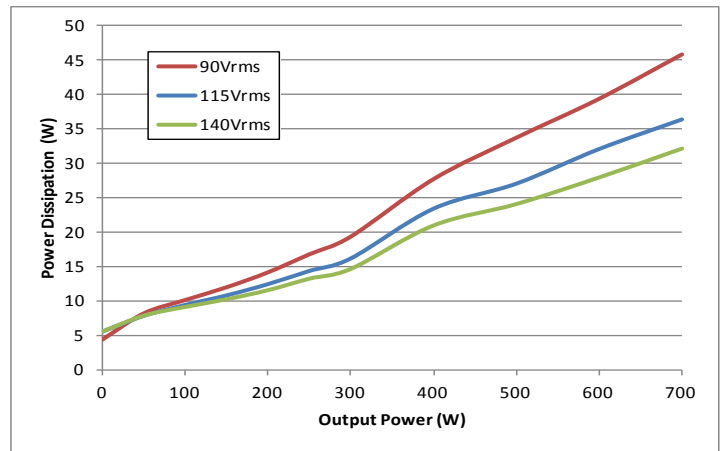


图2: 在25°C, 90Vrms、115Vrms和140Vrms (60Hz) 时, 标称输出电压相对负载功率的功率消耗

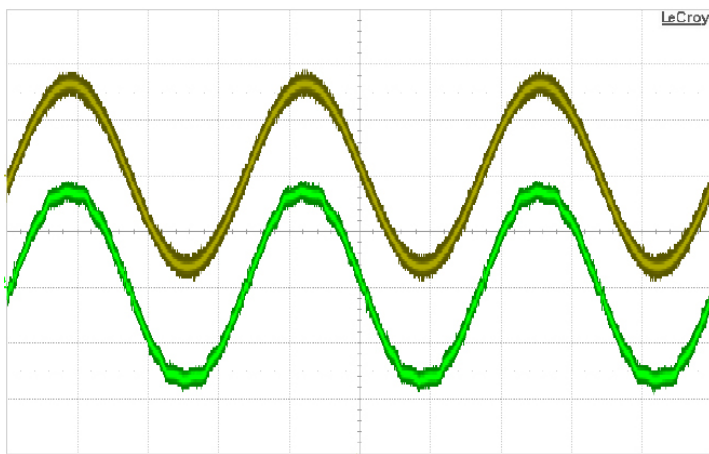


图3: 在全额定功率 (115Vrms, 60Hz) 时, 典型的输入电压和电流波形。上: Vin (100V/div), 下: Iin (5A/div), 时基: (5ms/div)

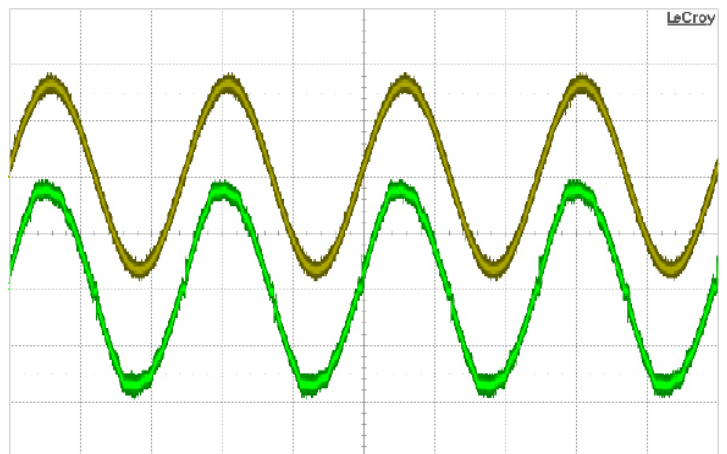


图4: 在全额定功率 (115Vrms, 400Hz) 时, 典型的输入电压和电流波形。上: Vin (100V/div), 下: Iin (5A/div), 时基: (5ms/div)

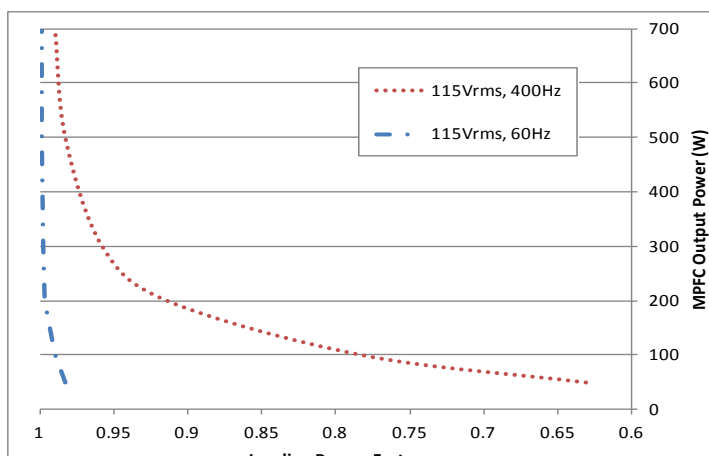


图5: 输出功率相对领先功率因数, 仅MPFC模块

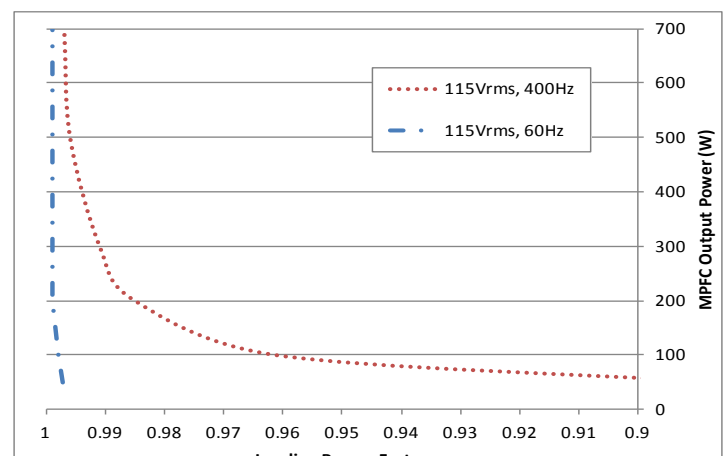


图6: 输出功率相对领先功率因数, MPFC模块加MACF AC滤波器

技术图表

输入电压: 85-180Vrms
输出电压: 270V
输出功率: 700W

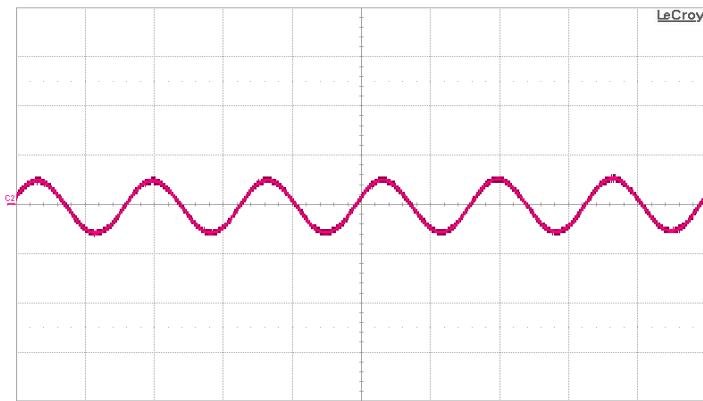


图7: 全额定功率 (115VAC, 60Hz) 时, 带780uF保持电容, 输出电压纹波, Vout (5V/div), 时基: (5ms/div)

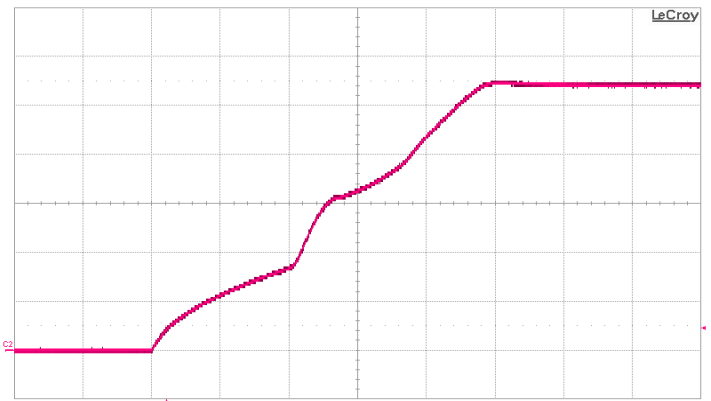


图8: 空载 (115VAC, 60Hz) 时, 带780uF保持电容, 输出电压启动波形, Vout (50V/div), 时基: (500ms/div)

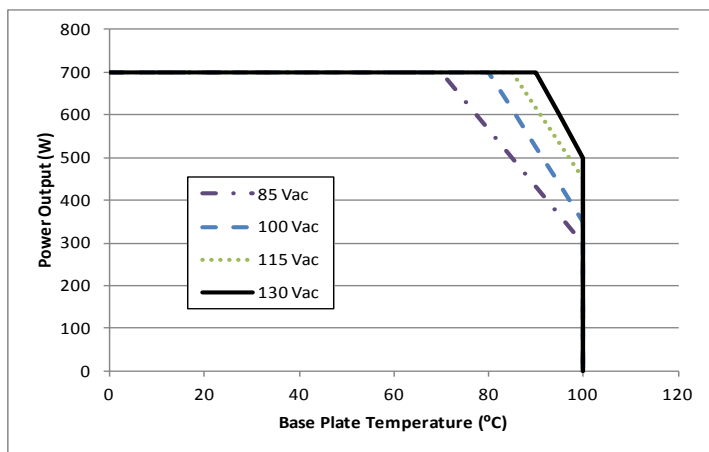


图9: 输出功率相对基板温度降额曲线

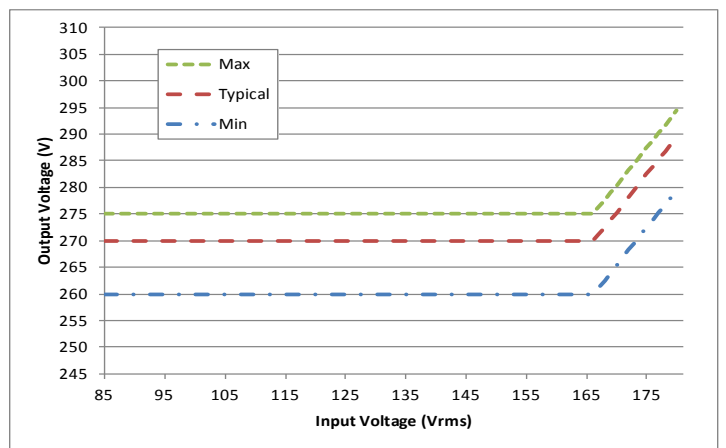


图10: DC输出电压范围相对输入电压

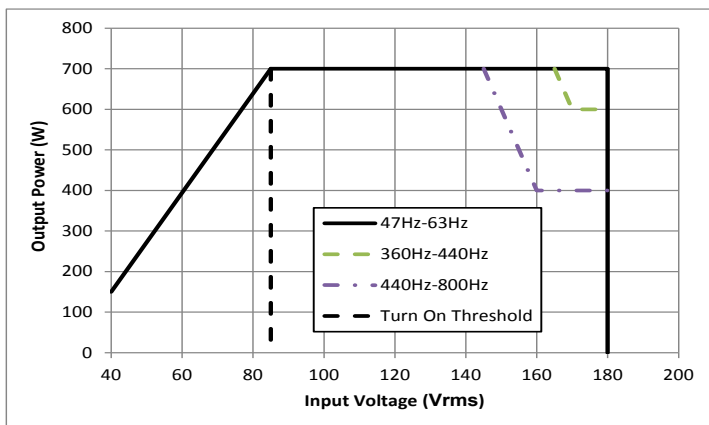


图11: 连续输出功率相对输入电压, 输出启动阈值为85Vrms

标准及认证测试

MCOTS产品认证

测试项目	详细描述	测试次数 失败次数	兼容MIL-STD-883F方法
寿命测试	在进行1000小时满载老化前、老化中及老化后进行目测、机械以及电气性能测试	15 (0)	方法 1005.8
冲击和振动	在冲击和振动测试之前、进行中、之后做目测、机械和电气性能测试	5 (0)	MIL-STD 202, 方法 201A 和 213B
湿度	85°C, 95%湿度, 1000小时, 开通2分钟, 关断6小时	8 (0)	方法 1004.7
温度循环	-55~100°C 500次 (每个点30分钟)	10 (0)	方法 1010.8,条件 A
可焊性	15只引脚	15 (0)	方法 2003
设计裕量测试	-65~110°C 全范围, 以5°C为一个步骤满载测试	7 (0)	—
高度	70,000英尺 (21千米)	2 (0)	—

注：高海拔应用通常需要传导散热设计，因为在稀薄空气中自然对流冷却不良。

MCOTS产品筛选

项目	工艺描述	S级	M级
基板工作温度		-55°C ~ +100°C	-55°C ~ +100°C
存储温度		-65°C ~ +135°C	-65°C ~ +135°C
封装前检测	IPC-A-610 Class III	•	•
温度循环	MIL-STD-883F, 方法1010, B条件, 10个循环		•
老化	基板100°C	12 小时	96 小时
最终电气测试	100%	25°C	-55°C, +25°C, +100°C
最终目测	MIL-STD-883.方法2009	•	•

MCOTS MIL-STD-810G 认证测试

MIL-STD-810G 测试	方法	描述
霉菌	508.6	Table 508.6-I
海拔	500.5 - Procedure I	存储: 70,000 ft / 2 小时持续时间
	500.5 - Procedure II	工作时: 70,000 ft / 2 小时持续时间; 大气温度
快速减压	500.5 - Procedure III	存储: 8,000 ft to 40,000 ft
加速	513.6 - Procedure II	工作时: 15 g
盐雾	509.5	存储
高温	501.5 - Procedure I	存储: 135 °C / 3 小时
	501.5 - Procedure II	工作时: 100 °C / 3 小时
低温	502.5 - Procedure I	存储: -65 °C / 4 小时
	502.5 - Procedure II	工作时: -55 °C / 3 小时
温度冲击	503.5 - Procedure I - C	存储: -65 °C 到 135 °C; 12个循环
雨	506.5 - Procedure I	风吹雨
浸没	512.5 - Procedure I	非工作时
湿度	507.5 - Procedure II	加重周期 @ 95% RH (Figure 507.5-7 加重温度 - 湿度循环, 15 个循环)
随机振动	514.6 - Procedure I	10 - 2000 Hz, PSD level of 1.5 g ² /Hz (54.6 g _{rms}), 持续时间 = 1 小时/轴
震动	516.6 - Procedure I	20 g 峰值, 11 ms, 功能性震动 (空载工作) (锯齿)
	516.6 - Procedure VI	工作台震动
正弦振动	514.6 - Category 14	旋翼飞机-直升飞机, 4 小时/轴, 20 g (正弦扫描 从 10 - 500 Hz)
沙尘	510.5 - Procedure I	吹尘
	510.5 - Procedure II	吹沙

基本功能介绍

该 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。
- DC Good，输出信号，用于指示 DC 输出状态。
- 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 (Pin 6) :

参考 V_{out-} ，输出范围(7-12V)，最大输出电流 10mA，可用于控制电路供电。当 PFC 输出电压大于 75V 时，Aux 电源保持正常供电。

PFC 使能 (Pin 3) :

参考 V_{out-} ，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 V_{out-} 时 Boost 电路输出正常。

负载使能 (同时也是 DC good 信号, Pin7) :

参考 V_{out-} ，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 信号 (Pin 8) :

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。

输出电流检测 (Pin B) :

用于检测 PFC 平均输出电流，输出电压从 0-2V 对应 PFC 的空载到满载。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 (Pin 2) :

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。

保护功能

- 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 hold-up 电容同时提供，100ms 后模块会关断输出然后尝试重启。而在任何情况下如果输出电压降低至低于输入电压峰值时模块会立即关断然后尝试重启。
- 过温保护：PFC 模块内部 PCB 过温检测保护点为 130°C，当超过此温度点时模块会关断输出，当内部检测点的温度降至 110°C 及以下时，PFC 会重新启动。

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：

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

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；

Δt 为掉电时间；

V_s 为 PFC 的正常输出电压，典型值为 270V；

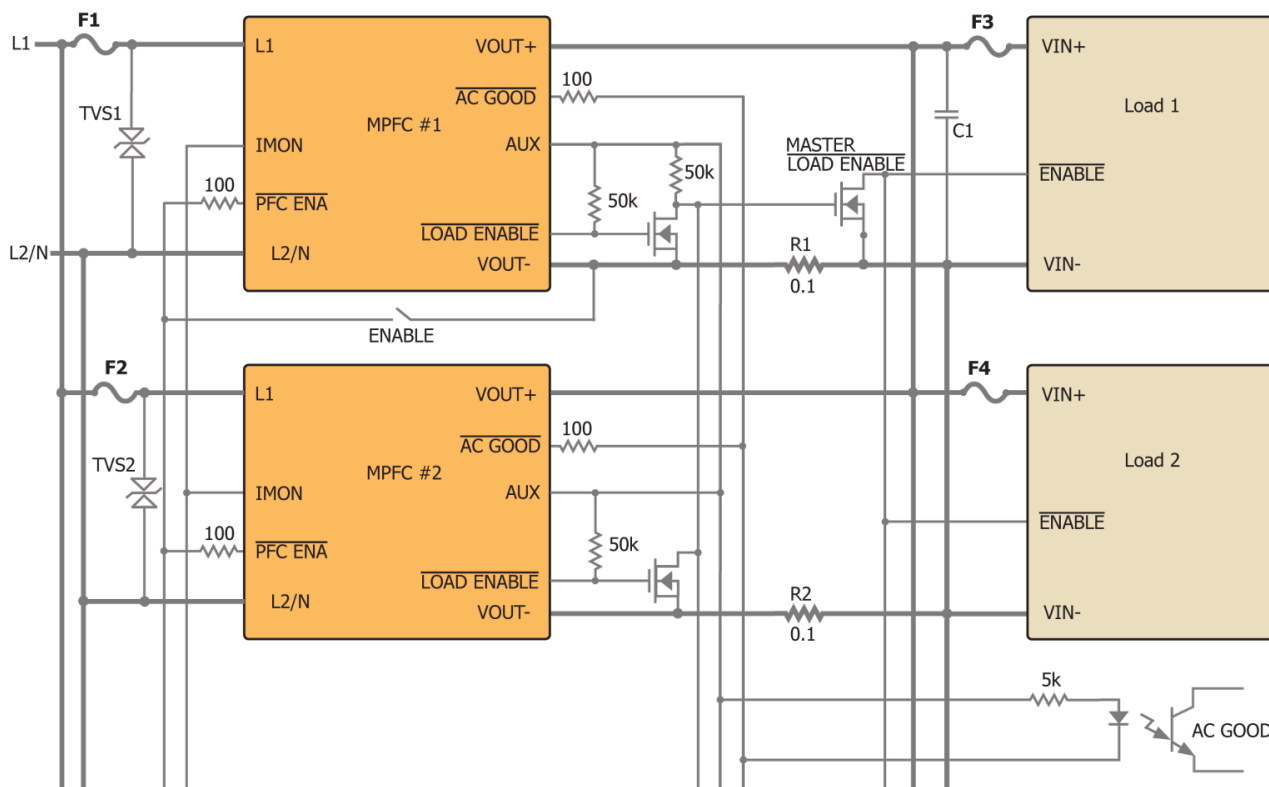
V_f 为允许掉电的最低电压

并联应用

PFC 模块支持多个模块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 0.1 Ω 的电阻匹配阻抗以便达到更好的均流度；
- PFC 使能管脚可以用同一信号驱动，推荐每个管脚前串联 100 Ω 电阻；
- 辅助电源输出可以直接连接在一起；
- AC Good 信号可以连接在一起，但推荐每个输出端串联一个 100 Ω 电阻；
- 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 管脚需连接在一起做均流控制。

具体应用推荐见下面框图：

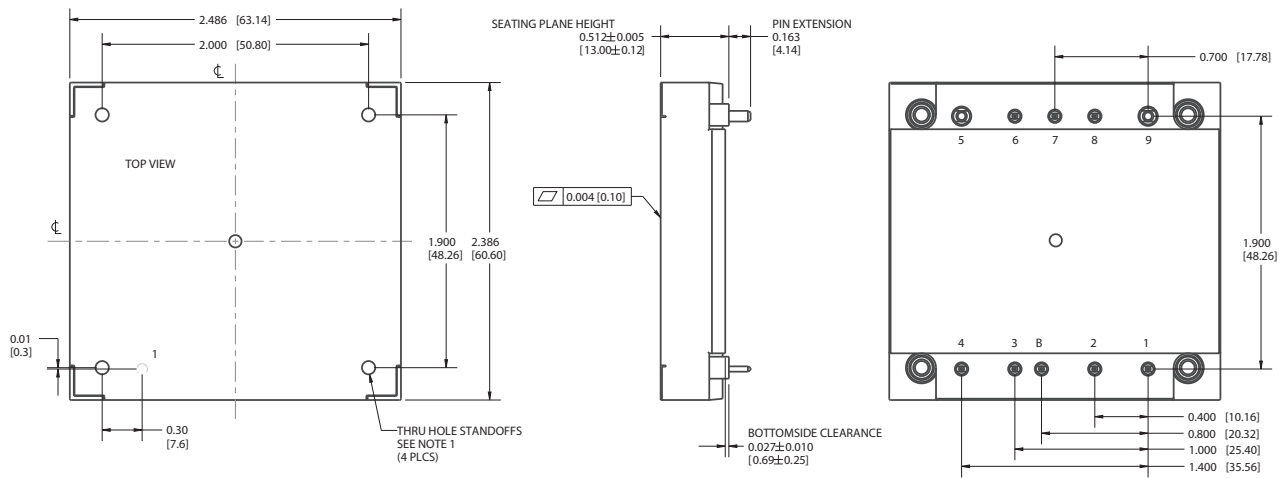


订购信息及命名规则

产品系列	输入电压	输出电压	封装	热设计	筛选等级
Y-MPFC	115: 85-180V	270: 270V	HP: 半砖 Peta	N: 全密封 D: 全密封, 非螺纹基板 F: 全密封, 法兰盘基板	S: S级 M: M级

命名举例: **MPFC-115-270-HP-N-M**, 注: 不是所有组合都是有效产品型号, 订购前请联系YOTTA确认。

标准封装机械图



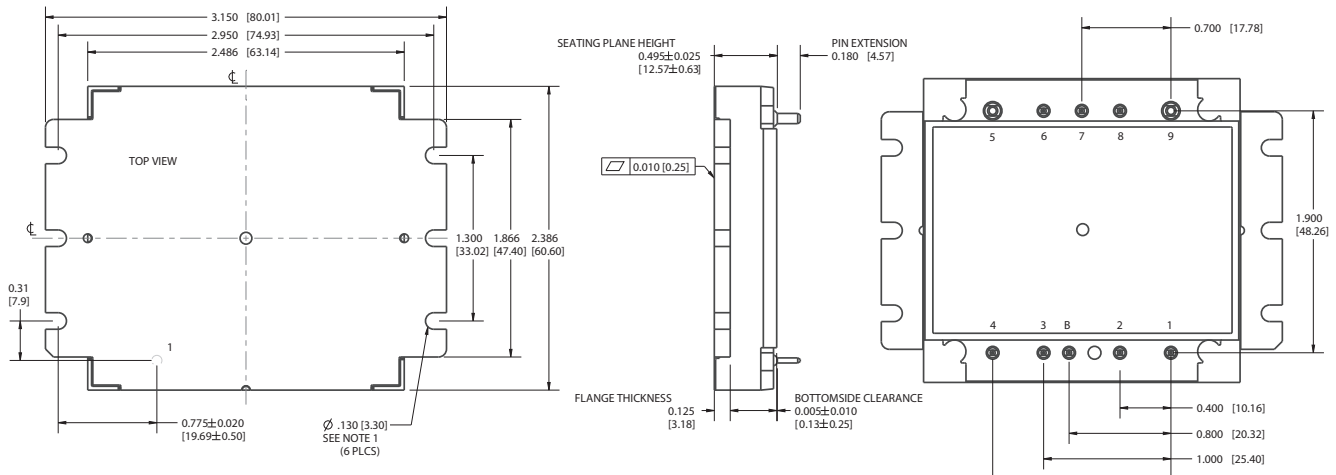
注:

- 1) 每个螺钉的施加扭矩不应超过 6in-lb. (0.7 Nm).
- 2) 表面的基板平直度公差为 0.01" (0.25 mm) TIR
- 3) 引脚1-4, 6-8和B的直径为 0.040" (1.02mm), 0.080"直径支座肩部
- 4) 引脚5和9的直径为 0.080" (2.03 mm), 0.125"直径的支座肩部
- 5) 所有引脚: 材料 - 铜合金; 表面处理 - 镀镍锡
- 6) 未标注尺寸的元件仅供参考
- 7) 重量: 4.9 oz (139 g)
- 8) 提供螺纹和非螺纹选项
- 9) 所有尺寸均以英寸 (毫米) 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
- 10) 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

法兰盘封装机械图



注:

- 1) 施加在M3或4-40螺钉的扭矩不应超过 6in-lb. (0.7 Nm).
- 2) 表面的基板平直度公差: 0.01" (0.25 mm)TIR
- 3) 引脚1-4,6-8和B的直径为 0.040" (1.02mm), 0.080"直径支座肩部
- 4) 引脚5和9的直径为 0.080" (2.03 mm), 0.125"直径的支座肩部
- 5) 其他引脚的扩展长度可选
- 6) 所有引脚: 材料 - 铜合金; 表面处理 - 镀镍锡
- 7) 未标注尺寸的元件仅供参考
- 8) 重量: 5.1oz (145g)
- 9) 所有尺寸均以英寸 (毫米) 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
- 10) 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