

隔离功率因数校正模块

85-264Vrms 输入电压	47 - 63Hz / 360 - 800Hz 输入频率	28Vdc 输出电压	325W 输出功率	≥0.99 功率因数	90% @ 115Vrms 92% @ 230Vrms 满载效率
--------------------	---------------------------------	---------------	--------------	---------------	--

隔离PFC功率因数校正模块是一款高功率、高效率的AC-DC模块，输入通用的交流工作产生隔离输出。调整和半调整（下垂版本）模块均可选用。在单相交流输入的应用中，通过与保持电容和AC滤波器搭建系统，Y-PFIC模块的输入电流为近乎完美的正弦波形（功率因数大于0.99）。该系列供应全密封封装，可应用于工业和交通等众多苛刻的环境中。

工作特性

- 隔离输出，输出功率325W
- 通用输入频率范围：47 - 63Hz / 360 - 800Hz
- 输入电压范围：85-264Vrms
- 功率因数≥0.99
- 高效率：大于92% (230Vrms)
- 内部浪涌限流
- 10V辅助电压
- 可并联（仅下垂版本）
- 兼容YOTTA的 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：4.8 oz (136 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
- AC功率良好信号
- DC功率良好信号

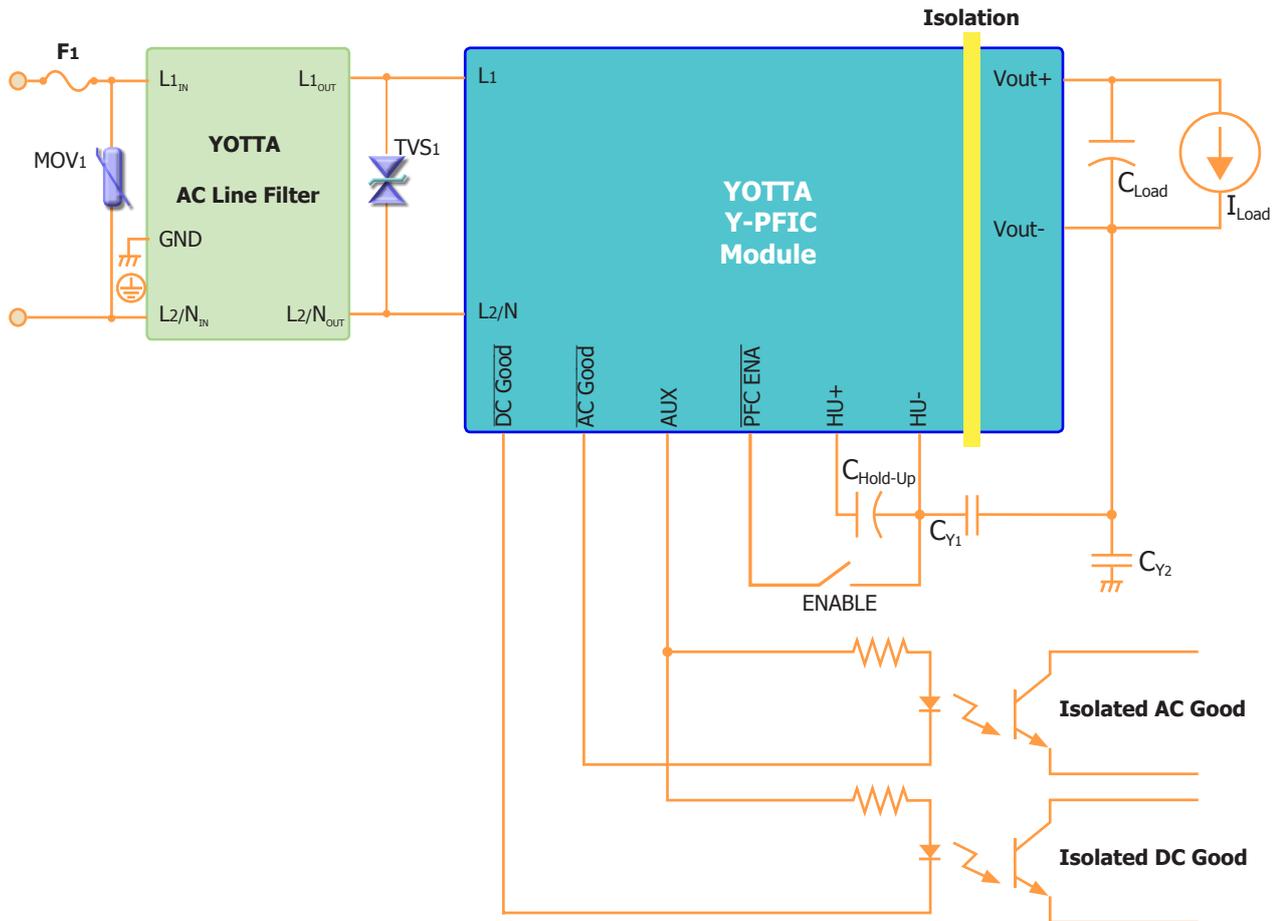
保护特性

- 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

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
全密封封装	10
全密封法兰盘封装	11
订购信息	11

典型应用



F_1 : 5A / 250V 保险丝
 MOV_1, TVS_1 : 必须防止所有瞬态峰值电压超过575V
 必须不超过期望工作范围
 $C_{Hold-Up}$: 50 - 500 μ F (取决于功率水平和输入频率)
 C_{Y1-Y2} : 见应用笔记中的“EMI考虑”

建议零件:
 F_1 : 250VAC, 5A; Littelfuse 0216010.MXEP
 MOV_1 : 300VAC, 60J; EPCOS S10K300E2
 TVS_1 : 400V, 3J; two VISHAY 1.5KE150CA devices connected in series
 $C_{Hold-Up}$: One 450V, 330 μ F; EPCOS B43508B5337M (-40°C)
 C_{Y1} : 3.3nF, 500VAC; Vishay VY1332M59Y5UQ6TV0
 C_{Y2} : 10nF, 300VAC; Vishay VY2103M63Y5US63V7

图 A: Y-PFIC 模块创建一个多输出 AC-DC 电源系统的典型应用

Y-PFICU28HTx12 电气特征

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 11.5A输出, 200uF 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。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)			575	Vpk	
隔离电压 (输入到输出)			4250	Vdc	
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 引脚	-0.3		16	V	参考HU-
电压 @ DC GOOD 和 引脚	-0.3		16	V	参考HU-
电流来自 AUX 引脚	0		10	mADC	
电压 @ PFC 使能引脚	-2		575	V	参考HU-
输入特征 (L1 到 L2/N)					
工作输入电压范围					
AC输入连续	85		264	Vrms	<90 Vrms时, 可用输出功率减少
AC输入 100ms 瞬态	40		290	Vrms	
输入欠压锁定		30		Vrms	持续时间>1s
输入过压关断		440			
工作输入频率	47		63	Hz	50/60Hz 范围, 启动
	360		800	Hz	400Hz 范围, 启动
	45		800		启动后, 模块可超过宽频率工作
AC输入电流功率因数		0.99			50/60Hz
		0.97			400Hz, 最小200W 输出
AC输入电流的总谐波失真		3		%	
AC输入电流浪涌					与YOTTA 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)		100	180	mArms	115Vrms输入
禁用AC输入电流		30	50	mArms	
最大输入功率			385	W	
最大输入电流			4.8	Arms	85 Vrms输入
输出特征					
输出电压设置点, 满载时					
标准选项	27.6	28.0	28.4	Vdc	
-D选项	26.3	27	27.3	Vdc	
总输出电压范围					
标准选项	27.3		28.7	Vdc	
-D选项	26.0		29.0	Vdc	
标准输出电压调整					
全输入范围		±0.3		%	Vin <160Vrms
全负载范围	-1.5		0.5	%	
全温度范围	-240		240	mV	
输出电压纹波和噪音					60Hz, 见注1
峰峰值			3.0	%	带200uF 保持电容
RMS			1.2	V	
工作输出电流范围	0		11.5	A	
输出限流					
115Vrms		13.0			
230Vrms		14.5			
最大输出电容			2,000	μF	
保持特性					
典型保持电压		400		Vdc	
保持电压范围	385		415	Vdc	保持电压随负载变化
保持过压保护阈值	440		460	Vdc	
保持欠压关断阈值		200		Vdc	
保持电容	50		500	μF	见注2
外部共模电容			20	nF	
效率					
50% 负载		90		%	效率曲线见图1
100% 负载		92		%	效率曲线见图1

注1: 200μF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: 最少需要50uF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流涌标准。这是因为模块依靠保持电容来吸收雷电流涌产生的能量。

Y-PFICU28HTx12 电气特征 (续)

工作条件 115Vrms, 60Hz 输入, 11.5A 输出, 200uF 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。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 (输入到输出)					
隔离测试电压 (介电强度)					
隔离电阻	100			MΩ	
隔离电容		100		pF	
隔离特征 (输入/输出到基板)					
隔离电压					
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					
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					
保持电容预充电					
预充电电流		50		mA	
保持短路耐受				s	
自由运行开关频率		250		kHz	
PFC 使能 (PFC ENA)					
断态电压	2			V	参考HU-
通态电压			0.8	V	
内部上拉电压		5		V	
内部上拉电阻		10		kΩ	
AC Good (AC Good)					
AC输入电压, AC Good	119		375	Vpk	参考HU-
下拉电阻			20	Ω	
DC Good (DC Good)					
下拉电阻			20	Ω	参考HU-
过温调节点					
辅助偏置电源		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	参考HU-
最大源电流			10	mA DC	
等效串联电阻		1		kΩ	
可靠性特征					
计算的 MTBF (Telcordia)		981		kHrs	地面良性, Tb = 70°C
计算的 MTBF (MIL-217) MIL-HDBK-217F		840		kHrs	地面良性, Tb = 70°C
现场演示的 MTBF				10 ⁶ Hrs	

技术图表

输入电压: 85-264Vrms
 输出电压: 28Vdc
 输出功率: 325W

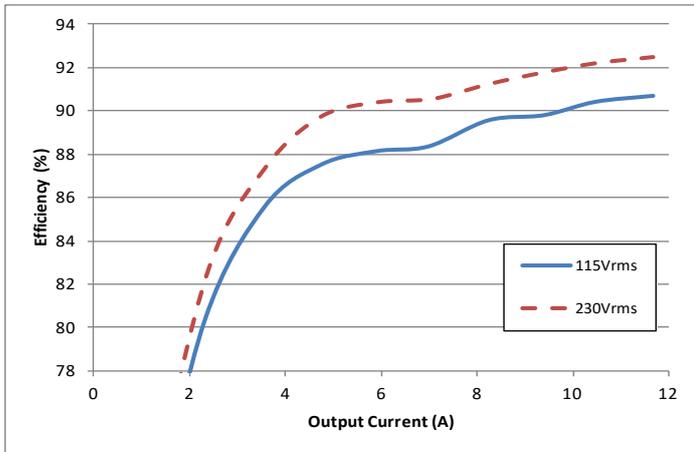


图1: 在25°C, 115Vrms和230Vrms(60Hz)时, 标称输出电压相对负载电流的效率

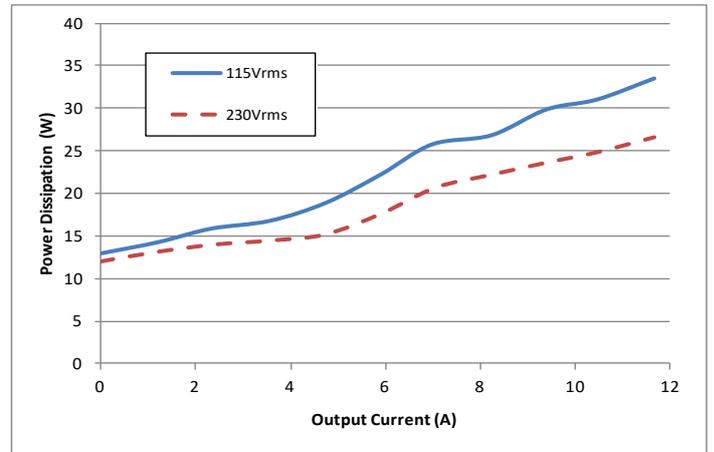


图2: 在25°C, 115Vrms和230Vrms(60Hz)时, 标称输出电压相对负载电流的功率消耗

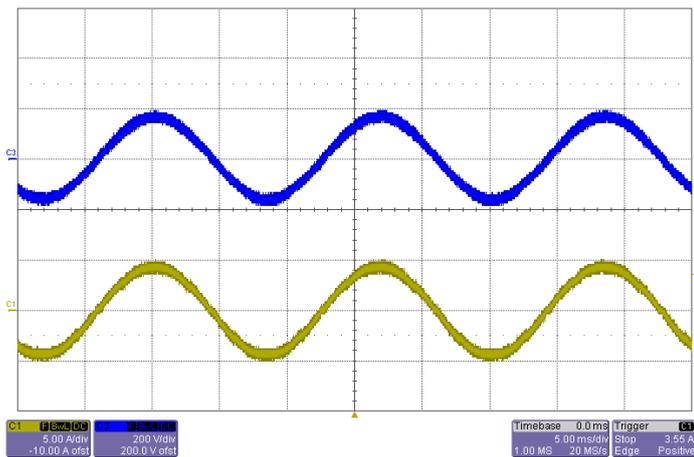


图3: 在全额定功率 (115Vrms, 60Hz) 时, 典型的输入电压和电流波形。上: Vin(200V/div), 下: Iin(5A/div), 时基: (5ms/div)

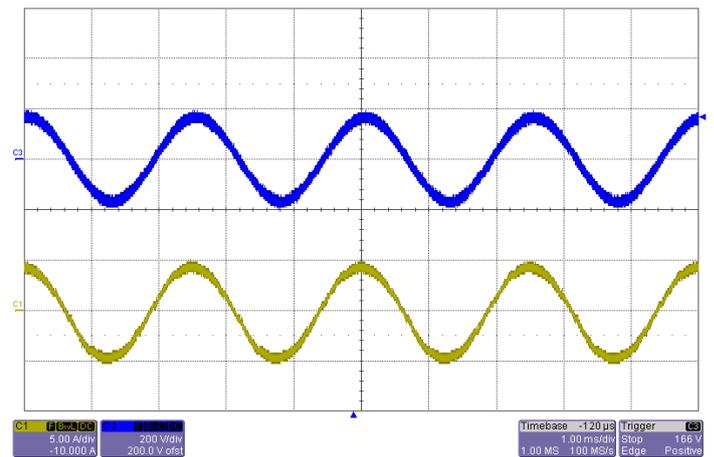


图4: 在全额定功率 (115Vrms, 400Hz) 时, 典型的输入电压和电流波形。上: Vin(200V/div), 下: Iin(5A/div), 时基: (1ms/div)

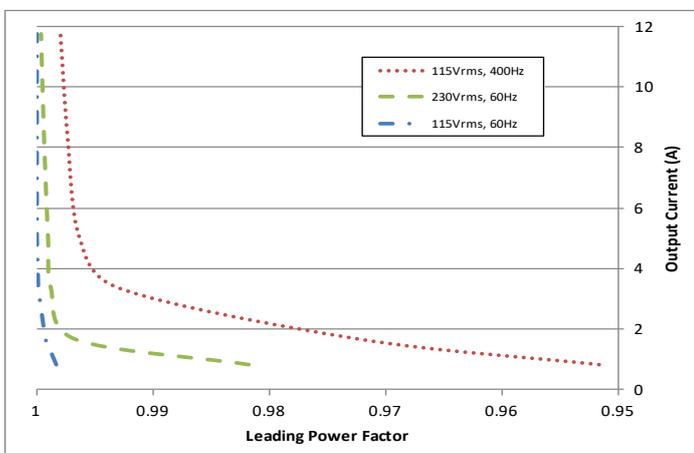


图5: 输出功率相对领先功率因数, 仅Y-PFIC模块

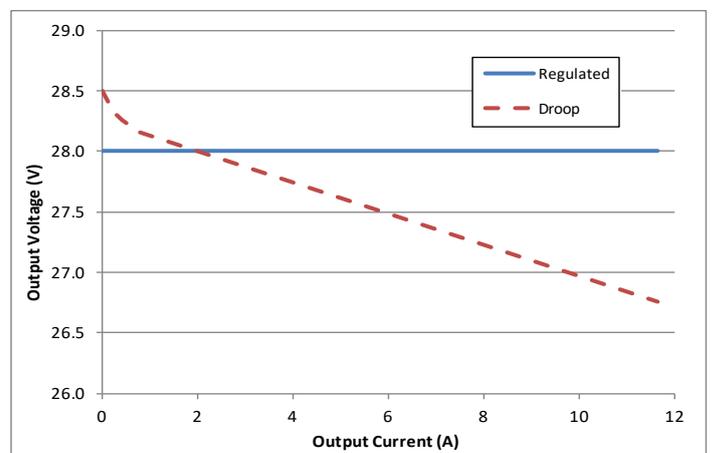


图6: 典型的输出电压相对输出电流, 调整和下垂版本输出

技术图表

输入电压: 85-264Vrms
输出电压: 28Vdc
输出功率: 325W

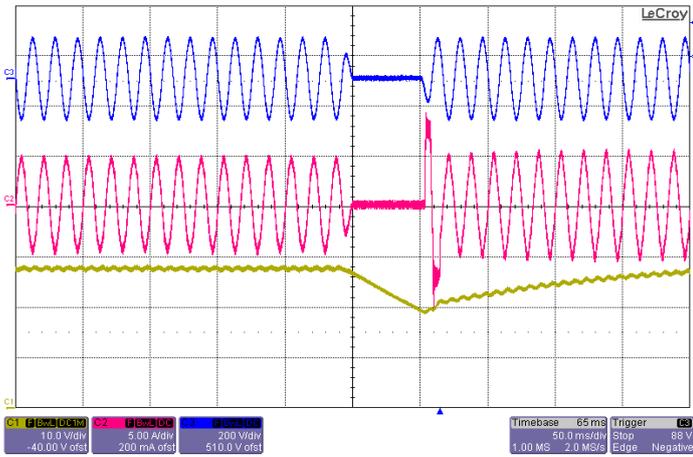


图7: 在满载电流 (115Vrms, 60Hz) 下使用400 μ F保持电容进行线压降。顶部: Vin (200V / div), 中: Iin (5A / div), 底部: Vout (10V / div), 时基: (50ms / div)

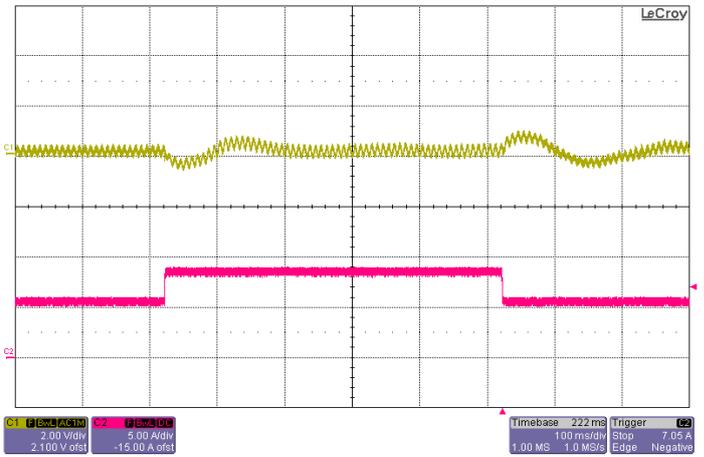


图8: 使用200 μ F保持电容 (Iout(max) 的50%-75%-50%, 115Vrms, 60Hz) 对负载电流的阶跃变化的输出电压响应顶部: Vout (2V / div), 底部: Iout (5A / div), 时基: (100ms / div)

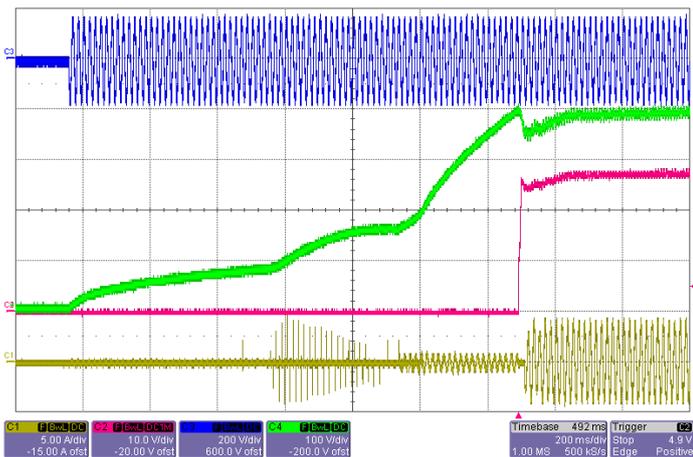


图9: 带200 μ F保持电容(115Vrms, 60Hz)的典型启动波形。Ch1: Iin (5A / div), Ch2: Vout (10V / div), Ch3: Vin (200V / div), Ch4: 保持电容电压(100V / div), 时基: (200ms / div)

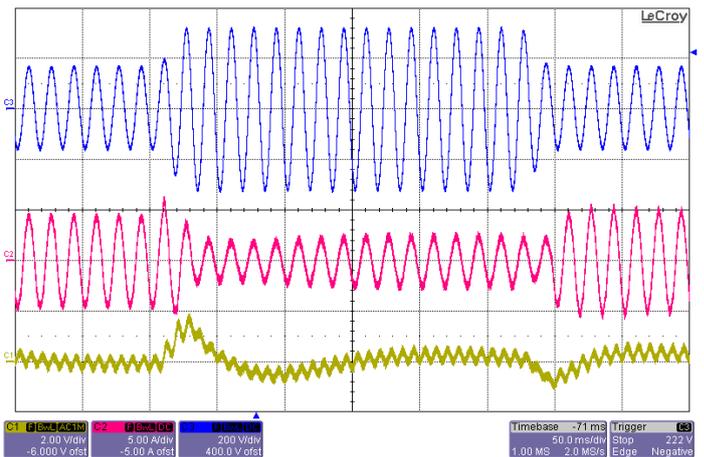


图10: 在满载电流(115Vrms-230Vrms-115Vrms, 60Hz)下使用200 μ F保持电容的输入电压瞬态响应, 上: Vin (200V / div), 中: Iin (5A / div), 下: Vout (2V / div), 时基: (50ms / div)

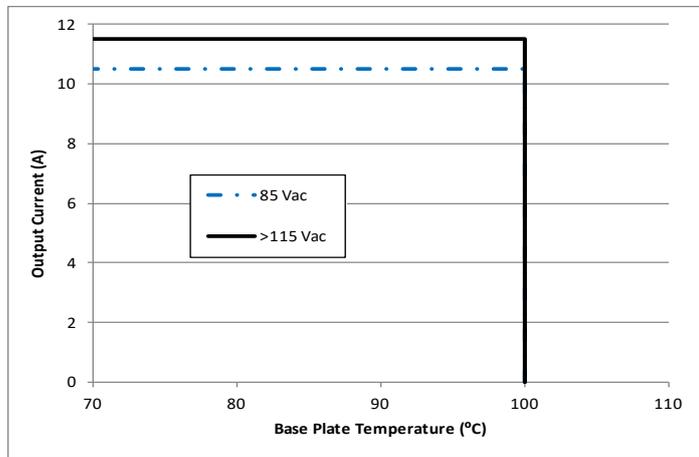


图11: 最大输出电流与基板温度降额曲线

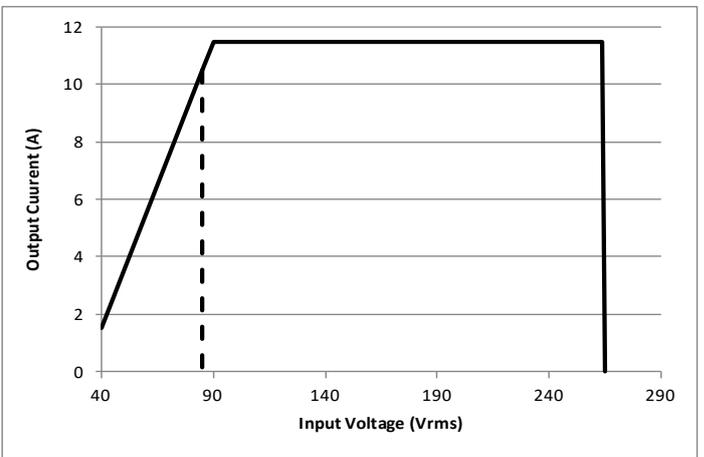


图12: 最大输出电流与输入电压的关系, 输出开启阈值为85Vrms

标准及认证测试

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
海拔	2	70,000 (21km)

EMC特性（带YOTTA交流滤波器）	
传导辐射	EN55011 和 EN55022, FCC PART 15
线路频率谐波	EN61000-3-2

基本功能介绍

Y-PFIC 为高效率、高功率密度的隔离功率因数校正模块，其工作在通用交流输入电压范围，提供隔离的 AC/DC 转换，有全调整和半调整（下垂均流）版本可选。PF>0.99，低 THD，并提供配套滤波器满足系统 EMI 测试相关需求。

启动时序

当交流输入电压接入时，无论 $\overline{\text{PFC ENABLE}}$ 信号是否使能，模块都将以最大 50mA 的电流对保持电容进行预充电，直至保持电容电压接近输入 AC 电压峰值 10V 范围内。如果此时 $\overline{\text{PFC ENABLE}}$ 信号为高电平（或悬空），模块会一直维持预充电状态，内部 Boost 电路及隔离转换电路都关闭，此时输出电压为 0V。当 $\overline{\text{PFC ENABLE}}$ 信号变为低电平后，模块内部的 Boost 电路开始工作并调整电容两端电压至额定值，然后隔离级开始工作并调整输出电压至额定值。

控制信号

辅助电源 AUX:

参考 HU-，输出范围（7-12V），最大输出电流 10mA，可用于控制电路供电。当保持电容两端电压大于 75V 时，AUX 电源保持正常供电。

PFC 使能:

参考 HU-，低电平有效，用于使能内部 Boost 电路和隔离输出电压。该引脚悬空或者高电平时 Boost 电路和隔离输出关断，当该引脚拉低至 HU- 时 Boost 电路开始工作直至保持电容电压接近输入 AC 电压峰值 10V 范围内，然后隔离输出部分开始工作至正常输出电压。

AC GOOD:

参考 HU-，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 $\overline{\text{AC GOOD}}$ 信号即可正常工作。

DC GOOD:

参考 HU-，用于指示隔离直流输出状态，当隔离输出电压在规格范围内该信号为低电平。注意在多个“D”版本模块并联时，在并联所有模块的 $\overline{\text{DC GOOD}}$ 信号变低之前总负载不要超过一个模块的额定负载。

保护功能

- 输入欠压保护：当模块输入电压跌落导致保持电压低于其下限值时，模块会关断输出。并且如果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模块会自动重启。
- 输入过压保护：当模块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 50mA 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会导致模块损坏。
- 输出限流保护：当模块输出电流超过其限流点时，输出过流保护电路动作，此时由于过量的电流会导致保持电压下降，进而导致输出电压下降。进入限流保护时模块会提供 1s 的持续供电然后关断并尝试自动重启。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。而在任何情况下如果保持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。
- 输出短路保护：当输出端发生短路时模块会关断隔离级的输出，然后模块会进入“打嗝”模式直至短路状态去除，此过程中 boost 电路仍然继续工作。
- 模块短路时的关断时间与工作频率有关，在 50/60Hz 频率时关断时间为 25 个周期，因此在 60Hz 时，关断时间计算为：

$$T_{\text{off}(60\text{Hz})} = \frac{25}{60} = 417\text{ms}$$

在 400Hz 频率时关断时间为 400 个周期，关断时间计算为：

$$T_{\text{off}(400\text{Hz})} = \frac{200}{400} = 500\text{ms}$$

- 过温保护：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，模块会重新启动。

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，即要求在输入出现电压跌落时能继续维持输出，此时需要配合外部的保持电容实现，此保持电容计算公式如下：

$$C_{\text{min}} = 2 \frac{P}{\eta_{\text{ISO}}} \Delta t / (V_i^2 - V_f^2)$$

其中：

C_{min} = 维持指定功率条件下所需电容的最小计算值

η_{ISO} = 隔离级的转换效率

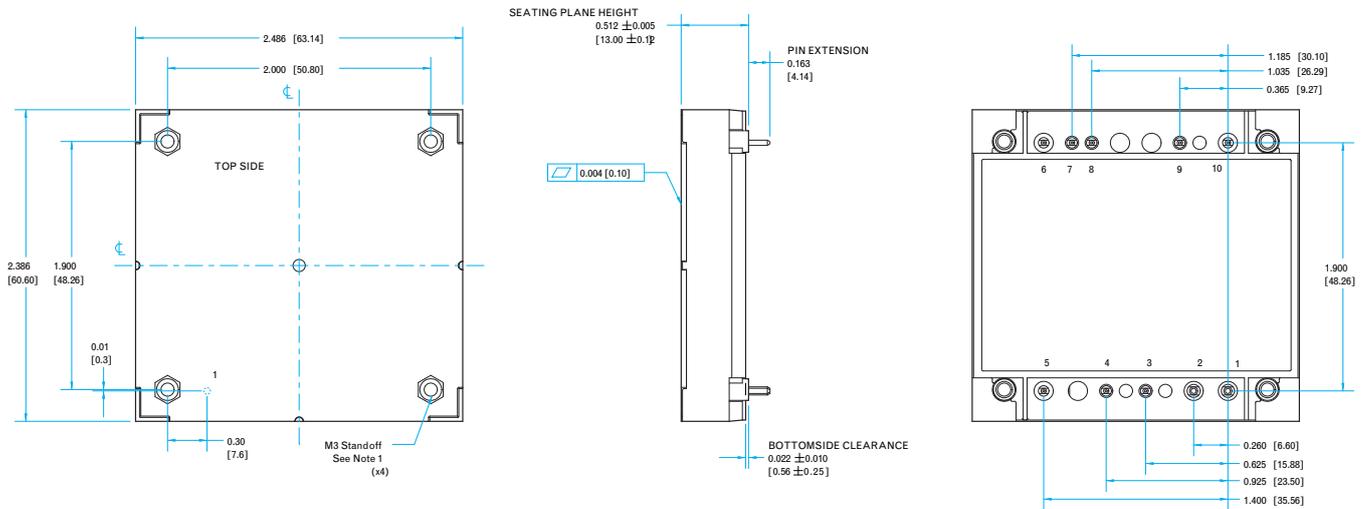
P 为掉电保持时的最大功率； Δt 为掉电时间；

V_i = 掉电时 hold-up 初始电压； V_f = 掉电时 hold-up 最低保持电压

并联应用

如果系统所需功率超过单个模块的最大功率时可以采用并联方式以获得更大功率，只有“D”版本支持并联，同时注意在并联应用时其启动负载不要超过单个模块的最大额定负载。

标准封装机械图



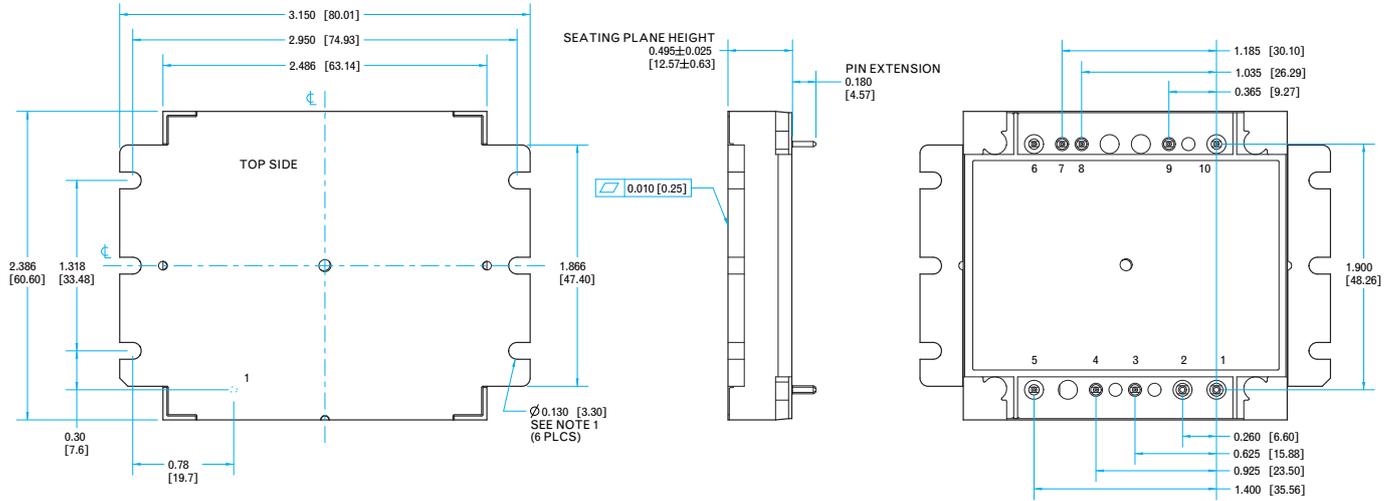
注:

- 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" (0.25mm) TIR
- 3) 引脚1,2的直径为 0.062" (1.57mm), 0.100" (2.54mm) 直径支座肩部
- 4) 引脚3-10的直径为 0.040" (1.02mm), 0.080" (2.03mm) 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: 4.8 oz (136g)
- 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	+VOUT	正输出电压
2	-VOUT	负输出电压
3	L1	AC Line 1
4	PFC ENA	负逻辑PFC使能, 参考HU-
5	L2/N	AC Line 2 / 中性
6	AC GOOD	负逻辑AC 电源输出良好信号, 参考HU-
7	DC GOOD	负逻辑DC 电源输出良好信号, 参考HU-
8	AUX	辅助偏置电源, 参考HU-
9	HU-	负保持电压
10	HU+	正保持电压

法兰盘封装机械图



注:

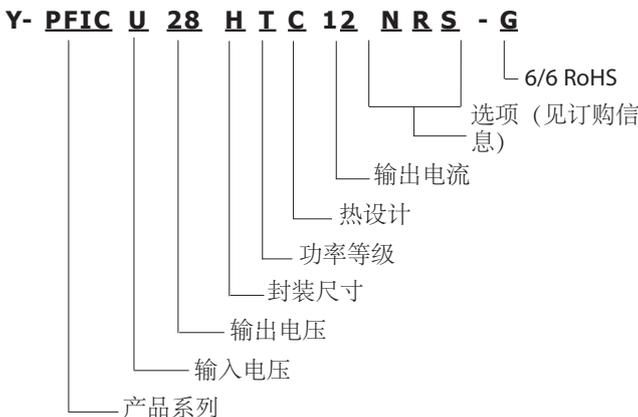
- 1) M3或4-40螺钉的施加扭矩不应超过 6in-lb. (0.7 Nm)
- 2) 表面的基板平直度公差为 0.01" (0.25mm) TIR
- 3) 引脚1,2的直径为 0.062" (1.57mm), 0.100" (2.54mm) 直径支座肩部
- 4) 引脚3-10的直径为 0.040" (1.02mm), 0.080" (2.03mm) 直径的支座肩部
- 5) 所有引脚: 材料 - 铜合金; 表面处理 - 镀镍锡
- 6) 未标注尺寸的元件仅供参考
- 7) 重量: 5.0 oz (142g)
- 8) 所有尺寸均以英寸 (毫米) 为单位
公差:
x.xx +/-0.02 in. (x.x +/-0.5mm)
x.xxx +/-0.010 in. (x.xx +/-0.25mm)
除非另有说明
- 9) 工艺: 符合或超过 IPC-A-610C Class II

引脚指定

引脚	名称	功能
1	+VOUT	正输出电压
2	-VOUT	负输出电压
3	L1	AC Line 1
4	PFC ENA	负逻辑PFC使能, 参考HU-
5	L2/N	AC Line 2 / 中性
6	AC GOOD	负逻辑AC 电源输出良好信号, 参考HU-
7	DC GOOD	负逻辑DC 电源输出良好信号, 参考HU-
8	AUX	辅助偏置电源, 参考HU-
9	HU-	负保持电压
10	HU+	正保持电压

型号命名系统

YOTTA 转换器产品命名系统遵循以下格式



订购信息

下表显示了此产品系列中转换器的有效型号和订购选项。订购时, 请确保使用完整的产品型号。

在型号中添加“-G”以符合6/6 ROHS要求。

型号	输入电压	输出电压	最大输出功率
Y-PFICU28HTw12NRz	85-264 V	28Vdc	325 A

在上面列出的型号中, 必须包括以下选项来代替wxyz空格。并非所有组合都提供有效型号, 请与YOTTA联系确认。

热设计	使能逻辑	引脚类型	功能集
w	x	y	z
C - 密封, 螺纹基板 D - 密封, 非螺纹基板 V - 密封带法兰盘	N - 负	R - 0.180"	S - 标准 D - 下垂