

说明

PT2432 是一个集成的 12V (PT2432A : 24V) 3 相无传感器无刷直流马达驱动器，并具有先进的保护功能。其中包括软启动电路，过热保护，堵转保护和限电流保护。PT2432 是非常适合无传感器马达应用，对于要求高效率风扇马达控制也非常理想。速度控制接口(VSP)可支持 PWM 和 DC 命令，允许从平稳低速到高速马达控制。PT2432 仅需要很少的外围器件，可实现紧凑的 PCB 布局。

PT2432 采用了全新的 BCD 工艺，只需要单一电源，而电压范围从 6 V 至 15V (PT2432A : 从 20V 至 28V)，采用 HTSSOP16 和 QFN48 封装，实现了优异的功率效率，使其成为集中、低成本、无传感器无刷直流马达系统完美解决方案。

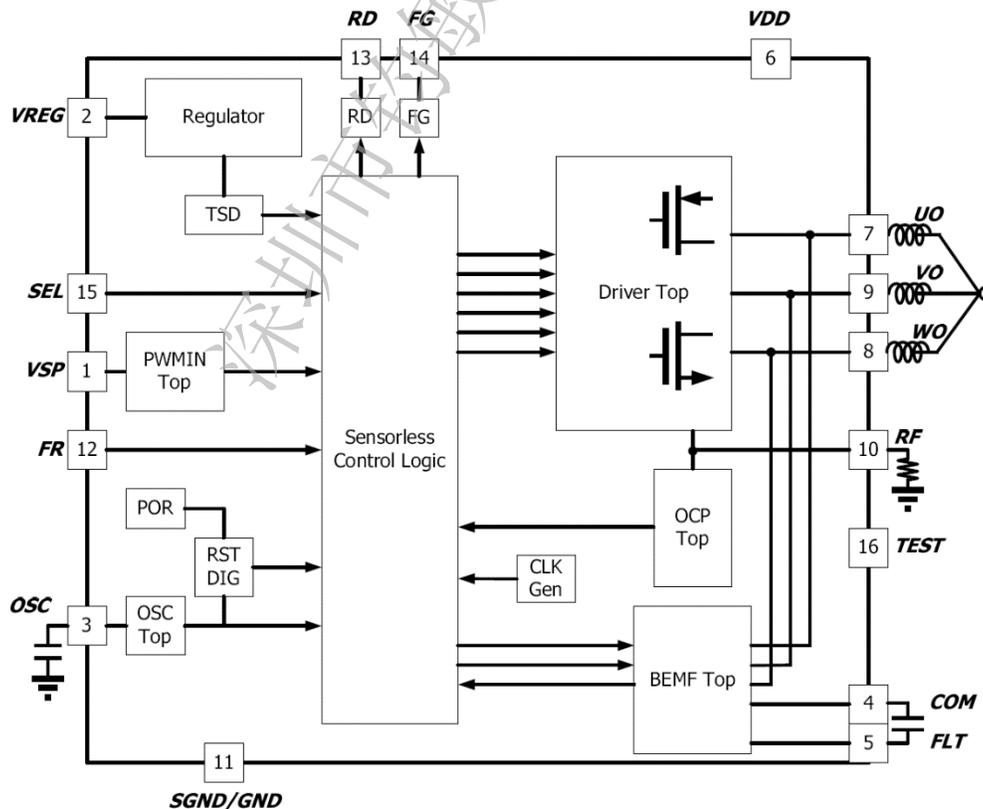
产品特色

- 多电源 BCD 技术
- 三相无传感器控制
- 软启动控制功能
- 软切换功能可静音运行
- 堵转保护功能
- 具有 30°C 迟滞窗口的过热保护功能
- 支持 PWM 或 DC 马达速度控制命令
- 可由一个外部精密电阻设置过电流限值
- FG 输出功能，提供了类似于霍尔传感器的脉冲信号

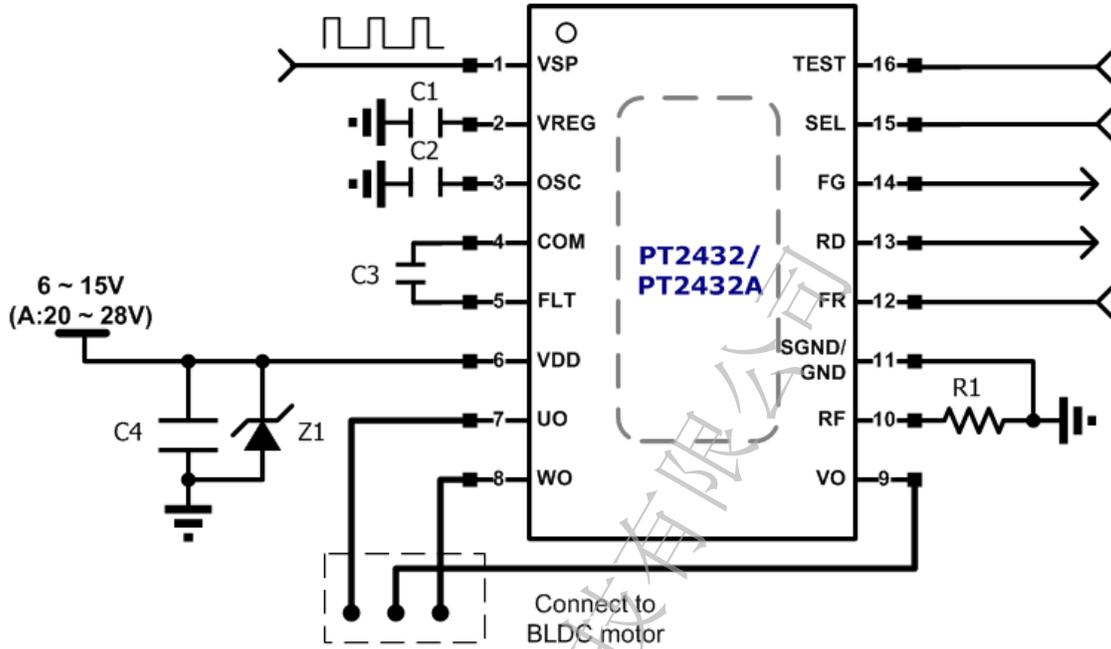
应用

- 三相无传感器无刷直流马达驱动器
- CPU，GPU，或服务器之风扇
- 水泵
- 小型电机

功能方块图



HTSSOP16 应用电路



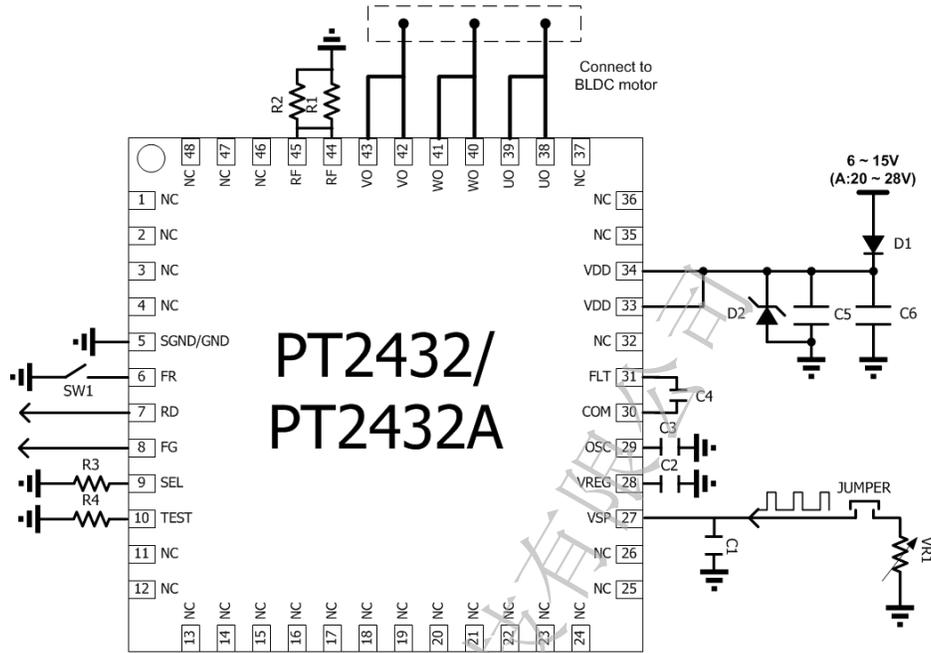
应用电路组件值表

部件	值	单位	描述
C1	1u	F	芯片内部稳压器的电容
*C2	1n	F	振荡器启动电容 · 100pF- 3.9nF
*C3	1n	F	ZC 信号低通滤波电容, 100pF ~ 10nF
C4	10u	F	电源去耦合电容
*R1	0.15	Ω	参考电压限流电阻
Z1	15 (A: 28)	V	尖峰电压稳压齐纳保护二极管
U1	PT2432	IC	3 相无传感器驱动芯片

注：1. C2 和 C3 是取决于马达类型.

2. R1 是取决于马达的应用.

QFN48 应用线路



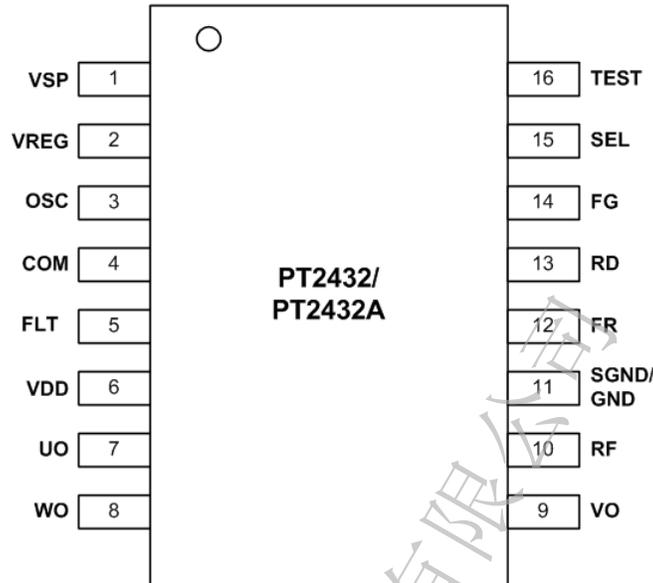
应用电路组件值表

部件	值	单位	描述
C1	100p	F	输入噪声滤波电容
C2	1u	F	芯片内部稳压器的电容
C3	560p	F	振荡器启动电容 · 100pF - 3.9nF
C4	1n	F	ZC 信号低通滤波电容, 100pF ~ 10nF
C5	10u	F	电源去耦合电容
C6	100n	F	电源去耦合电容
R1	0.39	Ω	参考电压限流电阻
R2	0.39	Ω	参考电压限流电阻
R3	NC	Ω	功能选择
R4	NC	Ω	功能选择
D1	1N5819	V	防止 BEMF 回授到电源
D2	15 (A: 28)	V	尖峰电压稳压齐纳保护二极管
VR1	500K	Ω	控制 PWM 模拟电压
C4	10u	F	电源去耦合电容
U1	PT2432	IC	3 相无传感器驱动芯片

注：1. C3 和 C4 是取决于马达类型。

2. R1 和 R2 是取决于马达的应用。

HTSSOP16 引脚配置

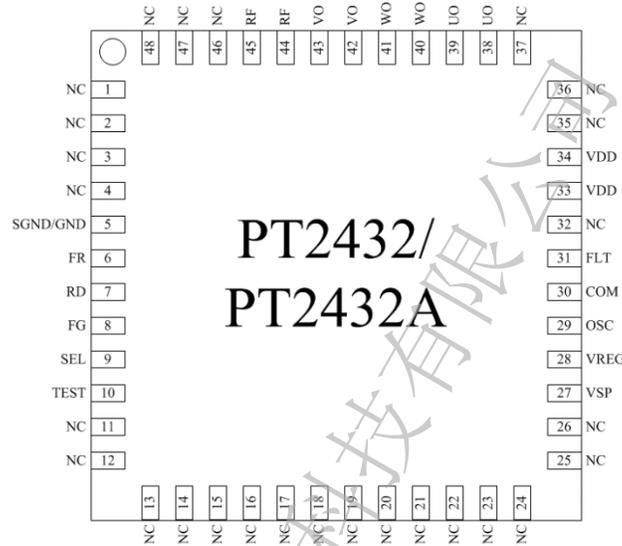


引脚说明

引脚名称	输入/输出	描述	引脚编号
VSP	I	速度指令输入引脚（接受 DC 或 PWM 信号），空接时为全速运转。	1
VREG	P	稳压输出引脚。一个 2.2 μ F 旁路电容接地。	2
OSC	IO	启动频率与锁住模式时间设置输入引脚。 连接一个 2.2nF 电容接地则为 10 秒锁住时间	3
COM	I	马达中间点连接的反电动势检测的参考点。	4
FLT	I	反电动势信号滤波器输入引脚	5
VDD	P	高电压电源引脚	6
UO	O	马达驱动器引脚 U（连接至马达线圈的 U 相）。	7
WO	O	马达驱动器引脚 W（连接至马达线圈的 W 相）。	8
VO	O	马达驱动器引脚 V（连接至马达线圈的 V 相）。	9
RF	O	电流检测信号输出引脚 连接一个 0.3 欧姆电阻接地，作为 1A 的输出电流限制	10
GND/SGND	P	高电压与低电压接地信号引脚	11
FR	I	正向或反向选择输入引脚。更改状态时需断电。	12
RD	O	锁住模式信号输出端子（5V CMOS 逻辑）	13

FG	O	风扇转速信号输出端子 (5V CMOS 逻辑)	14
SEL	I	Test1 的输入引脚	15
TEST	I	Test2 的输入引脚	16
Heatsink	P	背面散热片.	back-side

QFN48 引脚配置



引脚说明

引脚名称	输入/输出	描述	引脚编号
GND/SGND	P	高电压与低电压接地信号引脚	5
FR	I	正向或反向选择输入引脚。更改状态时需断电。	6
RD	O	锁住模式信号输出端子 (5V CMOS 逻辑)	7
FG	O	风扇转速信号输出端子 (5V CMOS 逻辑)	8
SEL	I	Test1 的输入引脚	9
TEST	I	Test2 的输入引脚	10
VSP	I	速度指令输入引脚 (接受 DC 或 PWM 信号)。空接时为全速运转。	27
VREG	IO	稳压输出引脚。一个 2.2μF 旁路电容接地。	28
OSC	IO	启动频率设置输入引脚。	29
COM	I	马达中间点连接的反电动势检测的参考。	30
FLT	I	反电动势信号滤波器输入引脚	31
VDD	P	高电压电源引脚	33,34

UO	O	马达驱动器引脚 U (连接至马达线圈的 U 相) 。	38,39
WO	O	马达驱动器引脚 W (连接至马达线圈的 W 相) 。	40,41
VO	O	马达驱动器引脚 V (连接至马达线圈的 V 相) 。	42,43
RF	O	电流检测信号输出引脚 连接一个 0.3 欧姆电阻接地，作为 1A 的输出电流限制	44,45
NC		空接	1-4,11-26,32, 35-37,46-48
Heatsink	P	背面散热片.	back-side

功能說明

电源

PT2432 提供一种内建电压稳压器，除了输出驱动级外，供电给模拟与数字电路区块。驱动级的负载是马达线圈，呈现电感特性，当马达开始转动，会引导出大电流和尖峰电压。需要一个合适的旁路电容，并尽可能的放置接近 VDD 引脚来减少这些尖峰。此外，加入一个 15V (PT2432A : 28V) 齐纳二极管将帮助抵御从马达反电动势 (BEMF) 电压。PT2432 支持电源电压范围从 6 伏特到 15 V 操作 (PT2432A : 从 20 V 到 28 伏) 。

PWM 或 DC 输入速度控制

该 PT2432 提供了一个外部 DC 或 PWM 控制输入引脚 VSP 来调节马达的转速。在 PWM 输入，高电位需要大于 3.0V 和低电位要小于 0.3V。建议 PWM 频率是 5KHz 到 25KHz。在模拟 DC 输入，所述电压控制范围应为 0.3V 至 3.0V。当 VSP 引脚悬空，内部上拉逻辑将设置马达全速 100% 运行。

PT2432 没有速度控制环。速度信息可以从 FG 信号来确定。

启动

无传感器控制的最困难的部分是在启动过程中，因为转子的位置是未知的，且反电动势信号较弱或无法检测。该 PT2432 启动方法是初始位置对准和渐进的控制电压增加 (或 PWM 占空比增加) 来实现马达励磁和旋转。初始位置对准可能导致转子随机正转或反转一个周期启动时间。不清楚的 ZC 信号将使马达起动不良。如果马达动不成功超过一定时间，PT2432 将进入堵转保护模式。

为适应不同的马达的负荷要求，调整连接到 OSC 引脚的电容值将允许电机启动顺利。OSC 电容值的范围是约 100pF 至 3.9nF。更小，更快的马达通常需要更小的电容值，而更大和更慢的马达需要更大的电容值。

无传感器控制

PT2432 控制方案是基于无传感器 (没有必需的霍尔传感器) 的梯形波。主要好处是，无需霍尔传感器，进而降低模块成本以及温度变化的问题。无传感器控制的回馈实现主要是通过测量马达正在旋转时，马达线圈的感应出的 BEMF。当马达被控制，UVW 线圈端点电压 (相电压) 中结合控制信号和 BEMF，使得难以从相电压分开反电动势。利用马达换向时，

空转马达一段时间（在一个特定的角度），是一种可以获得反电动势信号的方法。在一般情况下，纯矩形波控制是空接电器角度为 60°，一般称为 120°换相控制。梯形波控制空接电器角度为 30°到 60°。也有称为 150°的换向控制。

PT2432 通过使用分压电阻来降低相电压低于 5V，允许模拟电路来处理信号，并产生过零（ZC）信号，来感测 UVW 换相。因为马达，工作电压，速度和其它因素造成系统噪声太大或马达的 BEMF 信号太弱都会影响 ZC 信号准确性，并且这可能导致控制故障，可透过调整 UVW 滤波器来改善。PT2432 的采用软切换控制方式可以帮助降低可听见的马达电流噪声。

电流限制

PT2432 通过感测用电阻，得到一个与相对相电流相关的电压（在 RF 引脚）达成一个电流限制功能。检测到的 RF 电压超过 0.3V 时，关闭 PWM 工作模式。RF 电压信号变得低于 0.3V 后，PWM 操作重新开始。

堵转保护

当无传感器控制无法确定任何有效的 BEMF，控制算法将迫使马达进入堵转保护模式。几秒钟后，控制算法将尝试重新启动马达。如果马达启动成功后，将继续进行正常操作。但是，如果马达仍无法启动，控制算法将恢复到堵转保护模式，将再次尝试几秒钟后重新启动马达。当控制算法进入堵转保护模式，在 RD 引脚将显示一个高电压位准。

过温保护

PT2432 包括嵌入的热感测电路。当芯片内部温度超过 150°C，PT2432 将关闭输出驱动器级。一旦芯片内部温度降低到低于 120°C，PT2432 将再次正常操作。

FG 输出速度信息

PT2432 提供了 FG 输出可以监测马达的转速。当转子运行超过一（电器）周期，FG 引脚将输出一高一低信号。计算旋转速度时，需要知道转子磁极的数量。例如，如果转子具有 8 极（四对 NS），马达的一个循环将产生 4 个 FG 输出。电动机转动速度多是以 RPM（每分钟转数）来表示，而旋转速度可由以下简单的公式转换

$$\text{RPM} = \text{FG} \times 120 / \text{POLE},$$

其中 FG 是以 Hz 为单位，POLE 是转子的极数。

正向与逆向设定

PT2432 可以被设置为顺向或经由 FR 引脚进入反向模式。如果 FR 模式改变时，马达会自动停止，然后再向反方向旋转。

COM 和 FLT 引脚之间的电容值选择

PT2432 是透过比较马达旋转产生的反电动势和 3 相虚拟中点电压产生 ZC 讯号，来检测马达位置。然而，从电机启动时或旋转引起的噪声可能会干扰过零讯号的准确性，这可能导致在启动时失败或降低马达效率。在 COM 和 FLT 引脚之间的电容器有助于减轻噪声干扰的影响。推荐范围电容值是 0.1nF 至 10nF，因使滤波电容也会影响到判断换相延迟，所以

通常转速越高的马达电容值越小，才不会因过多的延迟对效率造成影响。

绝对最大额定值

参数	符号	条件	最大	单位
VDD 电源电压	VDDmax	PT2432 No break down	20	V
		PT2432A No break down	30	V
输出引脚电流 ⁽¹⁾	Iout,max	PT2432 UO, VO, WO pins	1.5	A
		PT2432A UO, VO, WO pins	1.0	A
输入引脚承受电压	Vin,max	PWM, OSC, FR, SEL, TEST	6	V
消耗功率 1	Pd,max1	Independent IC	0.3	W
消耗功率 2	Pd,max2	Mounted on evaluation board ⁽²⁾	1.2	W
工作温度	Topr	–	–40 to +125	°C
储存温度	Tstg	–	–40 to +150	°C

注: 1. 500ms 的测试时间并安装在具有散热片的指定区域。

2. 装在有散热片的板上。

电气特性

(标准条件 VDD = 12V, T = 25°C)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
VDD 电源电压	VDD	PT2432	6.0	–	15	V
		PT2432A	20.0	–	28	V
电源电流 1	IDD 1	PWM pin = VREG, without load	–	3.0	5.0	mA
PMOS 功率晶体电阻	RPdson	I _o = 500mA	–	0.3	0.4	Ω
NMOS 功率晶体电阻	RNdson	I _o = 500mA	–	0.3	0.4	Ω
OSC 引脚充电电流	Iosc 1	OSC pin	–	–5.6	–	μA
OSC 引脚放电电流	Iosc 2	OSC pin	–	5.6	–	μA
VREG 引脚电压	Vreg	No load	4.5	5	5.5	V
VSP 内建上拉电阻	Rvsp	Pull-up to VREG internally	–	150	–	KΩ
VSP DC 直流控制	DCvsp	VSP input	0.3	–	3.0	V
VSP PWM 频率	Fpwm	VSP input	5	–	25	KHz
VSP PWM 高电平输入	Vpwmh	VSP input , PWM voltage rising	3.3	–	5	V
VSP PWM 低电平输入	Vpwml	VSP input PWM voltage falling	0	–	0.3	V
逻辑输入上拉电流	Isource	FR, SEL, TEST pins	–	–	10	μA
逻辑输出高电平	Voh	RD, FG pins	4.5	–	–	V
逻辑输出低电平	Vol	RD, FG pins	–	–	0.5	V
电流限制电压	Vrf	–	0.25	0.3	0.35	V
过温保护	Tshdn	Temperature increasing, design target	–	150	–	°C

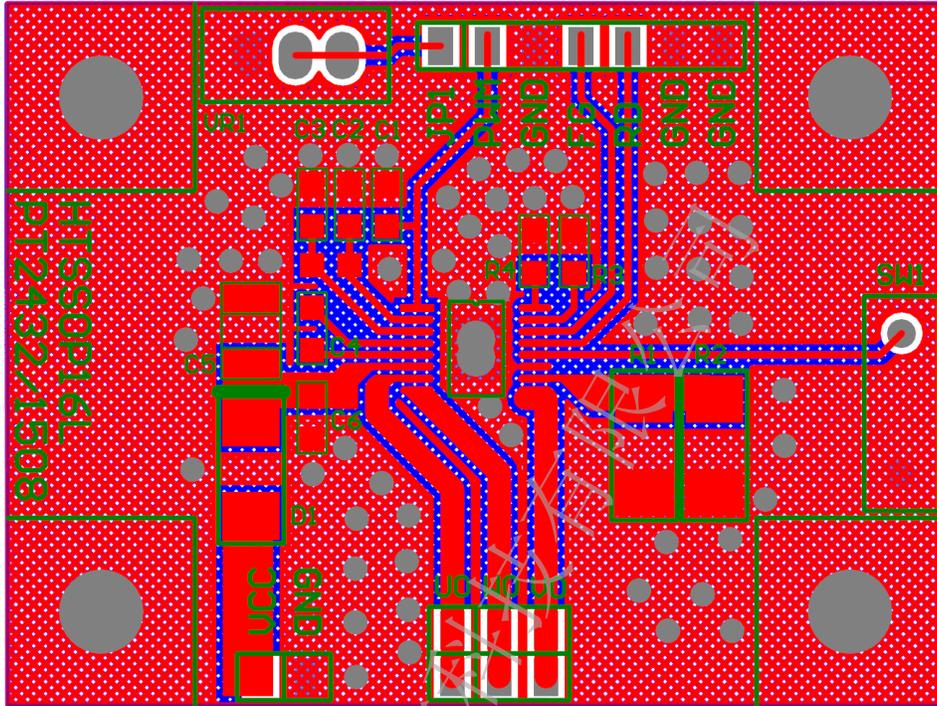


过温保护释放	Trel	Temperature decreasing, design target	-	120	-	°C
--------	------	--	---	-----	---	----

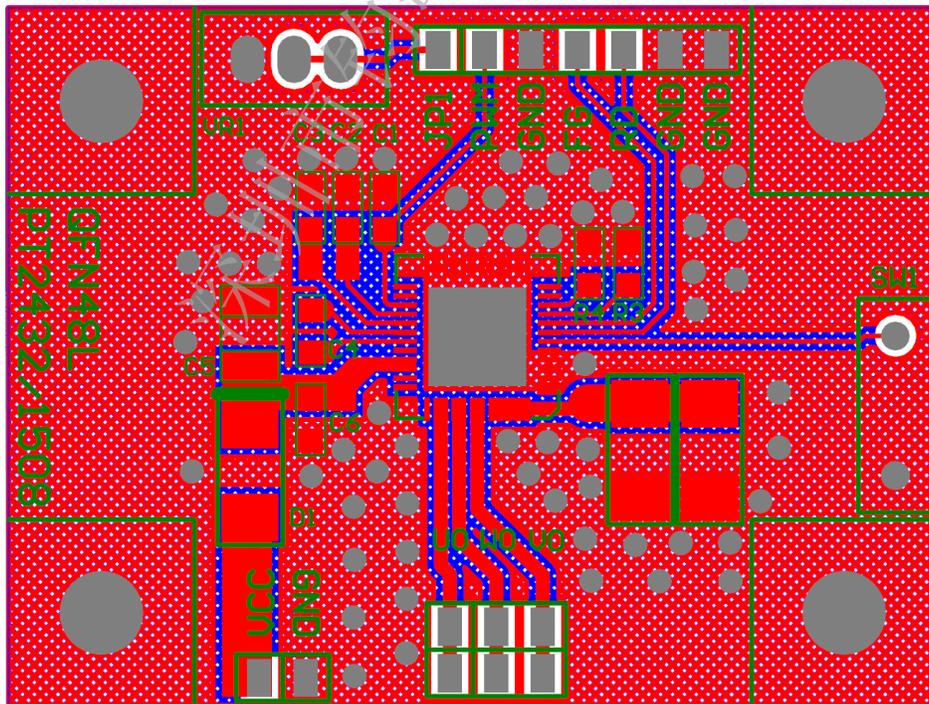
深圳市钧敏科技有限公司

评估 PCB

16 引脚, HTSSOP (Shrink Small Outline Package with Heat Sink)

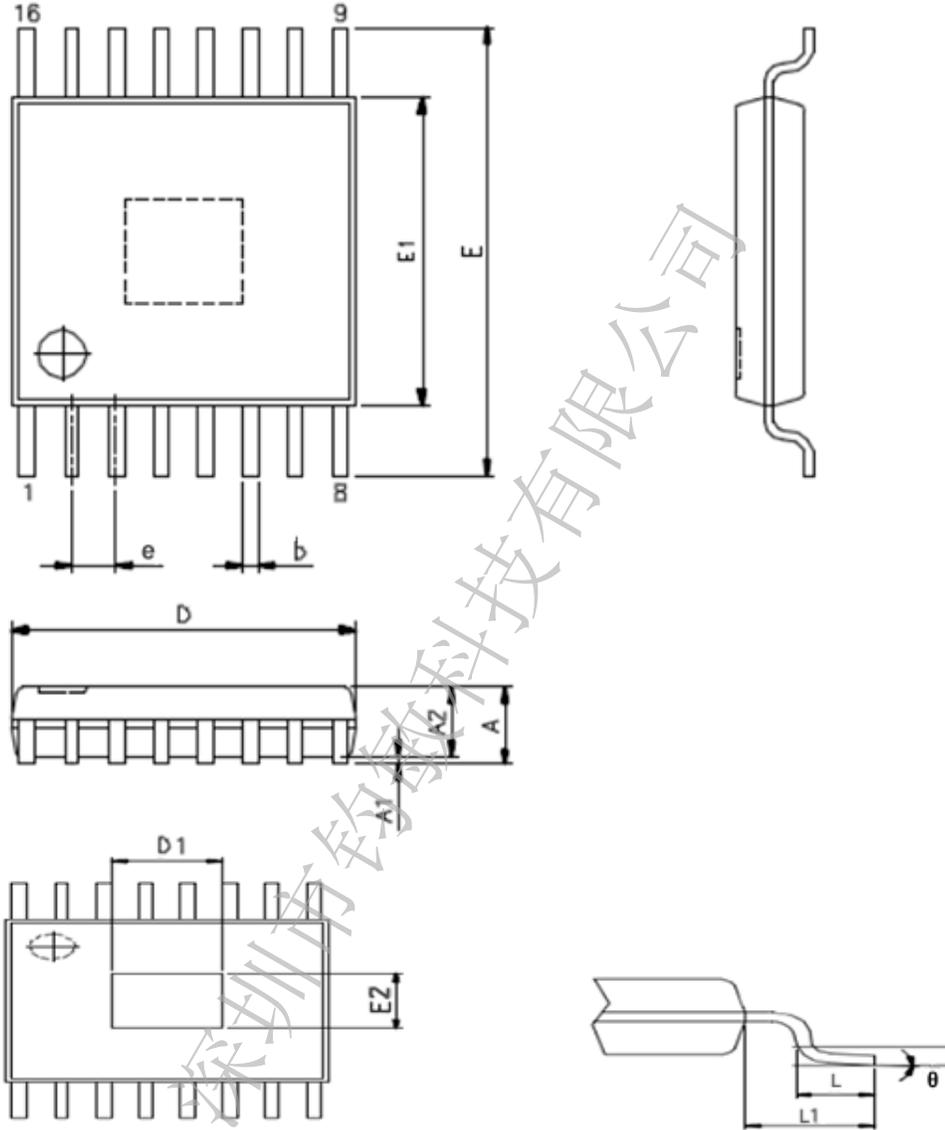


48 引脚, QFN (Quad Flat No Lead Package)



封装信息

16 引脚, HTSSOP (Shrink Small Outline Package with Heat Sink)



Symbol	Dimensions(mm)		
	Min.	Nom.	Max.
A	-	-	1.20
A1	0.00	-	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
b	0.19	-	0.30
D	4.90	5.00	5.10
D1	1.98	-	3.00
E	6.4 BSC		



E1	4.30	4.40	4.50
E2	1.98	-	3.00
e	0.65 BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00 REF		
θ	0°	-	8°

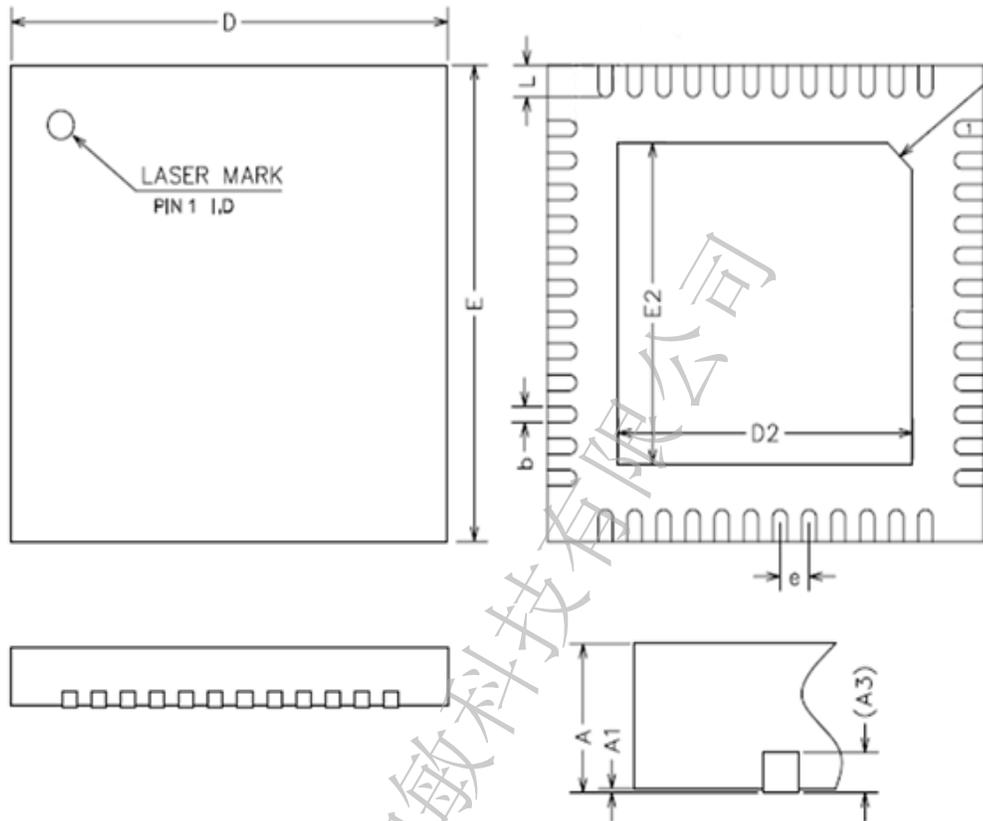
注:

1. 参考 JEDEC MO-153 AB/ABT (Thermally Enhanced Variations only)
2. 单位: mm

深圳市钧敏科技有限公司

封装信息

48 引脚, QFN (Quad Flat No Lead Package)



Symbol	Dimensions(mm)		
	Min.	Nom.	Max.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.20 REF.		
b	0.20	0.25	0.30
D	7.00 BSC		
D2	5.20	5.30	5.40
E	7.00 BSC		
E2	5.20	5.30	5.40
e	0.50 BSC		
L	0.35	0.40	0.45

注:

1. 参考 JEDEC MO-220 WKKD
2. 单位 : mm

重要通知

普诚科技股份有限公司 (PTC) 保留随时更正 · 修改 · 补充 · 改进和其它改变其产品 · 并停止任何产品 · 恕不另行通知于任何时间的权利。

PTC 可以不承担使用比电路完全体现在 PTC 产品以外的任何电路的责任。也不提供其专利许可。

普诚科技股份有限公司

2F · 233-1 · 宝侨路

新店区 · 新北市 23145 · 台湾

联系电话：886-2-66296288

传真：886-2-29174598

<http://www.princeton.com.tw>

深圳市钧敏科技有限公司



REVISION HISTORY

Date	Revision No.	Reference No.	Modification
01/18/2016	PT2432 Pre 1.0	MAC1601012	Initial version
10/20/2016	PT2432 Pre 1.1_c	MAC1610009	Modify the operation temperature/Rdson

深圳市鈞敏科技有限公司