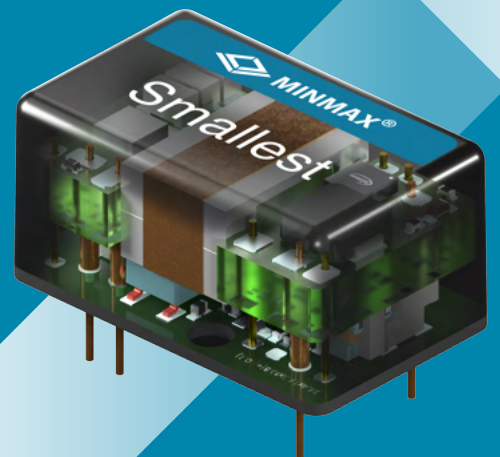




小巧之中 实力满格

- ◆ 微型化
- ◆ 高效率
- ◆ 宽工作环境温度范围
- ◆ 高可靠性



电源设计优势总览

Power Design Advantages

在更小体积中实现更高效率与更优散热性能，全面提升电源模块的稳定性与可靠性。

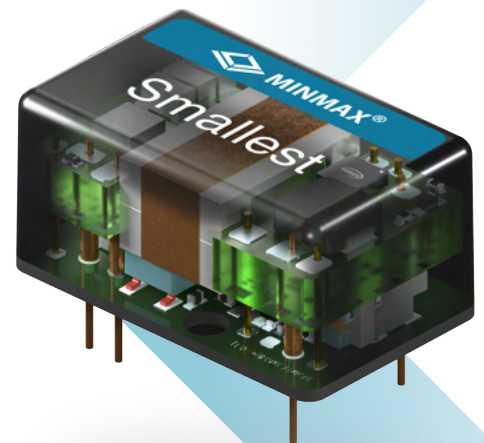
93% 更高的转换效率

81% 更小的产品尺寸

85°C 更宽的工作环境温度范围

5.2x 更高的功率密度

1000+ 更高的可靠度
TCT Cycles



MINMAX捷拓科技致力于微型化电源模块的开发，在持续缩小产品体积的同时，兼顾产品性能、散热表现与整体可靠性，为客户提供更高功率密度、更高效率的电源解决方案。

在新系列中，我们进一步实现了更高转换效率、更小产品尺寸、更高工作温度以及更高功率密度，展现微型化设计与产品性能同步提升的技术成果。

微型化

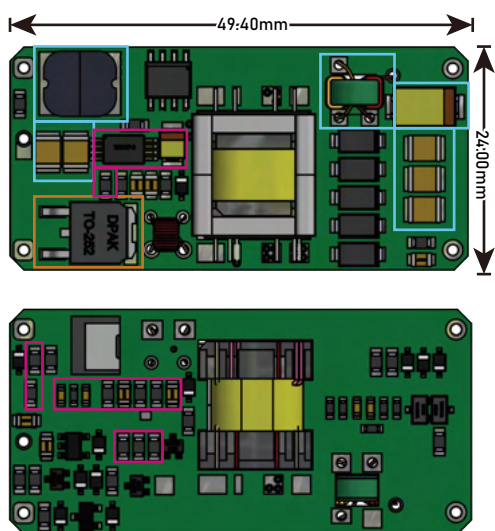
SMALLEST

通过采用高度集成的 PWM 控制 IC, 可减少外围元件数量, 使整体元件占用面积降低超过 50%。同时, 主开关 MOSFET 由 TO-252 封装缩小为更紧凑的 PQFN 封装, 使器件尺寸几乎减半, 进一步提升电路集成度并释放更多 PCB 空间。

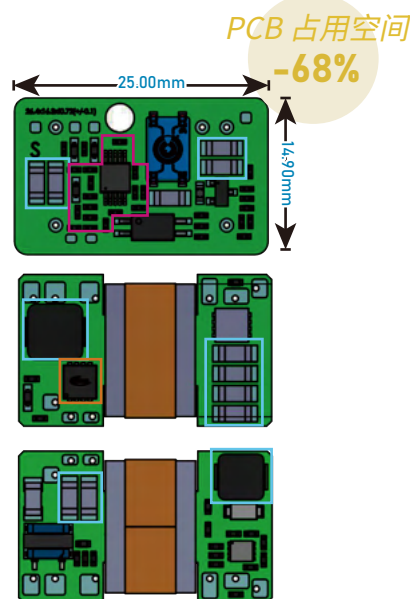
此外, 通过提高开关频率 (Switching Frequency), 可降低输出滤波需求并减少被动器件体积, 使电源模块在保持高效率的同时, 实现低高度与高功率密度的微型化设计。

在整体设计优化下, 产品重量也由 36g 降至 15.68g (减少超过 56%)。这不仅有助于实现产品小型化与系统轻量化, 还能降低材料使用量与碳排放, 进一步支持可持续设计 (Sustainable Design)。

前代产品系列



全新系列



前代产品系列 vs. 全新系列控制器件对比

	前代产品系列	全新系列
封装尺寸	约 6.6 × 3.1 mm	约 4.0 × 3.0 mm
封装特性	传统引脚型封装, 制造工艺已趋成熟	小型化封装, 底部裸露焊盘增强散热与接地; 集成更多功能, 包括 UVLO、LDO、SCP、OTP、OCP 自动补偿, 并支持轻载 Green Mode
散热性能	一般	较好 (带 Exposed Pad)

更小型 · 更轻量 · 更高效率
推动 ESG 与可持续发展

- 降低碳足迹
- 减少材料使用
- 节能
- 更长的产品寿命

前代产品系列 vs. 新系列主开关 MOSFET对比

	前代产品系列	全新系列
主开关 MOSFET	TO-252	PQFN
封装形式	带引脚 + 金属背板的功率封装	无引脚、底部散热焊盘的扁平封装
散热性能	背部金属片可焊接到散热铜层, 散热性能良好 (尤其适合双面散热设计)	通过底部大面积裸露焊盘导热, 热阻更低, 散热性能更优
封装尺寸	较大 (约 6.5 × 6.7 mm)	较小 (约 3.3 × 3.3 mm)

高效率

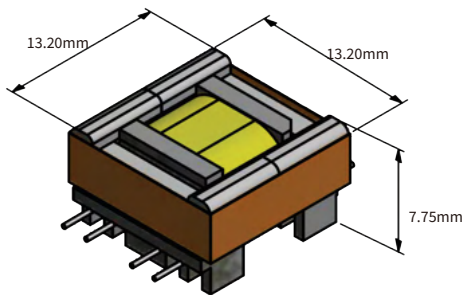
HIGH EFFICIENCY

为了在电源模块设计中实现微型化，工程师需要同时优化磁性器件的尺寸与性能。其中，变压器的优化设计是关键方法之一。

通过采用平面 PCB 绕组结构 (Planar PCB Winding Structure)，可以提升变压器的耦合效率，降低漏感和能量损耗，并减少对缓冲电路 (Snubber Circuits) 的需求。再结合低电压、高性能 MOSFET，即可在不增加额外器件的情况下提升整体系统效率。

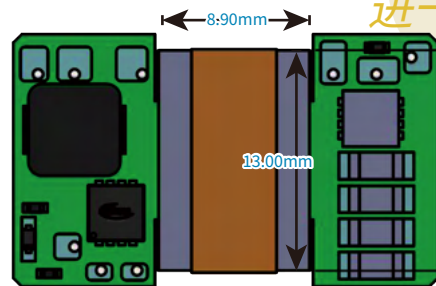
更高的开关频率 (Switching Frequency) 能够在保持可靠耦合的同时使用更小尺寸的磁芯。效率的提升还可降低功率损耗与热应力，从而延长产品寿命，并进一步支持 ESG (环境、社会与公司治理) 相关目标。

前代产品系列



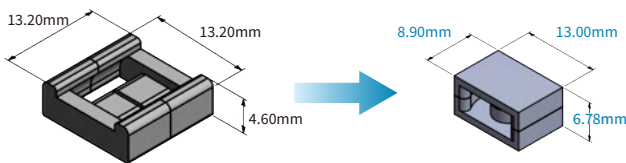
传统 (常规) 绕线式变压器

全新系列



平板式变压器

前代产品系列 vs. 全新系列铁芯体积对比

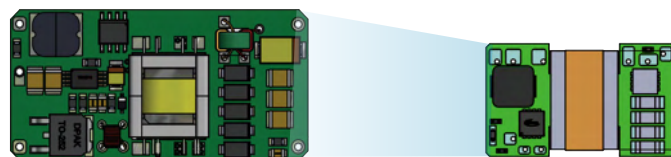


	前代产品系列	全新系列
铁芯占用体积 (mm ³)	801.504	784.446

为何选择平板式变压器?

- 更低外形高度
使电源模块更薄型化，并支持更紧凑的系统设计。
- 更低的电流密度 (一般情况下)
更宽的铜导体路径可减少电流拥挤效应，并降低局部过热 (热点) 的产生。
- 更高功率密度
针对高频开关架构进行优化设计。
- 更优散热表现
大面积铜箔有助于热扩散与温度均匀分布。
- 一致且可扩展的制造
适用于高产量和高可靠性的应用需求。

前代产品系列 vs. 全新系列电流密度对比



	前代产品系列	全新系列
一次侧电流密度 (A/mm ²)	19.26	7.64
二次侧电流密度 (A/mm ²)	18.16	10.88

宽工作环境温度范围

HIGHER OPERATING TEMP.

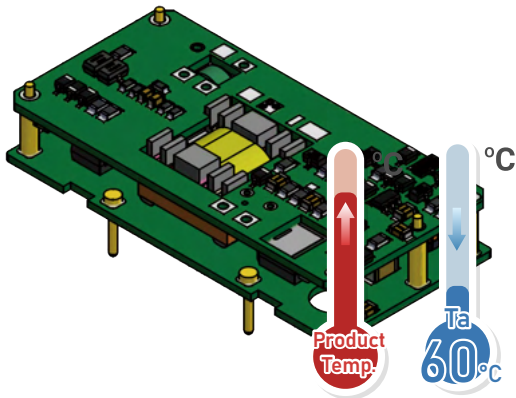
在高温、密闭且空间受限的系统环境中，例如工业设备、交通电子设备和嵌入式控制平台，电源模块具备高工作温度能力至关重要。在这些应用场景下，有限的气流和高功率密度容易造成明显的热量积累，因此有效的热管理对于保持稳定性能和长期可靠性非常关键。

新系列通过将主要发热器件靠近金属外壳布局，并采用分散式器件布局以减少局部热点，从而进一步提升散热性能。这种优化的热传导路径可以使热量更高效地传递到外壳，加快热量散发并降低内部温升。

因此，即使在严苛的热环境条件下，模块仍能保持稳定运行，在支持高功率密度和紧凑设计的同时，提高整体系统的可靠性。

前代产品系列

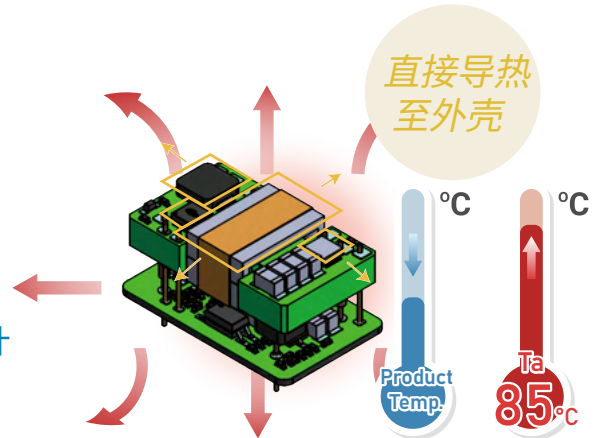
工作环境温度 (Ta) : 60 °C



PCB 布局优化设计

全新系列

工作环境温度 (Ta) : 85 °C

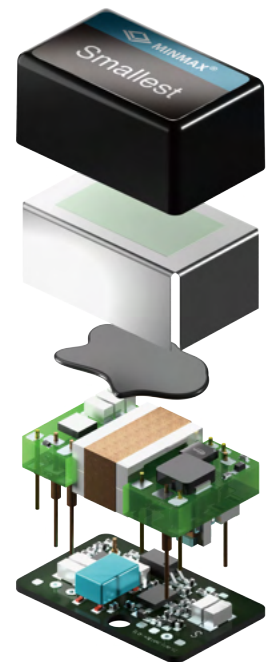


此外，通过对一次侧与二次侧电流密度进行优化管理，可降低热应力并提升长期可靠性。再结合高导热系数的灌封材料 (1.6 W/m·K)，使关键器件产生的热量能够更加高效地传导和散发，从而改善热扩散效果、提高热设计裕度，并确保在严苛的工业环境中仍能保持稳定运行。

其中，导热系数 (k 值) 代表材料传导热量的能力，数值越高，热量在材料中的传递效率越好。较高的 k 值可以加快将器件产生的热量从热源传导至外壳或散热路径，降低局部温升与热量积累，从而进一步提升整体热管理能力与系统可靠性。

前代产品系列 vs. 全新系列灌封材料导热系数 (k) 对比

	前代产品系列	全新系列
灌封材料导热系数 (W/m·K)	0.63	1.6



高可靠度

HIGH RELIABILITY

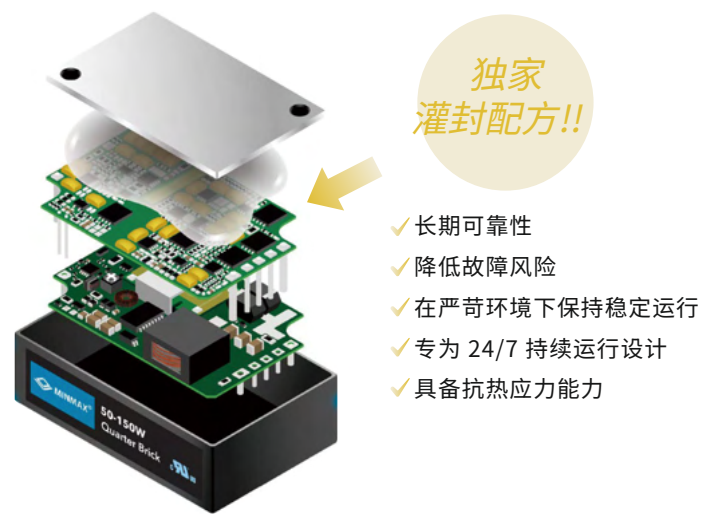
可靠性之所以重要,是因为电源故障可能导致系统停机、维护成本增加,并带来运行风险——尤其是在高温且需要长时间连续运行的环境中。

MINMAX 产品均通过严格的 TCT (Thermal Cycling Test, 温度循环测试) 验证,其中部分得益于 MINMAX 自主开发的灌封材料配方,可提升结构支撑能力并增强对热应力的耐受性。例如,MINMAX 的铁路应用产品 MRZ175 已成功通过超过 1,000 次 TCT 循环测试,展现其在极端环境下的卓越耐久性。

因此,即使在严苛条件下,MINMAX 电源解决方案仍能提供可靠稳定的性能,支持工业自动化、通信及医疗设备等关键应用,同时降低突发故障的风险。

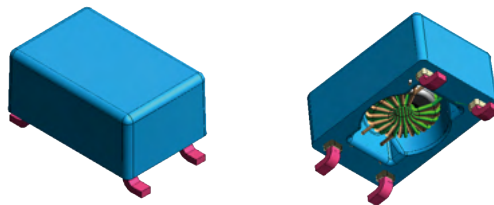


实际通过的 TCT 循环次数会因不同产品系列而有所不同。



从设计角度来看,MINMAX 即使对于体积小且精度要求高的器件(如电感、变压器等磁性器件),也采用了强化的机械保护设计,包括保护外壳和结构支撑。

由于这些器件对热膨胀系数不匹配以及反复温度变化十分敏感,容易因微小位移和应力积累而产生影响。因此,这类保护设计能够在温度循环过程中减少位移与应力集中,从而确保产品的长期可靠性。



保护外壳可防止线圈在热应力下受损。

此外,热应力还可能导致细微的焊点裂纹,而在高温环境下这些裂纹可能进一步扩大,从而影响引脚与铝基板之间的接触可靠性。为了解决这一问题,MINMAX 采用了特殊的引脚结构设计,提供热应力缓冲(thermal cushioning)效果,从而提升产品在高温运行条件下的机械强度与整体可靠性。