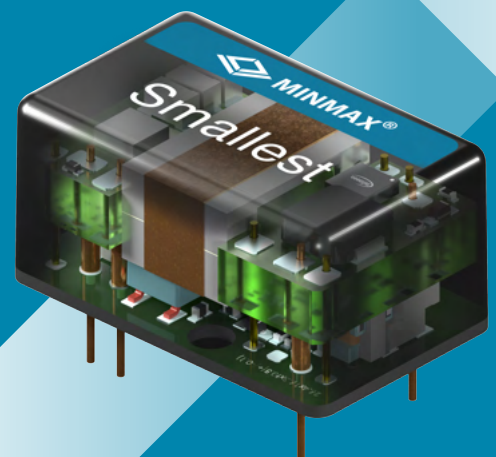




# *Small in Size. Big on Performance.*

- ◆ 微型化
- ◆ 高效率
- ◆ 寬工作環境溫度範圍
- ◆ 高可靠度



# 電源設計優勢總覽

## Power Design Advantages

在更小體積中實現更高效率與更佳散熱性能，  
全面提升電源模組的穩定性與可靠性。

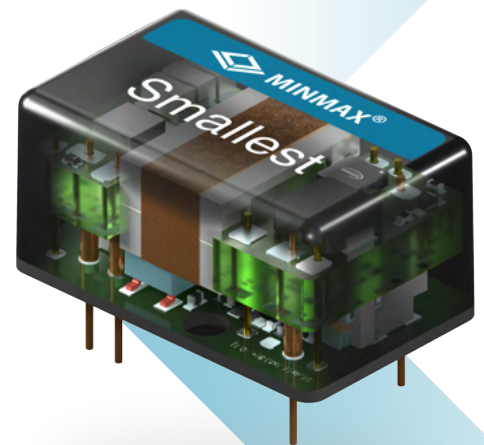
**93%** 更高的轉換效率

**81%**↓ 更小的產品尺寸

**85°C** 更寬的工作環境溫度範圍

**5.2x** 更高的功率密度

**1000+** 更高的可靠度  
TCT Cycles



MINMAX捷拓科技致力於微型化電源模組的開發，持續在產品體積縮小的同時，兼顧產品效能、散熱表現與整體可靠性，為客戶提供更高功率密度、更高效率的電源解決方案。

在新系列中，我們進一步實現了更高轉換效率、更小產品尺寸、更高操作溫度以及更高功率密度，展現微型化設計與產品性能同步提升的技術成果。

# 微型化

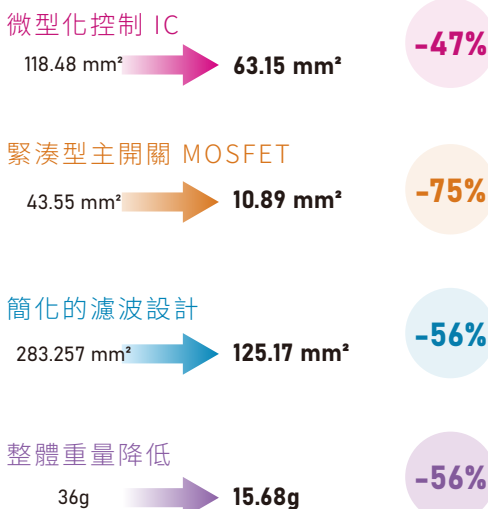
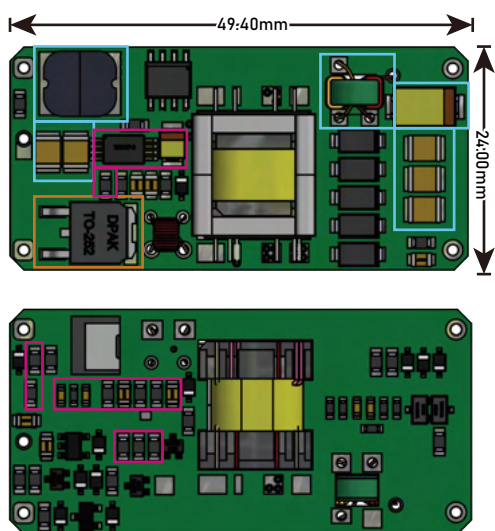
## SMALLEST

透過採用高度整合的 PWM 控制 IC，可減少外圍元件數量，使整體元件佔用面積降低超過 50%。同時，主開關 MOSFET 由 TO-252 封裝縮小為更緊湊的 PQFN 封裝，使元件尺寸幾乎減半，進一步提升電路整合度並釋放更多 PCB 空間。

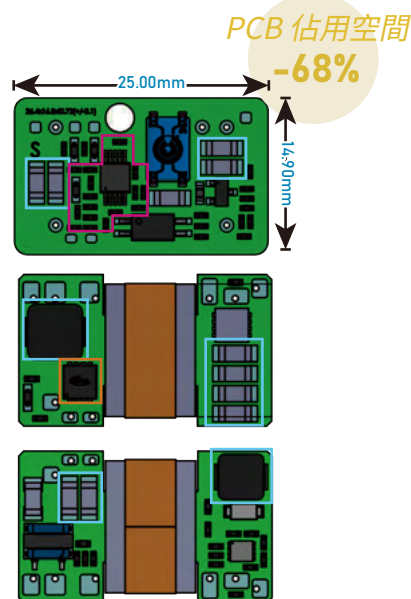
此外，透過提高開關頻率 (Switching Frequency)，可降低輸出濾波需求與被動元件體積，使電源模組在維持高效率的同時，實現低高度與高功率密度的微型化設計。

在整體設計優化下，產品重量也由 36g 降至 15.68g (減少超過 56%)，不僅有助於產品小型化與系統輕量化，也可降低材料使用與碳排放，進一步支持永續設計。

### 前代產品系列



### 全新系列



### 前代產品系列 vs. 全新系列控制元件比較

	前代產品系列	全新系列
封裝尺寸	約 6.6 × 3.1 mm	約 4.0 × 3.0 mm
封裝特色	傳統引腳型封裝，製程方式已趨成熟	小型化封裝、底部裸露焊墊加強散熱與接地、內含較多功能 UVLO、LDO、SCP、OTP、OCP 自動補償、輕載 Green Mode
散熱能力	一般	較佳 (有 Exposed Pad)

更小型·更輕量·更高效率  
推動 ESG 與永續發展

- 降低碳足跡
- 減少材料使用
- 節能
- 更長的产品壽命

### 前代產品系列 vs. 全新系列主開關 MOSFET 比較

	前代產品系列	全新系列
主開關 MOSFET	TO-252	PQFN
封裝形式	有引腳 + 金屬背板的功率封裝	無引腳、底部散熱墊的扁平封裝
散熱能力	背部金屬片可焊於散熱銅層，散熱佳 (尤其適合雙面散熱)	透過底部大面積裸露焊墊導熱，熱阻低、效能更好
封裝尺寸	較大 (約 6.5 × 6.7 mm)	較小 (3.3 × 3.3 mm)

# 高效率

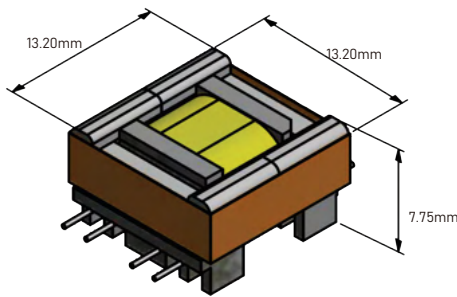
## HIGH EFFICIENCY

為了在電源轉換器設計中實現微型化，工程師必須同時優化磁性元件的尺寸與性能。其中，變壓器的優化設計是關鍵方法之一。

透過採用平面式 PCB 繞組結構 (planar PCB winding structure)，可以提升變壓器的耦合效率，降低漏感與能量損耗，並減少對緩衝電路 (snubber circuits) 的需求。再搭配低電壓、高性能的 MOSFET，即可在不增加額外元件的情況下提升整體系統效率。

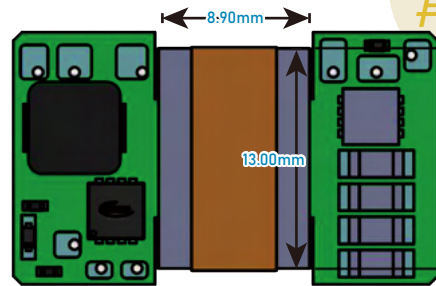
更高的開關頻率能在維持可靠耦合的同時使用更小的磁芯尺寸。效率的提升也能降低功率損耗與熱應力，進而延長產品壽命，同時支持 ESG (環境、社會與公司治理) 相關目標。

### 前代產品系列



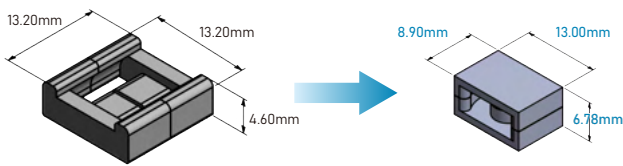
傳統(一般)繞線式變壓器

### 全新系列



平板式變壓器

### 前代產品系列 vs. 全新系列使用鐵芯體積比較

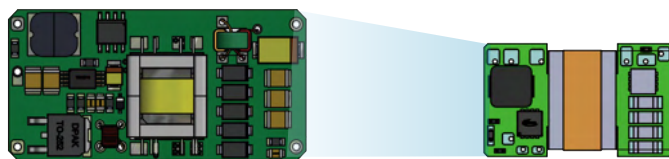


	前代產品系列	全新系列
鐵芯佔用體積 (mm <sup>3</sup> )	801.504	784.446

### 為何選擇平板式變壓器？

- 更低外形高度  
使電源模組更薄型化，並支援更緊湊的系統設計
- 較低的電流密度 (一般情況下)  
較寬的銅導體路徑可降低電流擁擠效應，並減少局部過熱 (熱點) 的產生
- 更高功率密度  
針對高頻切換架構進行最佳化設計
- 更佳散熱表現  
大面積銅箔有助於熱擴散與均溫
- 一致且可擴展的製造  
適用於高產量與高可靠度的應用需求

### 前代產品系列 vs. 全新系列電流密度比較



	前代產品系列	全新系列
一次側電流密度 (A/mm <sup>2</sup> )	19.26	7.64
二次側電流密度 (A/mm <sup>2</sup> )	18.16	10.88

# 寬工作環境溫度範圍

## HIGHER OPERATING TEMP.

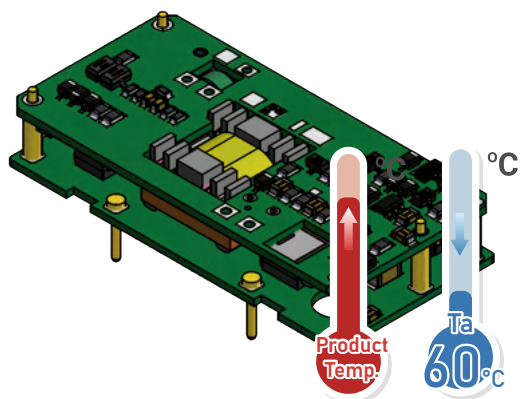
在高溫、封閉且空間受限的系統環境中，例如工業設備、交通電子設備與嵌入式控制平台，電源模組具備高工作溫度能力至關重要。在這些應用環境中，有限的氣流與高功率密度容易造成顯著的熱累積，因此有效的熱管理對於維持穩定性能與長期可靠性非常重要。

新系列透過將主要發熱元件靠近金屬外殼配置，並採用分散式元件佈局以降低局部熱點，進一步提升散熱性能。這種優化的熱傳導路徑可讓熱量更有效地傳遞至外殼，加速熱量散逸並降低內部溫升。

因此，即使在嚴苛的熱環境條件下，模組仍能維持穩定運作，在支援高功率密度與緊湊設計的同時，提升整體系統的可靠性。

### 前代產品系列

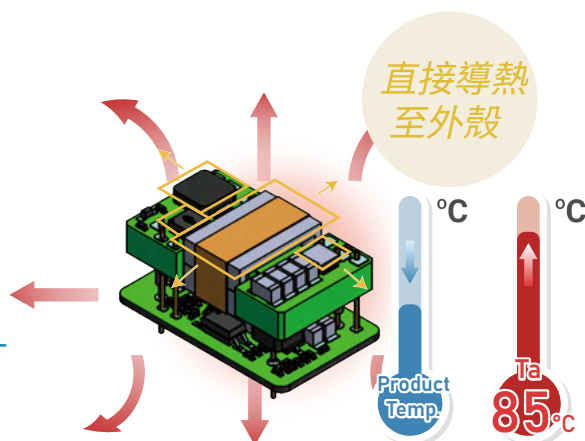
工作環境溫度 (Ta) : 60 °C



PCB 佈局優化設計

### 全新系列

工作環境溫度 (Ta) : 85 °C

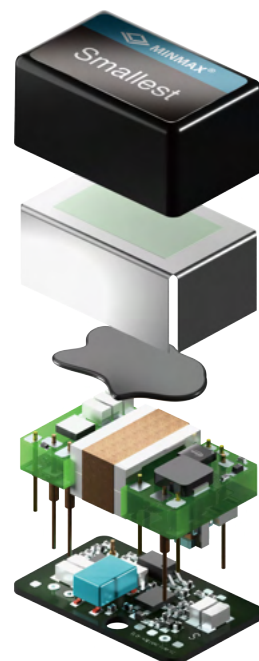


此外，透過對一次側與二次側電流密度的最佳化管理，可降低熱應力並提升長期可靠性。再結合高導熱係數灌封材料 (1.6W/m·K)，使關鍵元件產生的熱量能更有效地傳導與散逸，進而改善熱擴散效果、提高熱設計裕度，並確保在嚴苛工業環境中仍能維持穩定運作。

其中，導熱係數 (k 值) 代表材料傳導熱量的能力，數值越高，熱能在材料中的傳遞效率越好。較高的 k 值可加速將元件產生的熱量從熱源傳導至外殼或散熱路徑，降低局部溫升與熱堆積，進一步提升整體熱管理效能與系統可靠性。

### 前代產品系列 vs. 全新系列灌膠材料導熱係數 (k) 比較

	前代產品系列	全新系列
灌封材料導熱係數 (W/m·K)	0.63	1.6



# 高可靠度

## HIGH RELIABILITY

可靠性之所以重要，是因為電源故障可能導致系統停機、維護成本增加，並帶來營運風險——尤其是在高溫且需長時間連續運行的環境中。

MINMAX 產品均通過嚴格的 TCT (Thermal Cycling Test, 熱循環測試) 驗證，其中部分得益於 MINMAX 自行開發的灌封材料配方，可提升機械支撐能力並增強對熱應力的耐受性。例如，MINMAX 的鐵道產品 MRZI75 已成功通過超過 1,000 次 TCT 循環測試，展現其在極端環境下的卓越耐久性。

因此，即使在嚴苛條件下，MINMAX 電源解決方案仍能提供可靠穩定的性能，支援如工業自動化、電信與醫療設備等關鍵應用，同時降低突發故障的風險。

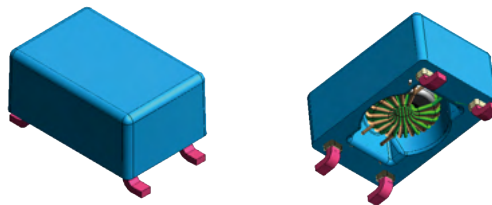


實際通過的 TCT 循環次數會依不同產品系列而有所不同。



從設計角度來看，MINMAX 即使在體積小且對精度要求高的元件 (如電感／變壓器等磁性元件) 上，也採用了強化的機械保護設計，包含保護外殼與結構支撐。

由於這些元件對熱膨脹係數不匹配以及反覆溫度變化相當敏感，容易因微小位移與應力累積而產生影響，因此這類保護設計能在熱循環過程中降低位移與應力集中，從而確保產品的長期可靠性。



保護外殼可防止線圈在熱應力下受損。

此外，熱應力可能導致細微的焊點裂紋，而在高溫環境下這些裂紋可能進一步惡化，進而影響引腳與鋁基板之間的接觸可靠性。為了解決此問題，MINMAX 採用了特殊的引腳設計，可提供熱應力緩衝效果 (thermal cushioning)，從而提升產品在高溫運行條件下的機械強度與可靠性。