

# 碳纖維回收與再生

*Upcycle CFRP Wastes for a Greener Tomorrow*



## Thermolysis Co., Ltd.

安能聚綠能股份有限公司

使用獨家熱解技術，回收高品質碳纖維  
提供完整回收方案，實現循環經濟模式



## 關於安能聚綠能

安能聚綠能股份有限公司成立於2016年，是一立基於台灣，且勇於持續創新之公司。我們專注於微波裂解技術的研發，以及設備的創新，目前擁有十多項專利技術。

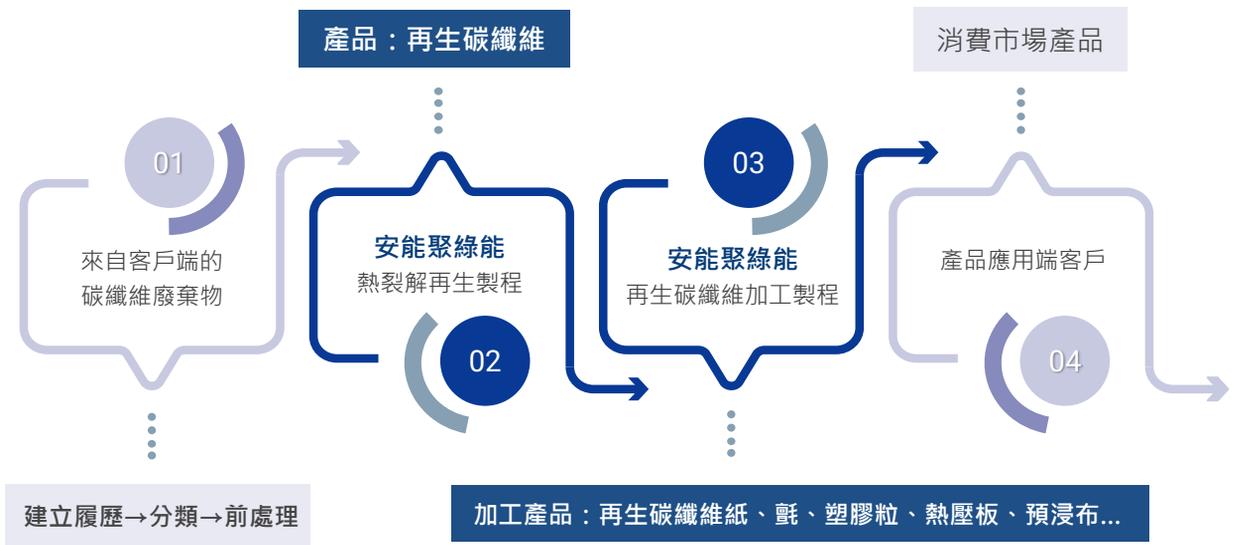
我們專精於高溫熱處理系統的開發及整合，並進一步將技術應用於高階碳材料，其中包含目前最具挑戰性的碳纖維回收。

安能聚綠能使用獨家且領先的熱裂解技術與設備，經過多次測試與改良，成功地回收「再生碳纖維絲」，並進一步將其加工成為各類再生碳纖維產品。

我們的目標是提供最具效益且潔淨的碳纖維回收方案，終結碳纖維廢棄物。

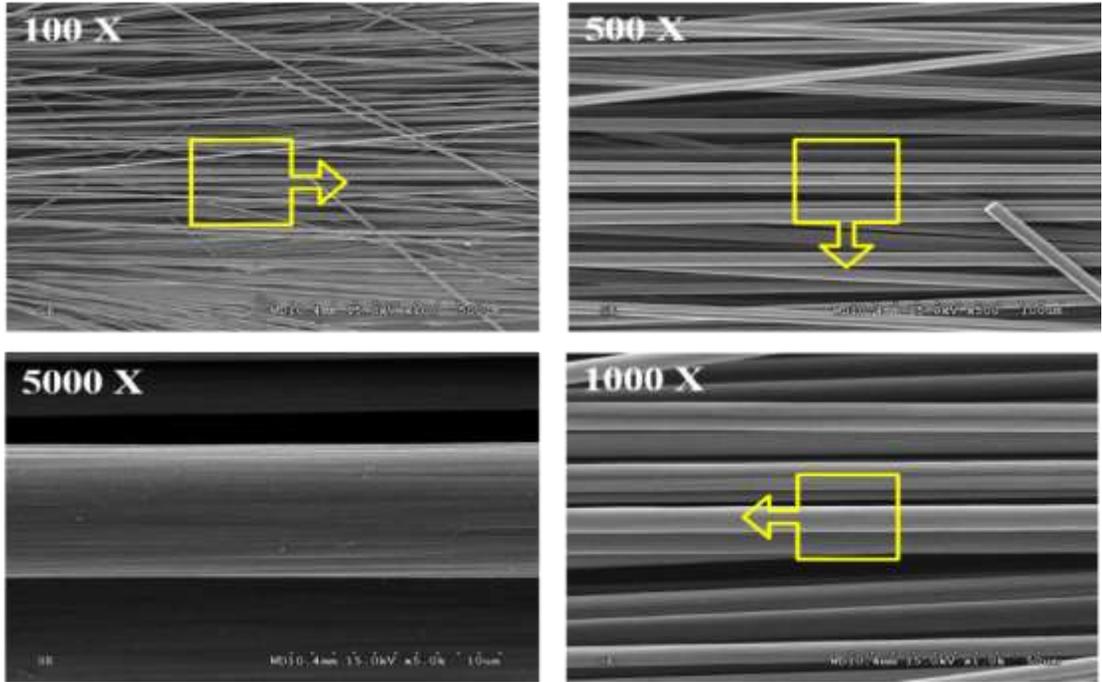


## 循環再生製程



## 再生碳纖維 (Recycled Carbon Fiber)

經安能聚綠能獨家熱解設備處理後所產出的高品質再生碳纖維，其表面乾淨、無受損。高品質的再生碳纖維，利於進行後續的加工，可製作成為各類**再生碳纖維產品**。



(電子顯微鏡觀察下，表面潔淨且無受損的再生碳纖維絲)

## 獲得第三方機構「UL 2809再生料認證」



## 取得「ISO14067 產品碳足跡」

於2023年初成功獲得產品碳足跡ISO 14067的認證，確認我們所提供的「再生碳纖維」每公斤的碳排放數值為5.047公斤的二氧化碳當量，與碳纖維新料相比，再生料碳排量僅為新料的四分之一。

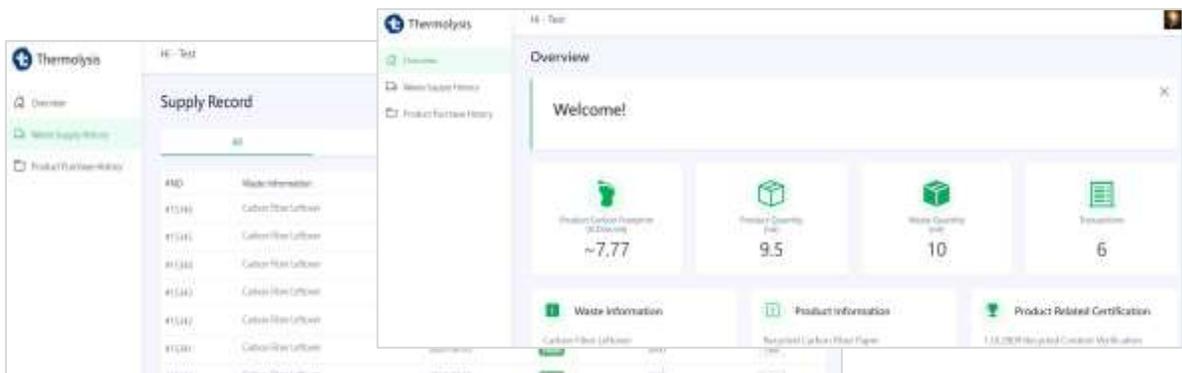
使用安能聚綠能的再生碳纖維，客戶不僅能降低其產品項目的碳排放，實現更低的碳足跡，更能對環境做出積極的貢獻，實現材料永續與更環保的未來。



## 再生碳纖維產品料源追溯平台

安能聚綠能致力於提供一個可追溯的供應鏈解決方案，使客戶能夠向其利益相關者證明所購買的再生碳纖維產品料源是可追溯且符合環保標準，這不僅有助於企業實現更高的ESG評比分數，同時也能進一步展現企業在環保和可持續發展方面的承諾。

因此我們建置追蹤平台，確實記錄客戶提供廢棄料源資訊以及回購再生產品等資訊，包括數量、品項、交易紀錄等。與此同時，此系統也能提供購回產品的碳足跡數值，以及產品符合UL2809回收料含量驗證的資訊。



## 再生碳纖維系列產品 (Recycled Carbon Fiber Products)



再生碳纖維紙



再生碳纖維氈



再生碳纖維塑膠粒



再生碳纖維熱塑板



再生碳纖維預浸布

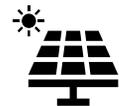


再生碳纖維管材

## 再生碳纖維的應用



交通運輸



再生能源



運動休閒



電子產品

## 產品

### 再生碳纖維紙 (Recycled Carbon Fiber Paper)



- 加入85%再生碳纖維及15%化學纖維製備而成再生碳纖維紙，可依據需求打造客製化規格。
- 平滑均質的紙面易於與各種熱固性及熱塑性樹脂結合，可再製成各類複合材料。
- 紙質厚度及基重穩定。
- 具備碳纖維耐腐蝕、具導電性、透氣性、及高機械強度等優異特性。
- 友善環境的環保材料。
- 目前市場上多將碳纖維紙做為補強材料、碳纖維板夾層，亦可作為燃料電池中的氣體擴散層材料。

### 應用

#### ◆ 預浸布



可與樹脂類含浸成為預浸布

#### ◆ 補強材料



可作為產品結構上的補強材料

#### ◆ 輕量化材料



產品輕量化的最佳材料

#### ◆ 熱塑製程



可結合熱塑性樹脂加工成為複合材料

測試項目	單位	測試結果	
基重 (Base Weight)	g/m <sup>2</sup>	30	70
厚度 (Thickness)	mm	0.18	0.37
拉伸強度 (Tensile Strength) (MD方向)	N/15mm	3.3	20
拉伸強度 (Tensile Strength) (TD方向)	N/15mm	1.0	4.0
密度 (Density)	g/cm <sup>3</sup>	0.179	0.189

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 產品

### 再生碳纖維氈 (Recycled Carbon Fiber Non-Woven)



- 使用100%再生碳纖維絲製作而成的再生碳纖維氈。
- 可依據客製化需求，調整化學纖維及再生碳纖維比例，再生碳纖維添加範圍為10-100%。
- 碳纖維氈厚度及基重穩定。
- 可依需求添加熱塑高分子材料(PET、PA6、TPU)。
- 亦可使用熱固性樹脂與碳纖維氈一起含浸，製備成為預浸布。

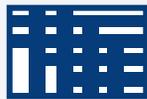
### 應用

#### ◆ 預浸布



可與樹脂類含浸成為預浸布

#### ◆ 補強材料



可作為產品結構上的補強材料

#### ◆ 輕量化材料



產品輕量化的最佳材料

#### ◆ 熱塑製程



可結合熱塑性樹脂，加工成為複合材料

測試項目	單位	測試結果
熱塑高分子種類		PA6、PET、TPU
碳纖維比例		10~100 %
基重 (Base Weight)	g/m <sup>2</sup>	100~500
再生碳纖維長度	mm	20~60
幅寬 (Mat Roll)	mm	1000~2000

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 產品

### 再生碳纖維塑膠粒 (Recycled Carbon Fiber Masterbatch)



- 使用100%回收碳纖維絲製作而成的再生碳纖維塑膠粒。
- 可依據客戶需求添加範圍10%-50%的工程塑膠如PA系列、ABS、PC、PS等。
- 主要應用於射出成型，適用於射出形狀複雜的部件，或是作為複雜工藝品量產用的射出材料。
- 具備高強度、高剛性、耐磨耗、具導電性及輕量等優異特性。

### 應用

#### ◆ 射出製程



可應用於射出製程

#### ◆ 輕量化材料



產品輕量化的最佳材料

#### ◆ 具導電性



具備碳纖維導電之特性

測試項目	單位	測試結果	
熱塑高分子種類		PA6	
碳纖維比例	%	20	30
拉伸強度 (ASTM D638)	MPa	125	176
彎曲強度 (ASTM D790)	MPa	192	274
彎曲模數 (ASTM D790)	GPa	6.6	12.7

\*以上數值為測試值，僅供參考

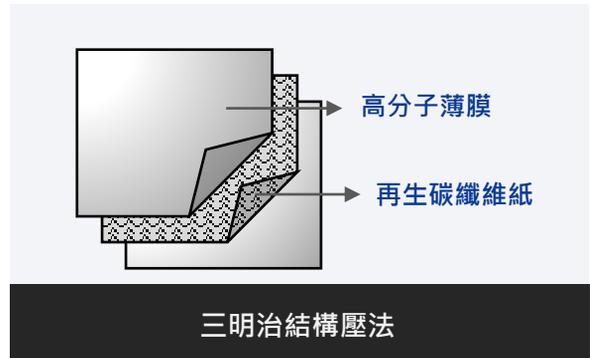
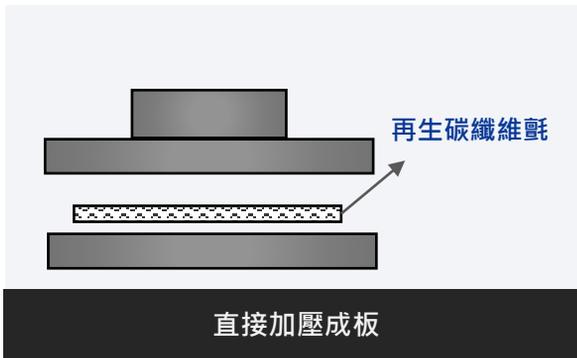
## 產品

### 再生碳纖維熱塑板 (Recycled Carbon Fiber Thermoplastic Laminate)



- 使用100%回收碳纖維絲為原料製作而成。
- 以再生碳纖維紙或再生碳纖維氈再加工而成，可依據客戶的需求，添加TPU、PA系列、及PC等熱塑高分子材料，製作成不同厚度及強度方向的熱壓板。
- 高強度、耐磨耗、具導電性。
- 本產品主要用熱壓成型，適合體積較大部件及複雜工藝品的量產，目前廣泛地應用於民生及工業領域包含汽車、電氣設備、及運動用品等產業。

### 熱壓方式

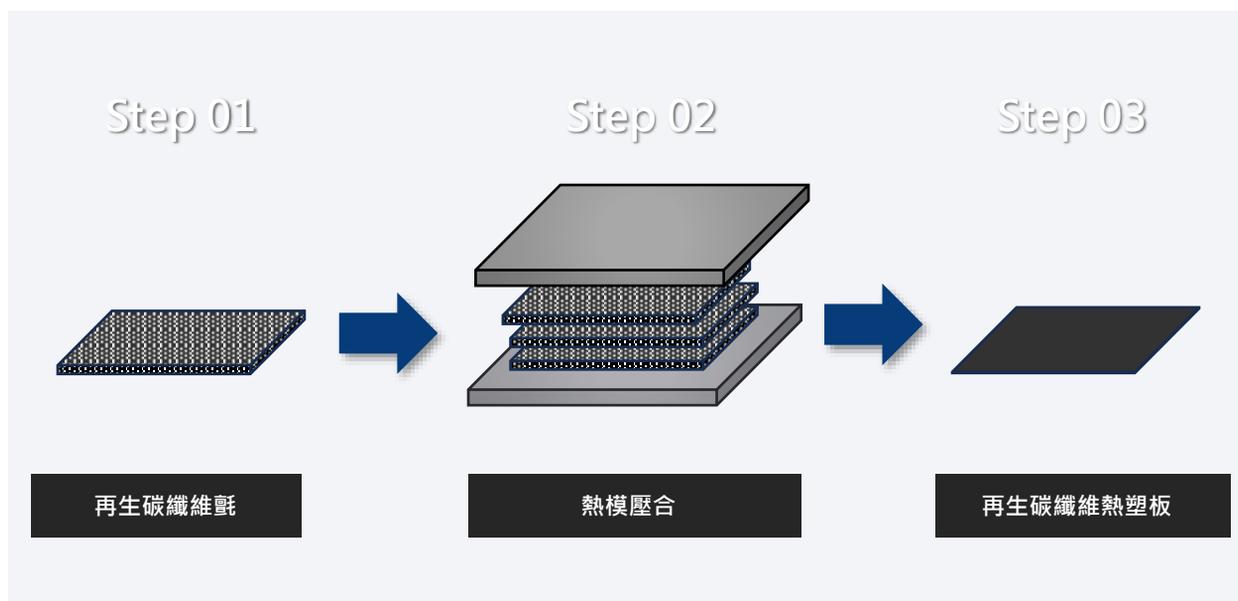


測試項目	單位	測試結果	
熱塑高分子種類		PC	TPU
疊層		PC: 8 層 RCF paper: 7 層	TPU: 9 層 RCF paper: 8 層
厚度	mm	1.0	1.0
彎曲模數	GPa	19.7	10.7
彎曲強度	MPa	283	102
電阻	$\Omega$	$10^3$	$10^3$

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 再生碳纖維熱塑板 (Recycled Carbon Fiber Thermoplastic Laminate)

- 將再生碳纖維與熱塑高分子材料混合，再利用針扎製程混紡形成不織布，後續再以熱模壓合技術加工，直接成型為熱塑板 (Thermoplastic Laminate)。
- 使用熱塑樹脂有PA6, PC, TPU, PET等，可提供客製化服務，調整樹脂比例。
- 產品型態易於加工生產，生產效率高。
- 具有高強度、高剛性以及輕量化等特性，適合應用於3C部件、運動用品、鞋材等領域。



測試項目	單位	測試結果		
熱塑高分子種類	-	FRPC	TPU	PA6
再生碳纖維添加比例	%	40%	60%	40%
面積重量	g/M <sup>2</sup>	350	350	350
疊層	-	3 層RCF氈	3 層RCF氈	3 層RCF氈
厚度	mm	1.0	1.0	1.0
彎曲模數	GPa	18.9	23.3	14.5
彎曲強度	MPa	242	335	281
電阻	Ω	10 <sup>^3</sup>	10 <sup>^3</sup>	10 <sup>^3</sup>

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 產品

### 再生碳纖維預浸布 (Recycled Carbon Fiber Prepreg)



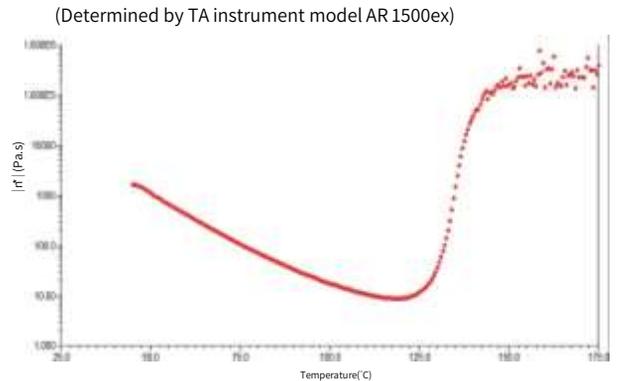
- 以熱固性環氧樹脂為基材，與再生碳纖維紙或氈一起含浸製備而成再生碳纖維預浸布。
- 其固化溫度介於130°C~150°C，是一專為高性能結構應用而設計的材料。
- 適用於運動器材、電子產品、醫療設施和工業製造中結構部件和應用。
- 建議的固化週期為 3~10°C/min 升溫至 150°C 並保持 30 分鐘。

### 特色

- 樹脂流動控制性佳
- 黏性表現佳
- 高機械強度
- 表面品質佳

成型溫度 (°C)	成型時間 (min)
130	60
140	45
150	30

### 熔體粘度曲線



測試方法	單位	數值	說明
0° 抗拉強度 (ASTM D3039)	MPa	228	1. 纖維種類: 再生碳纖維紙 2. FAW = 70 g/m <sup>2</sup> 3. RC = 65% 4. 幅寬 = 1000 mm 5. 分析成型條件: • 固化條件 = 30 min@150°C • 壓力條件 = 2-6 MPa
0° 拉伸模量 (ASTM D3039)	GPa	22.8	
0° 抗彎強度 (ASTM D790)	MPa	382	
0° 彎曲模量 (ASTM D790)	GPa	21.4	
ILSS (ISO 14130)	MPa	15	

\*本產品是與明安國際企業股份有限公司合作開發

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 產品

### 再生碳纖維管材 (Recycled Carbon Fiber Tube)



- 以再生碳纖維紙所製作的預浸布為原料，後續以壓延法加工，製作成為管材。
- 可再進一步使用碳纖維纏繞技術，加強管材的強度，其成品適合需要高彎曲剛度和輕量的應用。
- 高強度重量比和剛度重量比、低熱膨脹係數 (CTE)。
- 易於加工成型，可應用於製作複雜構件。

### 量產能力

- 長度：最大3000mm
- 直徑/厚度：客製化
- 表面處理：客製化 (包括拋光、切割、鑽孔...)

測試項目	單位	測試結果
再生碳纖維管材	Kgf	150
再生碳纖維管材 + 碳纖維纏繞 (45度)	Kgf	210

測試方法：  
1) 參考ASTM D790，支撐跨度為200mm。  
2) 管外徑為42mm，厚度為2mm。

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 產品

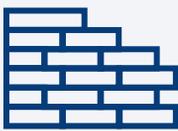
### 再生碳纖維板(Recycled Carbon Fiber Board) / 鋁泡沫複合材(Aluminium-Foam Composites)



- 內層為泡沫鋁，外層為碳纖維板，以三明治結構壓法製成，可承受大部分彎曲載荷。
- 所使用的鋁和碳纖維材料皆是回收料。
- 再生碳纖維板有熱固性及熱塑性兩種類型可選擇。
- 低密度泡沫鋁芯提供高結構剛度和其他功能，例如高能量吸收能力、導熱性或聲學阻尼。

### 應用

#### ◆ 建築材料



#### ◆ 輕量化材料



#### ◆ 隔音材料



測試方法	單位	數值	說明
吸音率	-	0.1-0.8	1. 材料類型：再生鋁 2. 密度：0.2克/立方公分 3. 阻燃等級（CNS14705）：L1 4. 良好的防水效果
隔音	dB	10-30	
EMI (300-1000 MHz)	%	≥ 80	
抗壓強度	MPa	≥ 4	

\*本產品是與金屬工業研究發展中心合作開發

\*以上數值為測試值，僅供參考

## 合作模式

安能聚綠能提供一完整的碳纖維再生循環鏈服務，從廢棄碳纖維再生到再生碳纖維加工及加工產品販售，可在任一循環階段與我們合作，例如廠內循環再用或是購買再生碳纖維加工品等。在台灣，我們因應客戶端的需求，推出三種合作模式：



合作模式一

直接購買我們生產的再生碳纖維系列產品，除了提供一般的常規品，我們亦可進一步提供客製化，依據需求種類、尺寸、碳纖維含量及熱塑性高分子種類等進行客製化生產。

若客戶無再生產品的需求，我們可協助處理生命週期結束的廢棄物，幫助客戶節省下高昂的垃圾填埋成本，以善盡企業責任。



合作模式二



合作模式三

針對客戶的碳纖維廢棄物種類與型態，我們提供處理回收的方法，並與其一起合作，開發專屬的碳纖維再生產品。



## 總公司

【地 址】 43241 台中市大肚區萬興路68號  
【電 話】 +886 4 2698 0329  
【傳 真】 +886 4 2698 0330

## 工廠

【地 址】 83162 高雄市大寮區田單三街16號  
【電 話】 +886 7 787 7497  
【傳 真】 +886 7 787 7508

【網 站】 <https://www.thermolysis-asia.com>  
【電子郵件】 [info@thermolysis-asia.com](mailto:info@thermolysis-asia.com)