

車殼材料：測試與評估

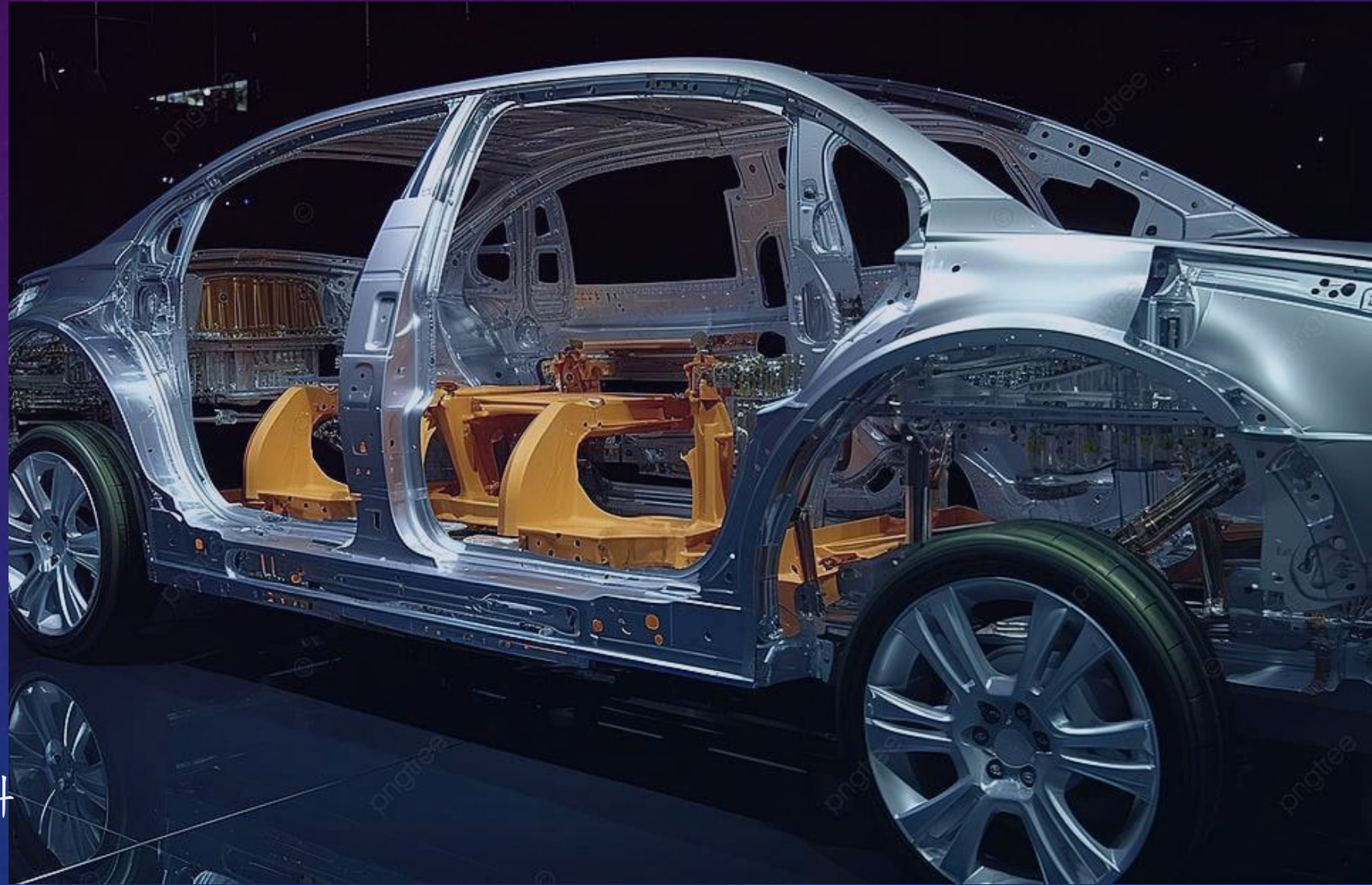
常用的車殼材料種類包括：

鋼材類：高強度鋼(HSS)、超高強度鋼(UHSS)、雙相鋼(DP)、TRIP鋼、熱成形鋼(PHS)

鋁合金：5000系列(AA5052/5182)、6000系列(AA6061/6016)、鑄造鋁合金

複合材料：碳纖維複合材料(CFRP)、玻璃纖維複合材料(GFRP)、天然纖維複合材料

塑料材料：ABS、PP、PC/ABS、SMC(片狀模塑料)、GMT(玻璃纖維氈增強熱塑性塑料)



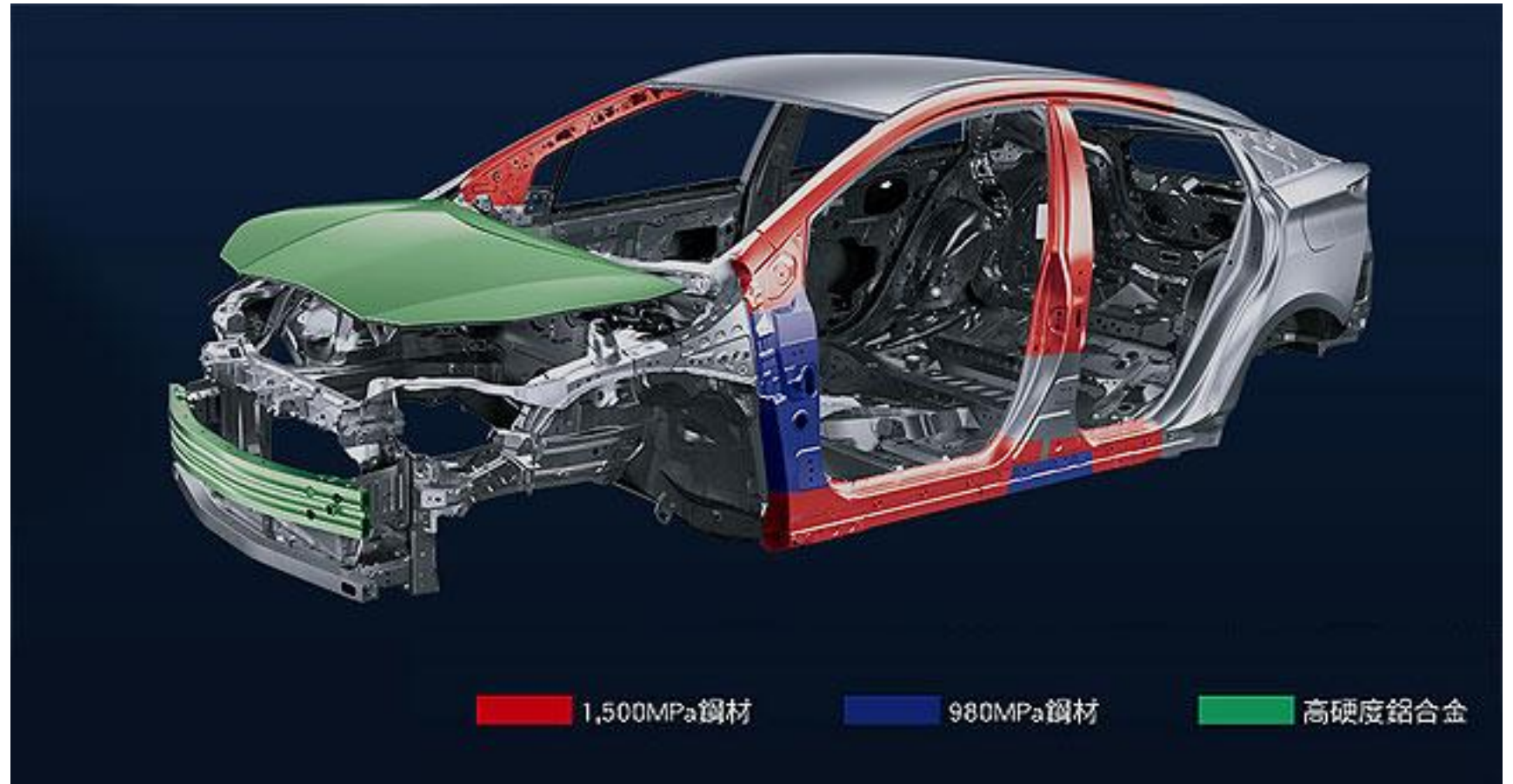
傳統材料的基石：鋼鐵

材料優勢

- 極高的抗拉強度（400-1500 MPa）
- 優異的韌性與延展性
- 低廉的製造成本
- 成熟的成型加工技術

應用限制

- 密度高達 7.8 g/cm^3
- 影響車輛續航性能
- 易受腐蝕影響



來源：Toyota Press Room，Prius 使用高強度鋼

經典應用案例

Toyota Prius採用高強度鋼材框架設計，在保持安全性的同時，透過結構最佳化減少材料用量

進階鋼材：

高強度鋼（AHSS）在車殼中的應用



材料突破

抗拉強度提升至1000-1500 MPa，同時保持良好的成型性與焊接性



輕量化效益

混合動力車採用AHSS後，車身框架可減重15-20%，顯著提升燃油經濟性



技術限制

雖較傳統鋼材輕量，但相比鋁合金仍有重量劣勢，加工難度較高

來源：GlobeNewswire，AHSS 在車身結構與吸能區的應用

Der neue Audi A8

Audi Space Frame ASF

The new Audi A8
Audi Space Frame ASF

07/02



鏈車網
CARLINK



Figure 1 (Front quarter exploded view)

Aluminum

Mild Steel

High-Strength Steel

Ultra High-Strength Steel

輕量化突破：鋁合金的角色

30%

重量減輕

相比鋼材密度降低30%
(2.7 vs 7.8 g/cm³)

15%

續航提升

電動車採用鋁車身可
增加15%續航里程

200%

成本增加

製造成本約為鋼材的
2-3倍

成功應用案例：Audi e-tron採用全鋁車身技術（ASF），Tesla Model 3混合鋁鋼車身設計，在重量與成本間取得最佳平衡

來源：Audi MediaCenter，Audi e-tron ASF（鋁合金車身）

高性能選擇：碳纖維與複合材料



材料組成

碳纖維增強塑膠（CFRP）：
高強度碳纖維與環氧樹脂基體的複合結構



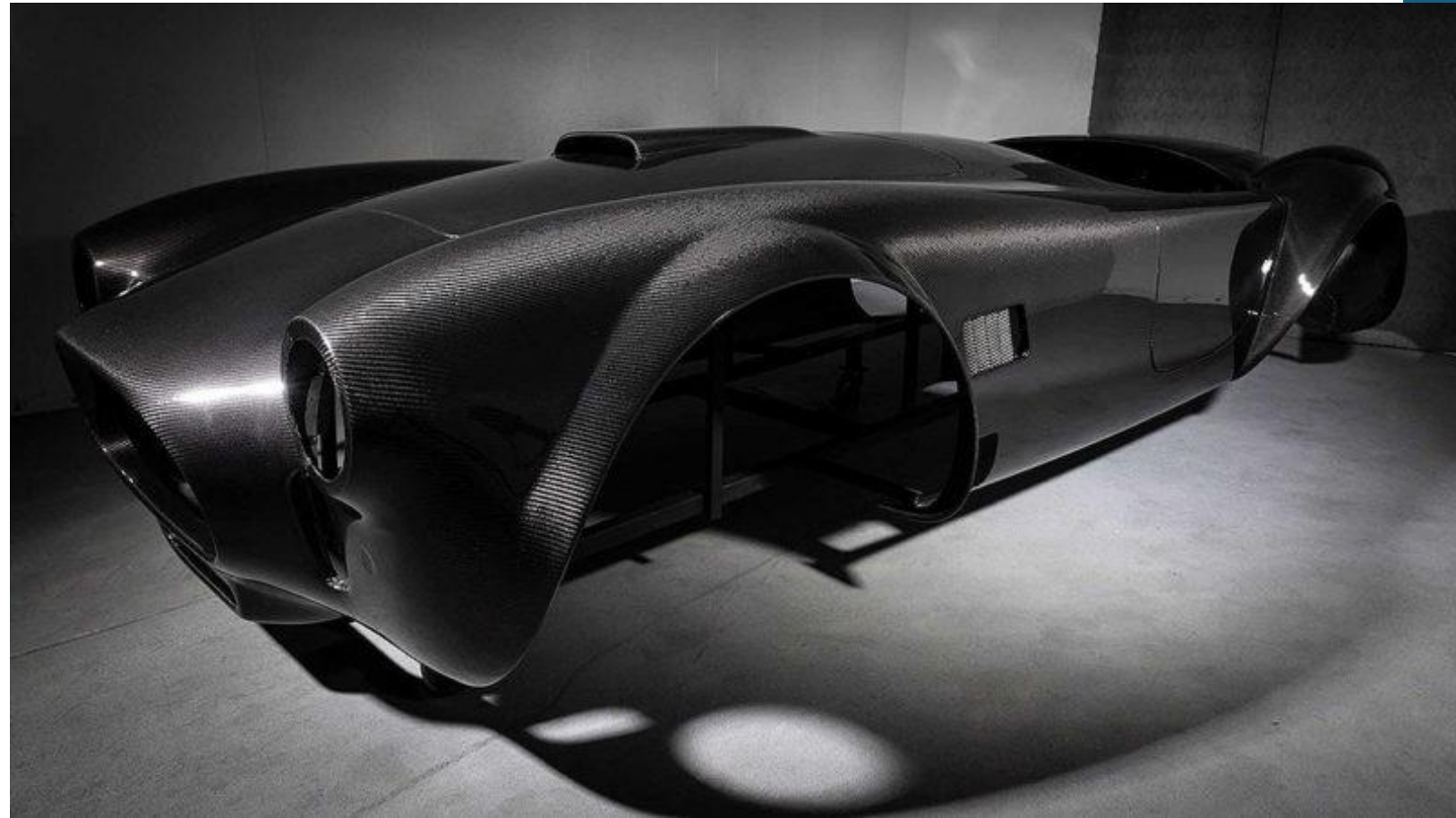
性能優勢

- 比強度是鋼的5倍
- 優異的耐腐蝕性
- 良好的疲勞抗性



成本挑戰

製造成本高，主要應用於高階車型與賽車領域



來源：BMW Press，BMW i3 CFRP Life Module 複合材料應用

革新案例：BMW i3採用碳纖維車身，重量僅1195kg，展現複合材料在電動車領域的巨大潛力

聚合物與塑膠：車殼輔助材料應用



ABS 塑膠

丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物，具有良好的衝擊強度與表面光澤，廣泛用於內裝飾板



聚丙烯 (PP)

密度僅 0.9 g/cm^3 ，優異的化學穩定性，主要應用於保險桿與外殼輔助件



環保效益

有效減輕車身重量5-10%，同時提供設計彈性，降低整車油耗與排放



來源：BeePlastic，ABS/PP 在汽車內裝與外飾的應用



車殼材料的安全性與國際測試標準

現代汽車車殼設計必須符合嚴格的國際安全標準，特別是電動車與省油車輛需在Euro NCAP測試中達到五星評級。鋁合金與複合材料的應用需要精心設計變形區域，確保碰撞時能有效吸收衝擊能量，保護乘員安全。

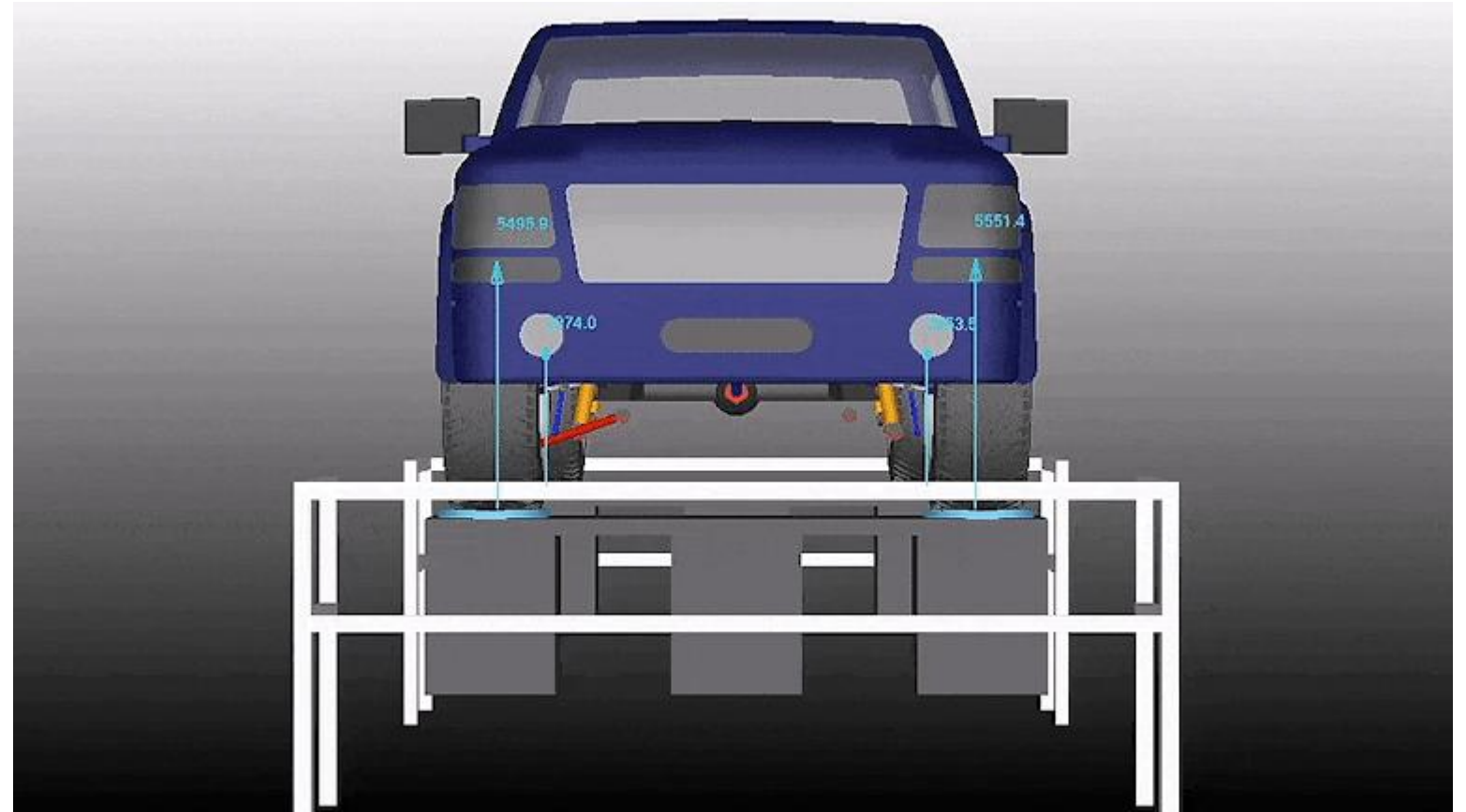
- Toyota Prius作為混合動力車的先驅，其碰撞安全設計為業界樹立了標竿



乘坐舒適性：NVH（噪音、振動、粗糙度）控制

NVH技術解析

NVH代表Noise（噪音）、Vibration（振動）、Harshness（粗糙度），是衡量車輛舒適性的關鍵指標。透過先進的複合材料應用，可有效降低車內噪音達20分貝。



來源：Mordor Intelligence，複合材料於 NVH 控制之市場與技術報告

噪音控制

複合材料的多層結構能有效阻隔外部噪音

振動抑制

減震材料降低路面振動傳遞

EV優勢

電動車提供更安靜的駕駛體驗

製造技術 I：鋼鐵沖壓成型



模具設計

精密模具設計確保零件精度



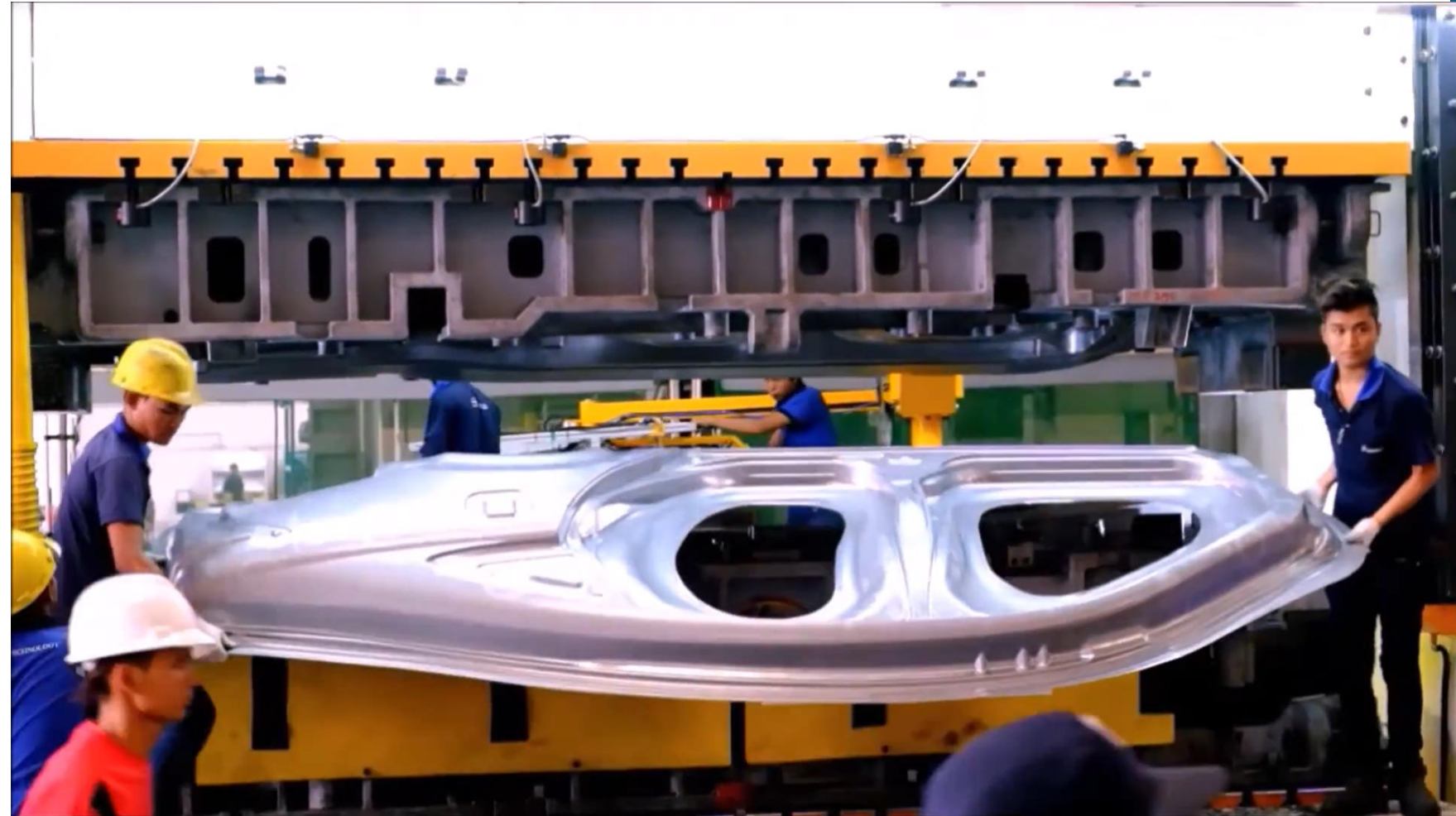
高壓沖壓

大噸位沖壓機成型車身結構



切割彎曲

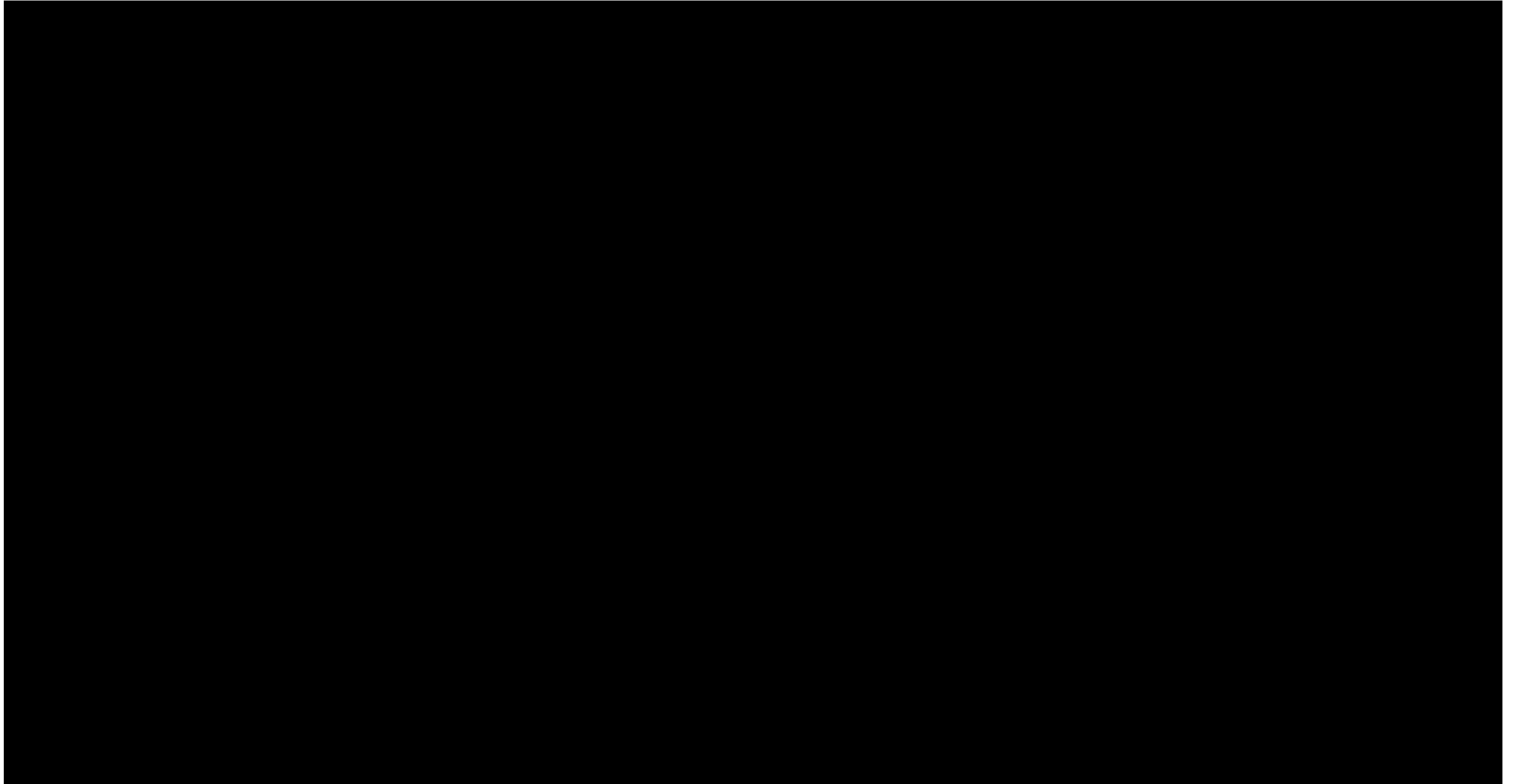
精密切割與彎曲加工



來源：ASSEMBLY Magazine，汽車鋼材沖壓量產產線示例

Toyota Prius大量生產中廣泛應用此技術，展現了鋼鐵沖壓的成熟度與成本優勢

一塊金屬板，怎麼變成車殼？—沖壓製程的祕密



製造技術 II：鋁合金壓鑄與 Gigacasting

Tesla革命性技術

Tesla率先導入一體成型大型壓鑄技術（Gigacasting），將傳統需要數十個零件的車身結構整合為單一鑄件，大幅簡化生產流程。

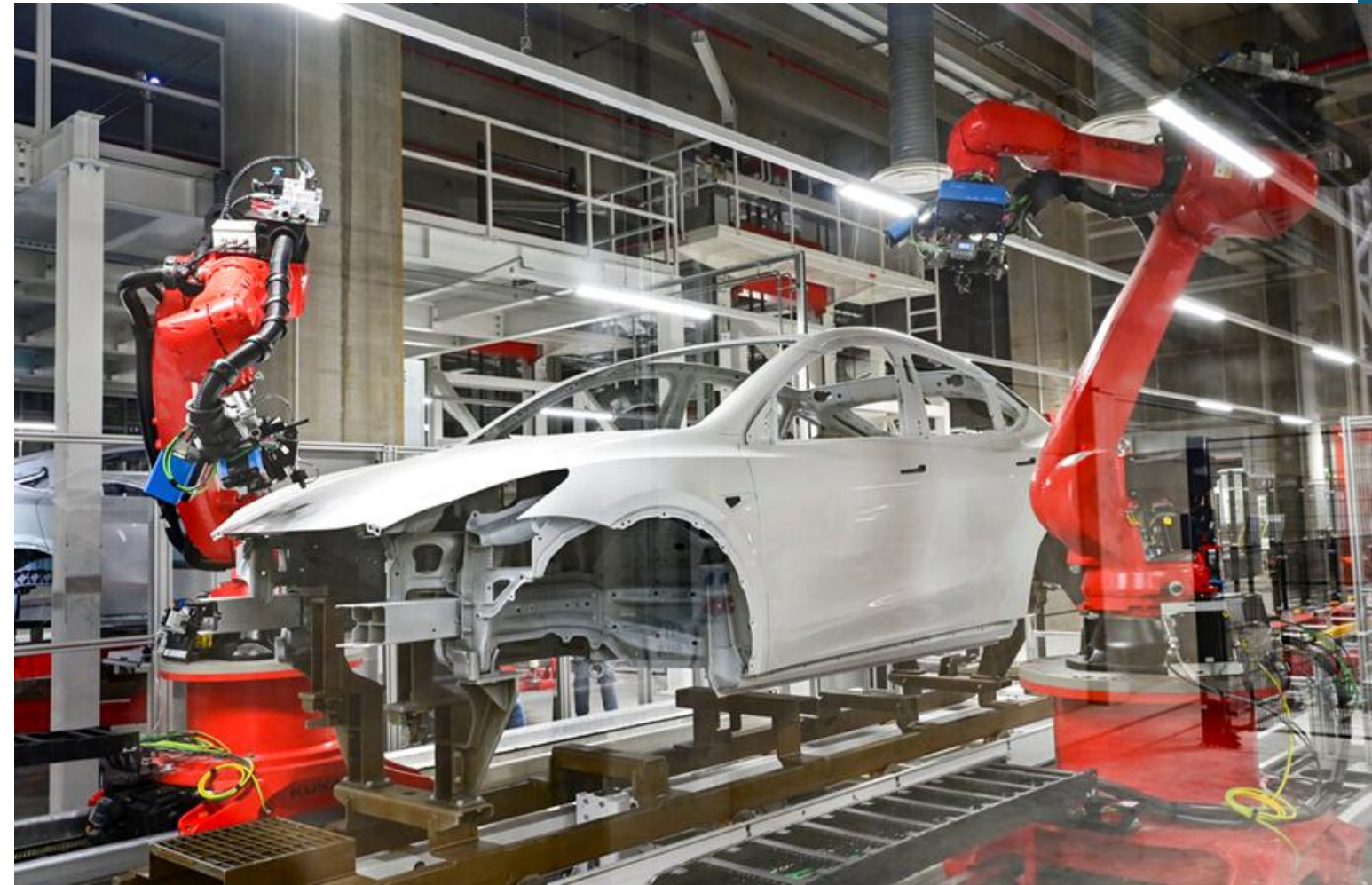
- 顯著減重，提升續航力
- 減少零件數量達70%
- 提高結構剛性

70%

零件減少

20%

減重效果



來源：Reuters，Tesla 與大型壓鑄（Gigacasting）技術報導



製造技術 III： 碳纖維複合材料成型方法

1

RTM樹脂轉移成型

高溫高壓下將樹脂注入纖維預成型體，適用於複雜幾何形狀零件生產

2

自動纖維放置

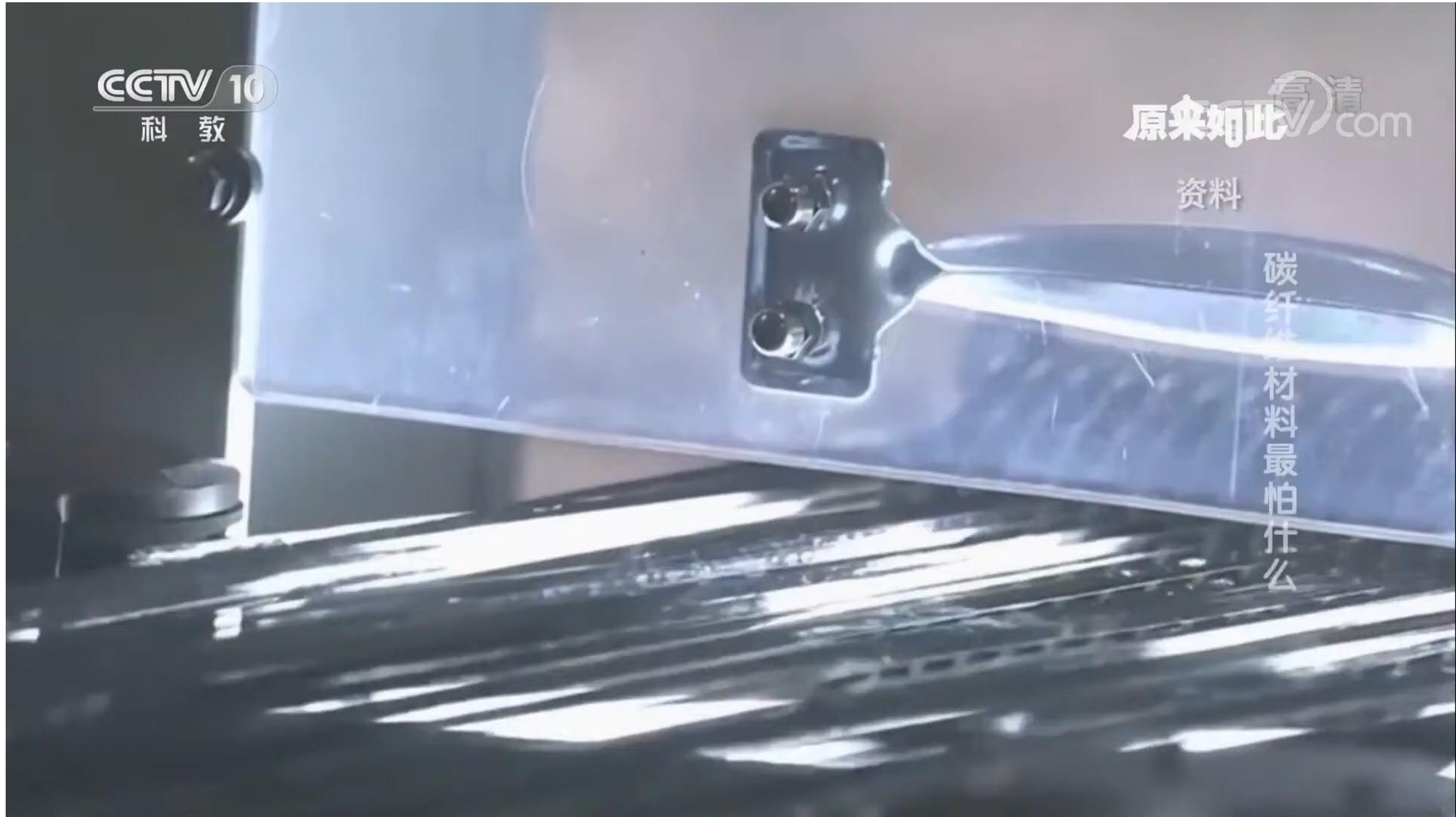
電腦控制的精密纖維鋪放技術，確保纖維方向與強度分佈最佳化

3

高性能應用

廣泛應用於高性能電動車原型開發，提供卓越的強重比表現

碳纖維布如何從柔軟變為堅硬結實的產品？



案例研究 I：Tesla Model 3 的輕量化設計

技術突破

Tesla Model 3採用革命性的鋁合金車身結構結合Gigacasting技術，實現了電動車輕量化的新里程碑

- 高強度鋁合金框架
- 一體式大型鑄件
- 優化的結構設計

510km

續航里程

400kg

減重成果



成為全球電動車輕量化設計的典範，引領產業技術發展方向

來源：S&P Global Mobility，Gigacasting 與 Tesla Model 系列輕量化分析

案例研究 II：Toyota Prius 的省油材料策略



來源：Revemoto，Prius 引擎蓋鋁合金/AHSS 實例

Toyota Prius 透過鋁合金與先進高強度鋼（AHSS）的混合設計策略，在保持結構安全的前提下實現顯著輕量化，成為環保與省油車輛的代表作品。



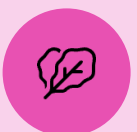
鋁合金應用

引擎蓋與車門採用鋁合金，有效減輕車重



AHSS 高強鋼

車身結構使用先進高強度鋼材，確保安全性



環保典範

油耗僅3.5L/100km，樹立混合動力車標竿



表面處理方案與性能評估

透過適當的表面處理技術，提升車殼的耐蝕性、外觀質感與使用壽命



表面處理方式比較



陽極氧化 (Anodizing)

適用：鋁合金

目的：增強耐蝕、外觀處理

特性：可染色、美觀、環保



電泳塗裝 (E-coating)

適用：鋼材

目的：均勻防蝕層

特性：常用於汽車產線



烤漆 / 粉體塗裝

適用：多種材料

目的：外觀、耐候性

特性：成本低、維修簡單

金屬光澤背後的科學：車用鋁合金的陽極表面處理流程



噪音较大多多保函

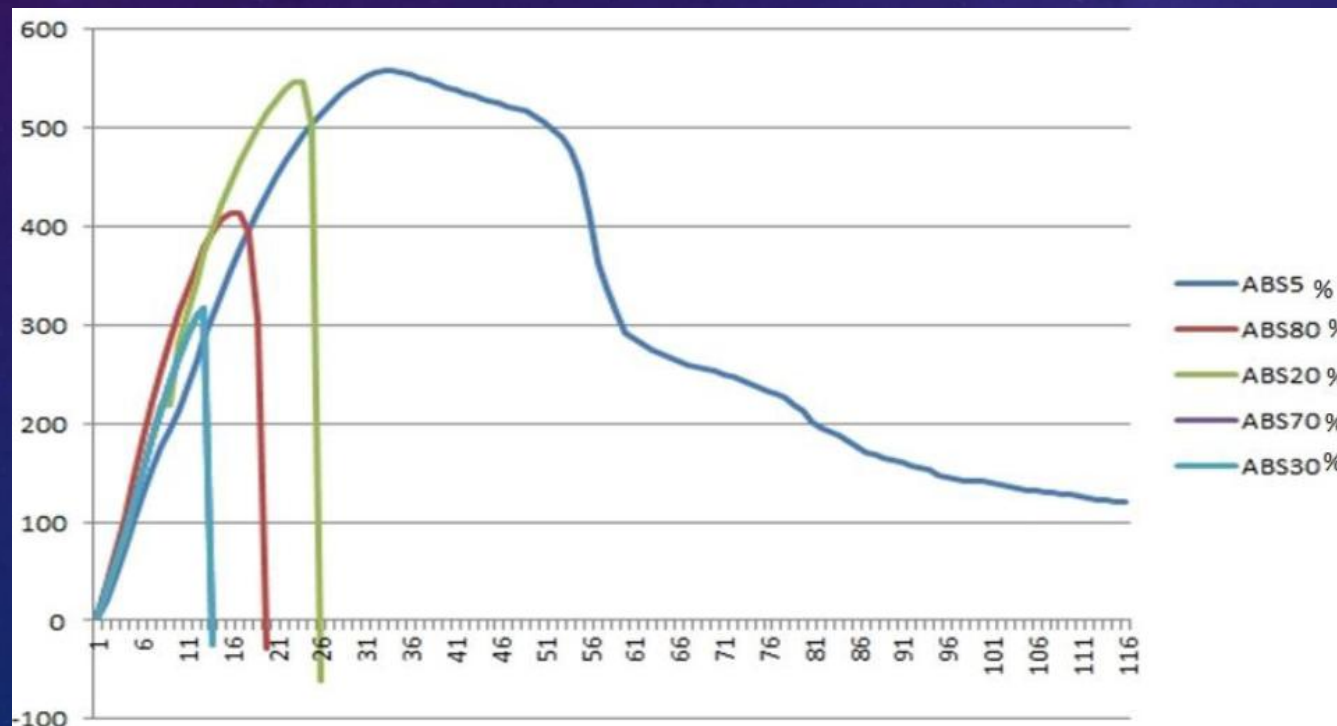
拉伸測試原理與流程圖解

拉伸測試基本原理

拉伸測試是材料力學性質評估的基礎方法，透過施加單軸拉力直至試片破斷，量測材料的彈性模數、降伏強度、極限拉伸強度及延伸率等關鍵參數。



	ABS/PP				
	5/95	20/80	30/70	70/30	80/20
拉伸強度 (MPa)	55.8	54.7	31.8	36.3	41.1
伸長量 (mm)	9.635	1.993	1.026	0.876	0.753
最大承受力 (N)	558.01	547.137	318.389	363.202	414.435
衝擊強度 (KJ/m ²)	16.9	9.5	8.6	5.4	4.2



衝擊吸能 (Impact Energy)

01

測試方法選擇

落錘衝擊或Izod/Charpy擺錘測試，金屬材料依ASTM E23標準，塑膠複材遵循ASTM D256/D7136規範

02

關鍵指標量測

吸收能量測定、單位質量吸能效率(J/g)計算、破壞模式分類與機制分析

	ABS/PP/ SBS	ABS/PP/ TPV
拉伸強度 (MPa)	56	41
伸長量 (mm)	9.635	9.551
最大承受力 (N)	560.9	410.5
衝擊強度 (Kj/m ²)	16.9	9.6

來源: 葉厚廷，ABS與PP最佳化共混參數應用於機車車殼射出成型之研究

車殼材料選擇的工程思維

Q1:ABS 與 PP 在車殼應用上的主要性能差異是什麼？請舉例說明在哪種情況下會選用 ABS 而不是 PP。

Q2:鋁合金車殼經陽極氧化後，耐蝕性會如何提升？請用原理簡述。

Q3:車殼材料越輕越好嗎？請舉一個因過度輕量化而可能帶來的安全問題。