材料 · 金屬 · 塑膠 · 機械性質 · 選材 · 技術參考文件 · 公開

工程材料 特性表

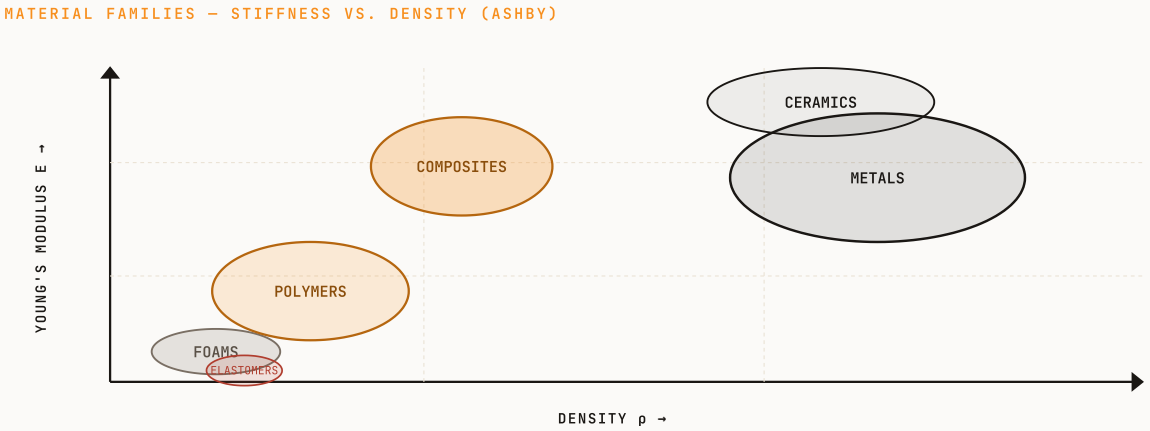
產品開發常用金屬與工程塑膠的典型機械性質——密度、剛性、強度、熱膨脹與使用溫度——並附快速選材指引。

修訂	發行	負責	附件
1.0	June 2026	Ideambox 工程團隊	PDF 技術參考

摘要

一份實用的參考資料，整理機電產品中最常出現之材料的典型機械性質：結構用與鈑金用金屬，以及工程塑膠。可用於零件尺寸設計、比較候選材料，以及核對供應商的規格表——最終設計則應依供應商針對確切等級與質別所提供的保證值。

第 1 節定義各項性質及判讀方式。第 2 節為金屬。第 3 節為工程塑膠。第 4 節探討選材取捨（比強度與比剛性、成本、熱膨脹係數、溫度）。第 5 節為「該用哪種材料」的快速指引。



依剛性對密度繪製的材料族群圖。選材通常是在單位重量性能、成本、溫度與耐蝕性之間取捨——這些表格提供起始的數值。

目錄

1. 表格判讀方式
2. 金屬
3. 工程塑膠
4. 選材取捨
5. 該用哪種材料——快速指引

1. 表格判讀方式

以下數值為各材料常用等級 / 質別的**典型室溫性質**。實際數值會隨等級、質別、加工方式、填充物、吸濕與溫度而變化——最終尺寸設計前，務必以供應商針對確切材料的保證規格表確認。

1.1 性質

密度 ρ	單位體積質量（g/cm³）。影響零件重量與運輸成本。
楊氏係數 E	剛性（GPa）——抵抗彈性變形的能力，與強度無關。
降伏強度	開始產生永久變形時的應力（MPa）——金屬一般的設計極限。
抗拉強度（UTS）	斷裂時的應力（MPa）。
伸長率	斷裂前的伸長百分比——延性 / 韌性的指標。
熱膨脹係數 CTE	熱膨脹係數（µm/m·K）——影響配合變化與熱應力。
最高使用溫度	連續使用的大致上限；機械性質在遠低於熔點時即已明顯下降。

2. 金屬

金屬	P (g/cm³)	E (GPa)	降伏 (MPa)	抗拉 (MPa)	CTE (mm/m·K)	最高 °C	備註
低碳鋼（1018）	7.87	200	350	440	12	~400	便宜、可焊接、會生鏽——結構用的預設選擇
合金鋼（4140 淬火回火）	7.85	205	655	1020	12	~425	軸、高強度零件；可熱處理
不鏽鋼 304（SUS304）	8.00	193	215	505	17	~600	耐蝕、無磁性、成形性佳
不鏽鋼 316（SUS316）	8.00	193	240	580	16	~600	海洋 / 化學用等級（添加鉬）
鋁 6061-T6（A6061）	2.70	69	276	310	23	~150	切削與擠型性佳；全能型
鋁 7075-T6（A7075）	2.81	72	503	572	23	~120	航空級強度；焊接性差
鋁 A380（壓鑄）	2.74	71	160	320	21	~150	大量生產的壓鑄外殼
鈦 Ti-6Al-4V	4.43	114	880	950	8.6	~400	比強度最佳；昂貴、難切削
鎂 AZ91D	1.81	45	160	230	26	~120	最輕的結構金屬；壓鑄
黃銅 C360	8.50	97	125	340	20	~200	易切削；連接器、管接頭

3. 工程塑膠

塑膠	ρ (g/cm³)	E (GPa)	抗拉 (MPa)	最高 °C	備註
ABS	1.05	2.3	40	~80	韌性佳、便宜、易成型；不耐紫外線 / 化學品
PC（聚碳酸酯）	1.20	2.4	65	~120	高耐衝擊、透明；易刮傷、缺口敏感
PC/ABS	1.15	2.4	55	~110	兼顧耐衝擊與加工性；外殼
PA6 / PA66（尼龍）	1.14	2.7–3.0	80–85	~100–120	韌性佳、耐磨；會吸水（尺寸變化）
POM（聚甲醛）	1.41	2.8	65	~100	低摩擦、剛性高、尺寸穩定；齒輪
PP（聚丙烯）	0.905	1.3	33	~100	耐化學品、可做一體鉸鏈；剛性低
PE（HDPE）	0.95	1.0	28	~80	耐化學品、低成本；難以黏著
PET	1.38	3.0	75	~100	剛性高、阻隔性佳；瓶子、結構件
PMMA（壓克力）	1.18	3.0	70	~80	光學透明、剛性高；脆
PEEK	1.32	3.7	100	~250	耐高溫 + 耐化學品 + 耐磨；昂貴
TPU（彈性體）	1.20	0.05–0.7	35	~80	柔韌、耐磨耗；密封件、緩衝件

玻璃纖維強化（例如 PA66-GF30）約可使**彈性模數加倍**，並提高強度與使用溫度、降低熱膨脹係數——代價是韌性、表面外觀與模具磨耗。

4. 選材取捨

- **比剛性**（E/ρ）在鋼、鋁、鎂之間相近——因此對剛性主導的零件，在相同剛性下較輕的金屬通常在重量上勝出。複合材料（CFRP）在這方面優於所有金屬。
- **比強度**以鈦與 7075 鋁合金最佳；鈦在高溫下也能維持。
- **成本**排序（大致）：低碳鋼 < 鋁 < 不鏽鋼 < 鈦；泛用塑膠（PP、ABS、PE）< 工程塑膠（PC、PA、POM）< 高性能塑膠（PEEK）。
- **熱膨脹係數差異**在混合材料組件與壓入配合中很重要——塑膠的膨脹量是鋼的 5–10 倍，因此間隙與干涉量會隨溫度大幅變化。
- **溫度**默默限制了塑膠：大多數泛用塑膠在 80–120 °C 就會軟化；超過此溫度請改用 PEEK、PPS 或金屬。
- **腐蝕 / 環境**——不鏽鋼、鋁（陽極處理）與大多數塑膠耐腐蝕；一般鋼材需要塗裝或電鍍。

5. 該用哪種材料——快速指引

可搭配*由體積計算質量*工具，將 CAD 體積換算為上述各材料的零件重量；最終等級請依供應商的認證數據進行設計。

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/zh-hant/downloads/engineering-materials-datasheet/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact