# 重要合金

照主要成分元素英文字母順序排列，大部分的成分組成比例都不是最準確的工業比例，而是把實際比例四捨五入至小數點下第一位以提供大概的量化概念。

## 鋁（Aluminium）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 鋁鎳鈷合金<br>Alnico | 鋁 / 鎳 / 鈷 | 以前許多工業產品的強永久磁鐵用 Alnico 做成，但現在多被有較強磁場和較高**最大磁能積**的稀土磁鐵取代。 |
| 硬鋁（杜拉鋁、duralumin） | 鋁 / 銅(5%) / 鎂(1.5%) / 錳(1%) | 飛機上常用的合金 |
| 鋰鋁合金 | 鋁 / 鋰(2.45%) | 航太材料 |
| 鈧鋁合金 | 鋁 / 鈧 | 在鋁中加入鈧將產生奈米$Al_3Sc$ 顆粒沉澱（precipitate），可以提高韌性和耐高溫性。是高溫機具中鈦、鋼的較輕替代品。 |
| 鎂鋁合金 | 鋁 / 鎂(5%) | 手提電腦外殼 |

## 鉍（Bismuth）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 伍德合金<br>Wood's alloy | 鉍(50%) / 鉛 / 錫 / 鎘 | 又稱彎管合金（Bendalloy），熔點只有 70℃。用在消防自動灑水器、熔斷式保險絲。 |
| 羅斯合金<br>Rose's alloy | 鉍(50%) / 鉛(25%) / 錫(25%) | 熔點只有 98℃，幾乎不會熱漲冷縮。用在熱庫（thermal reservoir）、焊料（solder）。 |

補充：鉍熔化時的體積變化
鉍是少數在熔化時體積變小、密度變大的物質，這可以從相圖（phase diagram）的斜率看出來。這個性質是羅斯合金有低熱膨脹係數的原因。這類物質其他有名的例子有：生鐵（因瓦合金、艾林瓦合金）、水、鎵、鍺、銻、矽、（鈰）。

## 鈷（Cobalt）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 鎢鉻鈷合金<br>Stellite | 鈷 / 鉻(33%) / 鎢 / 碳 | 無磁性、抗腐蝕。內燃機等零件。 |
| 維塔立合金<br>Vitallium | 鈷 / 鉻(30%) / 鉬(5%) | 牙醫學、人工關節、渦輪增壓器（有高熱組） |

## 銅（Copper）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 黃銅 Brass | 銅 / 鋅(30%) | (1) 鋅的含量決定顏色，低於 20% 時呈現紅黃色，大於則是棕黃色<br>(2) 強度比銅小，易加工。 |
| 白銅（德銀）Cupronickel | 銅(55%) / 鋅(25%) / 鎳(20%) | 電阻箱、電熱器 |
| 康銅 Constantan | 銅(55%) / 鎳(45%) | 鎳含量多的叫康銅 |
| 青銅 Bronze | 銅 / 錫(4~12%) | (1) 古時青銅器因氧化而呈青灰，故命名為青銅。<br>(2) 凡是銅加入鋅、鎳以外的金屬形成的合金都稱為青銅，如鈹青銅、錳青銅。<br>(3) 貨幣、獎牌、銅像 |
| 鈹青銅 | 銅 / 鈹(3%) | 受撞擊時不產生火花，用在有爆炸危險環境中。打擊樂器、航太。 |
| 蒙乃爾合金 Monel | 鎳(50~65%) / 銅 | (1) 是鎳的合金（鎳作為溶劑）。銅鎳合金含鎳比例：Monel > 康銅 > 白銅<br>(2) 抗侵蝕，尤其是海水電化腐蝕（Galvanic corrosion）；耐高溫<br>(3) 航空材料、海水管線、海棲鳥類的鳥類繫放（bird banding） |

## 金（Gold）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 白色黃金 | 金 / 銀、鈀、鎳 | 可以鍍銠防止霧化 |
| 電金 | 金 / 銀 | 金和銀的天然合金。又稱琥珀金、綠金。 |
| 玫瑰金 | 金 / 銅 (銀、鋅) | 又稱粉金、紫金、俄羅斯金。依據銅的含量從少到多可分為皇冠金(22K)、紅金(18K)、玫瑰金(18K)、粉金(18K)、紅金(12K)。 |

## 鐵（Iron）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 生鐵 pig iron | 鐵 / 碳(>2%) | 風爐的直接產物，多雜質，質地脆。 |
| 鑄鐵 cast iron | 鐵 / 碳(>2%) / 矽(1%) | 將生鐵重新回爐熔化，並加進鐵合金、廢鋼。質地脆、可塑性低，一般不能直接製成工具。 |
| 鋼 steel | 鐵 / 碳(0.02~2%) | 介於鑄鐵與熟鐵之間。可以依據含碳比例再細分為軟鋼（低碳鋼）、中碳鋼、硬鋼（高碳鋼） |
| 熟鐵<br>wrought iron | 鐵 / 碳(<0.02%) | 較好的抗腐蝕性、韌性和延展性，但硬度和強度低。 |
| 不鏽鋼 | 鐵 / 鉻(18%) / 鎳(8%) | 耐蝕、不生鏽。 |
| 高速鋼 | 鐵 / 鎢(20%) / 鉻(5%) / 釩(1%) | 切割器材的刀具，是常見的工具鋼 |
| 耐酸鋼 | 鐵 / 矽(15%) | 在氧化酸（硝酸、硫酸）中耐腐蝕性好 |
| 不變鋼<br>因瓦合金 Invar | 鐵 / 鎳(35%) | 因瓦效應：不變鋼在室溫以上的環境下幾乎不膨脹，熱膨脹係數非常低。1920 年諾貝爾物理學獎。 |
| 艾林瓦合金<br>Elinvar | 鐵 / 鎳(35%) / 鉻 (5%) | 熱膨脹係數非常低。用在精密儀器，如恆温器或天文鐘的擺 |
| 錳鋼 | 鐵 / 錳(30%) | 低錳鋼材質異常脆，但高錳鋼堅硬有韌性 |
| 鉬鋼 | 鐵 / 鉬 | 承受發動機的溫度、壓力變化 |
| 馬口鐵 | 鍍錫鐵板 | 非合金。防止鏽蝕 |
| 白鐵 | 鍍鋅鐵板 | 非合金。防止鏽蝕 |

## 鉛（Lead）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 活字金 | 鉛 / 銻(20%) / 錫(5%) | 歷史上用在活字（鉛字）印刷，英文為 type metal |

## 汞（Mercury）

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 鈉汞齊 | 汞 / 鈉 | (1) 室溫下為液態。與水據烈反應，故儲存在己烷、鈍氣中。<br>(2) 強還原劑（比純的鈉金屬安全），可以藉還原 $TiCl_4$提煉鈦。填充於高壓鈉燈中 |

**鉀（Potassium）**

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 鈉鉀合金 | 鈉 / 鉀 (不同比例) | (1) 室溫下為液態。與水據烈反應，故儲存在己烷、鈍氣中。<br>(2) 快中子反應爐（FNR）中的冷卻劑、金屬有機化學反應試劑。 |

**錫（Tin）**

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 焊臘 | 錫 / 鉛 (60/40 或 63/37) | (1) 63/37 Sn-Pb 形成共晶系統（eutectic system）同相混合物，能夠在低於錫、鉛熔點的溫度熔化，稱為共晶溫度。這個比例是熔點最低的 Sn-Pb 二元合金。<br>(2) 牙齒受損時修補的填充劑。 |

補充：**焊臘的添加物**

- 鉍：明顯降低熔點、增加浸潤、減少錫晶鬚（tin whiskers）
- 銻：增加強度、預防錫疫（tin pest）
- 銦：增加延、展性（ductility & malleability）
- 鉛：常見、價格低的添加物，相關研究與了解最徹底

**鈦（Titanium）**

| 名稱 | 成分 | 備註 |
|---|---|---|
| 氮化鈦 | 有 TiN、TiCN、TiAlN | 智能植入物或體內生物傳感器、硬化、保護的塗層 |
| 鈦合金 | 鈦 / 鋁 (5%) / 釩 (5%) | 高強度（tensile strength）、高韌性（toughness）。用於航太、航空、自行車材料。 |

補充：**高熵合金**（High entropy alloy, HEA）由五種或五種以上等量金屬形成的合金。高熵合金和以往的合金不同，有多種金屬相溶卻不會脆化，是一種新穎的材料，被認為在材料應用上有很大的潛力。

資料：*Atomic Structure Modeling of Multi-Principal-Element Alloys by the Principle of Maximum Entropy* - Shaoqing Wang

