

Form Principles

# 造形原理

## 第四章 立體構成

4-1 立體構成與素材

4-2 半立體構成

4-3 點立體構成

4-4 線立體構成

4-5 面立體構成

4-6 塊立體構成

4-7 動立體構成



# 線上影片連結補充教材

## 1. 立體構成

## 4-1 立體構成與素材

- 立體構成的元素，可包括三大類：
- 1. 基本元素：點、線、面、體。
- 2. 視覺元素：形狀、大小、色彩、質感。
- 3. 關係元素：位置、方向、空間、重心、力的平衡。

## 4-1 立體構成與素材

- 立體構成不同於平面構成，它是由長度、寬度、深度所構成的三維空間，我們充分了解一個物件的形體，如果單從一個視覺的角度，是無法完全得知的；也就是說，任何立體的造形，須經過多方的觀察與理解，它包含了立體構成的基本元素：點、線、面、體，還有視覺元素：形狀、大小、色彩、質感等；以及關係元素：位置、方向、空間、重心、力的平衡。透過這些綜合元素的理解之應用，對於三維空間的立體構成才能更深入了解。



# 4-1 立體構成與素材

## 1 塑 膠

- 塑膠材料的介紹
- 塑膠是工業設計領域最常使用的一種材料，又稱為合成樹脂，係利用人工合成之有機高分子化合物，可在其中加入顏料、填充劑、安定劑、可塑劑及硬化劑等成分；在加工過程中可藉熱、壓力等的作用而流動化，可以自由成形，其最終狀態通常為固體，工業上用最廣的塑膠為丙烯-丁二烯-苯乙烯共聚物，俗稱ABS（Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Copolymers）塑膠[圖4-1]。

## 4-1 立體構成與素材

- 塑膠材料可分成兩大類：熱固性塑膠與熱塑性塑膠。
- 熱固性塑膠在加熱起初時會被軟化而具有一定的可塑性，但隨著加熱的進行，塑料中的分子不斷的化合，然後固化成一種不融化也不溶於溶劑的物質。屬於此種特性的塑膠有：酚甲醛樹脂(Bakelite，俗稱電木)、三聚氰胺樹脂(melamineresin，俗稱美耐皿) [圖4-2]、尿素樹脂(UF)、不飽和聚脂(Unsaturated Polyester Resin，俗稱UP或Poly)與環氧樹脂(Epoxyresins，又稱人造樹脂)等。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-1 塑膠的平常狀態通常為固體—ABS塑膠粒



圖4-2 利用三聚氰胺樹脂 (melamine resin) 作成的餐具

## 4-1 立體構成與素材

- 熱塑性塑膠是在加熱時會隨著溫度的升高而逐漸軟化，但冷卻後即重新固化為固體，如果再加熱它又可軟化。屬於此種特性的塑膠有：聚乙烯（PE）、EVA樹脂、聚丙烯（PP）[圖4-3]、聚醯胺（PA）、聚縮醛（POM）、飽和聚脂（PET、PBT）、氟素樹脂、AS樹脂、ABS樹脂[圖4-4]、聚氧化苯（PPO）等、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、壓克力樹脂（PMMA）[圖4-5]、聚碳酸脂（PC）、玻璃纖維強化塑膠（FRP）等[圖4-6]。

## 4-1 立體構成與素材

- 塑膠材料的特色
- 塑膠材料有以下幾點特性：
  - 1. 質輕、機械強度高、耐磨性佳。
  - 2. 不銹蝕、不導電、不傳熱。
  - 3. 耐酸性、耐鹼性、耐油性、耐化學藥品性。
  - 4. 透明、色澤美觀、著色容易。
  - 5. 容易成形加工。
  - 6. 可以多次加工，廢料可以回收使用。
  - 7. 加入其他樹脂、填充劑後可改變其材料性質，廣泛應用於生活產品的製造上。

## 4-1 立體構成與素材

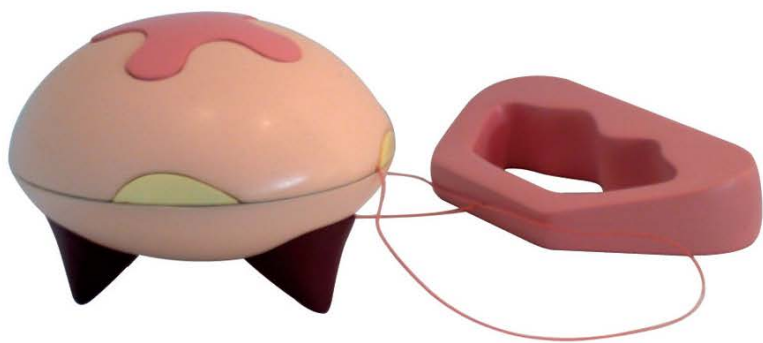


圖4-3 PP塑膠（Polypropylene）是一種熱塑性塑膠可用來製造兒童玩具



圖4-4 ABS塑膠是生活產品最常用的塑膠材料



## 4-1 立體構成與素材



圖4-5 壓克力具有晶瑩剔透的視覺效果



圖4-6 FRP塑膠（Fiber Reinforced Plastics）為複合材料所製成的聚合物基體與增強纖維，是一種高強度的塑膠材料



## 4-1 立體構成與素材

- 塑膠材料的應用
- 塑膠由於它本身的可塑性極佳，因此它的成形方法很多，例如：壓縮成形（Compressionmolding）、下注成形（Transfermolding）、射出成形（Injectionmolding）、擠製成形（Extrusionmolding）、押出成形、中空成形（Blowmolding）、發泡成形法、真空成形法、輪壓成形（Calenderingmolding）、流動成形（Flowmolding）、積層成形（Laminating）等。

## 4-1 立體構成與素材

- 這些成形法中，以射出成形與真空成形最為常見，射出成形法是先將塑膠材料置於加熱筒中加熱，等待成可塑性狀態時，再用螺桿加壓，使軟化的塑料以極大速度和極高壓力，從加熱筒中經噴嘴射入模具中，並迅速地在模穴中成形，利用此種加工方法，效率高、速度快，可塑造形狀複雜之產品[圖4-7]。

## 4-1 立體構成與素材

- 真空成形法是將塑膠的薄板固定於模具上方，再用加熱器加熱，然後抽真空，使薄板被真空吸著於模具上而成形。運用塑膠的特性，可以作為同學們在材質方面的造形練習[圖4-8～圖4-9、表4-1]。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-7 射出成形是最常見的一種塑膠成形法  
(塑膠射出成形機)

## 4-1 立體構成與素材

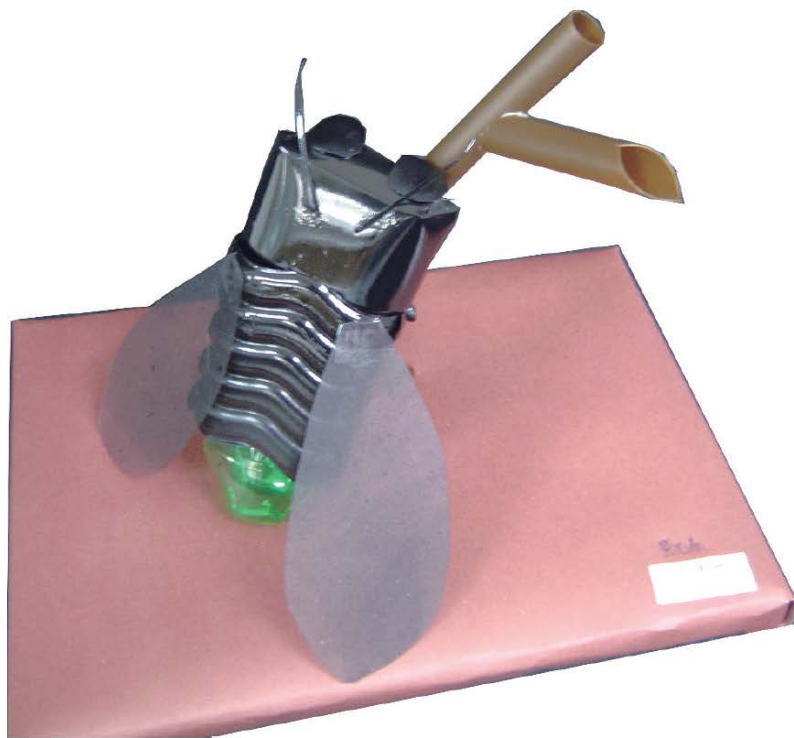


圖4-8 利用塑膠材質的造形練習

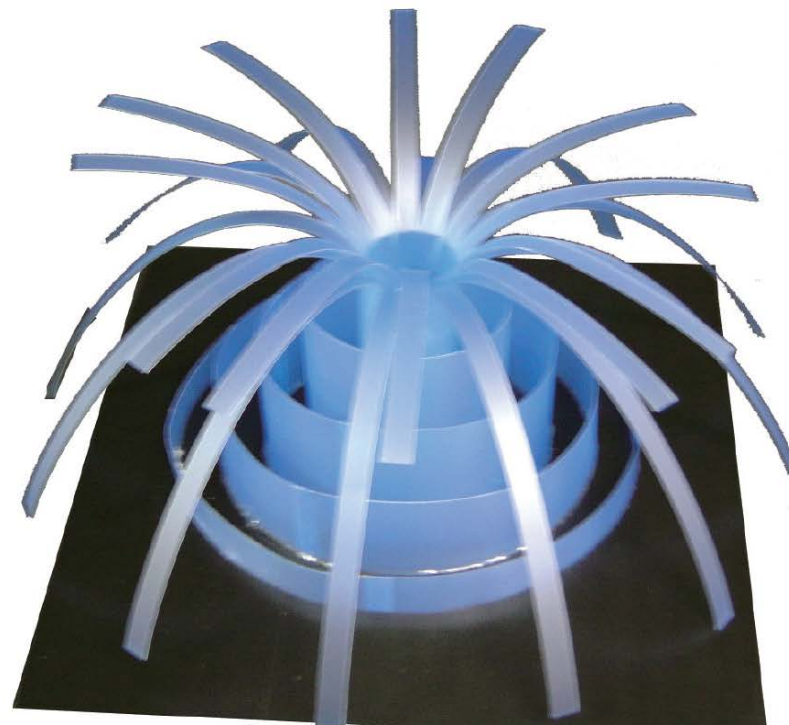


圖4-9 利用塑膠材質的造形練習

# 4-1 立體構成與素材

表4-1

| 種 類   |              | 特 性                                                       | 用 途                                     |
|-------|--------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 熱塑性塑膠 | 聚乙烯 (PE)     | 質輕、耐衝擊、耐藥品性優、絕緣性佳、成形收縮大、易潛變                               | 薄膜、膠帶、水桶、塑膠箱、密閉容器、電氣零件、電線、電纜外披覆         |
|       | 聚丙烯 (PP)     | 比重最輕、抗拉強度、彎曲強度、剛性大、耐電弧性、絕緣性佳、低溫時，耐衝擊強度差                   | 餐具、組合式容器、家電製品外箱、繩索、袋子                   |
|       | 聚氯乙烯 (PVC)   | 透明性、耐水性、耐藥品性、電絕緣性佳、延展性好、伸長率大、對熱和光缺乏安定性                    | 膠布、膠膜、軟硬質管、電線包覆材、長條椅、浪板、玩具              |
|       | 聚苯乙烯 (PS)    | 高折射率，質硬、具透明性、尺寸安定性佳、強度及剛性大、耐水性佳                           | 日用品、電氣零件、機械零件、文具、塑膠模型                   |
|       | ABS樹脂        | 耐衝擊性、耐候性、耐藥品性、耐油性佳                                        | 電器外殼、皮箱、運動用品、家具                         |
|       | 壓克力樹脂 (PMMA) | 透明度、耐候性優、機械性質佳、耐藥品性、耐油性優，缺點是耐熱性低、易受強鹼侵蝕                   | 防風玻璃、汽車尾燈、收音機文字盤、商品展示用櫥窗、戶外招牌、光學儀器、光學鏡片 |
|       | 聚醯胺 (PA)     | 耐磨性、機械強度、耐藥品性、耐油性、耐熱性與耐寒性佳，缺點是成形收縮率大、吸水率高                 | 齒輪、凸輪、軸承、機械構造零件、散熱扇、襪子、繩子、漁網            |
|       | 聚碳酸酯 (PC)    | 機械性質優、耐熱性、耐潛變性、耐寒性、透明性及自熄性佳，耐衝擊強度特大、尺寸安定性優，缺點是耐疲勞強度低、抗鹼性弱 | 電器通訊機零件、照明具零件、齒輪、安全帽、電話亭、眼鏡鏡片、潛水鏡片、滑雪板  |



# 4-1 立體構成與素材

|                         |                                                         |                                                |
|-------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 聚縮醛<br>(POM)            | 耐疲勞性、耐磨性極佳、韌性強、抗拉強度、彎曲強度等機械性質優異，缺點是耐候性低、抗酸性弱、接著性差       | 軸承、凸輪、開關、水龍頭、拉鍊及商業機器的零件                        |
| 飽和性聚酯<br>(PET)          | 耐水性、耐熱性佳、強韌，耐磨耗性、耐藥品性佳、尺寸安定性優越、無毒性、透明性佳                 | 機械零件、通訊機器零件、汽車零件、碳酸飲料用瓶                        |
| 氟類樹脂<br>(Teflon)        | 化學性質特佳、不燃性、耐磨耗性、耐水性、耐候性強、耐酸鹼性佳、不溶於有機溶劑，缺點是性質柔軟、遇強大外力易磨損 | 絕緣膠帶、引接線絕緣軟管，墊圈、填料、管子、栓塞、接頭、隔膜等處、電子鍋、平底煎鍋之表層披覆 |
| 聚醋酸乙烯<br>(EVA)          | 無色、透明、無味無臭、易溶於水及溶劑、耐候性佳、低溫時具可撓性                         | 手套、水管、拖鞋、涼鞋、滑雪鞋、鞋底、人工草坪、重包裝用袋                  |
| 纖維素類樹脂<br>(cellulosics) | 著色性、成型性、加工性佳、耐衝擊、難燃，缺點是吸水性大、尺寸安定性低                      | 座墊、筆盒、傘柄、乒乓球、玩具、牙刷柄、時鐘外殼、底片                    |

# 4-1 立體構成與素材

|       |                  |                                                      |                                           |
|-------|------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 熱固性塑膠 | 酚樹脂              | 強度高、耐熱性、難燃性佳、成形容易、精度高、耐酸、耐蝕性好、電絕緣性佳，缺點是染色性有限、抗鹼性弱    | 電器之絕緣物、插座、把手、電話耳機、洗衣機的攪拌器、瓶蓋、旋轉鈕          |
|       | 尿素樹脂             | 硬度高、耐熱性、耐溶劑性佳、無色透明、染色性佳，缺點是耐酸鹼性弱、吸水性大、尺寸安定性差、不耐衝擊、易碎 | 容器的蓋子、餐具、日用品、鈕扣、電鈴、電話機殼                   |
|       | 三聚氰胺 (melamine)  | 強度、耐衝擊性、電絕緣性佳、耐熱性、耐電弧性、不燃性佳，易於著色                     | 餐具、化妝板、家具、調理台面板、建材、絕緣材料                   |
|       | 不飽和性聚酯 (FRP)     | 質輕、強韌、耐老化、耐水、耐酸、耐溶劑性、易著色、強度大、電絕緣性良好，缺點是抗鹼性弱、易碎       | 電器零件、建築材料、纖維成衣料（達克龍）、小型船艇、頭盔、車體、椅子、浴缸、浪形板 |
|       | 環氧樹脂             | 耐熱性、耐磨耗性、黏著性優，化學抵抗力佳、電絕緣性佳、機械強度大、機械加工性佳              | 金屬材料、玻璃等的黏著劑、印刷電路板積體迴路的封裝成形用材             |
|       | 矽酯樹脂 (silicones) | 耐熱性、電絕緣性、耐水性、耐藥性、耐候性佳                                | 耐熱墊圈、襯墊、膠帶、人工心肺                           |

# 4-1 立體構成與素材

## 2. 金 屬

- 金屬材料的介紹
- 金屬是最早與人類生活有密切關係的一種材料，早在中國的夏商周時期，青銅與鐵材已被廣泛地製作成各種生活器具，在近代的工業領域，金屬與塑膠材料同樣被列為最常用的材料之一。

## 4-1 立體構成與素材

- 金屬材料係指可供工業上使用之純金屬或合金，在工業上純金屬具備某些特性，但缺乏實際應用上所需之物理與機械性質，因此通常以合金型式使用[圖4-10～圖4-13]。合金又可分類為：鋼鐵類合金、銅合金、輕合金、鎳合金、白合金等，其中又以鋼鐵類合金應用最廣。

## 4-1 立體構成與素材

- 金屬材料可分：鐵金屬材料與非鐵金屬材料兩大類，其中鐵金屬材料有：熟鐵、鑄鐵、碳鋼、合金鋼…等，非鐵金屬材料有：銅、鉛、錫、金、銀、鋁、鎂、鋅、鈦…等。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-10 在中國夏商周時期，人們利用青銅製作各種生活器具（南投埔里牛耳石雕公園）



圖4-11 利用鎂合金作成的相機腳架產品，重量輕、強度高



## 4-1 立體構成與素材



圖4-12 利用金屬材質的金工創作



圖4-13 金工作品

# 4-1 立體構成與素材

## 金屬材料的特色 [表 4-2]

金屬材料通常有以下幾點特性：

1. 常溫時為固體且為晶體，但汞除外。
2. 富有延展性，塑性及變形性很好。
3. 為熱與電的良導體。
4. 不透明且具有金屬光澤。
5. 比重皆大於 1，但鋰、鈉、鉀除外。比重大於 4 者稱為重金屬，小於 4 者稱為輕金屬。
6. 金屬氧化物或氫氧化物若能溶於水者，多呈鹼性反應。

# 4-1 立體構成與素材

## 金屬材料的應用

金屬材料的加工方法種類很多，主要可分為以下幾類：

### 1. 鑄造法

可分為砂模鑄造法、離心鑄造法、壓鑄法、永久模鑄造法、消失模鑄造法等[圖4-14～圖4-16]。

高壓鑄造法係利用高壓強制熔融金屬進入模具，以產生精緻複雜的工業用零組件，壓鑄成形品在產品、家具、汽車工業領域被廣泛的使用。

### 2. 塑性加工法

可分為滾軋加工、擠伸加工、抽拉加工、沖壓加工[圖4-17]、沖剪加工、彎曲加工、引伸加工、壓縮加工等。

# 4-1 立體構成與素材

表4-2

| 種 類              |     | 成 分 與 特 性                                                         |
|------------------|-----|-------------------------------------------------------------------|
| 鐵<br>金<br>屬      | 熟鐵  | 含碳量低於0.12%，含有1~3%呈纖維狀夾雜物的特殊鐵碳合金。                                  |
|                  | 鑄鐵  | 鐵-碳合金，含碳量2~4.5%，熔點低，流動性好，適合鑄造。                                    |
|                  | 碳鋼  | 主要成分為鐵(Fe)及碳(C)，另含有少量之矽(Si)、錳(Mn)、硫(S)、磷(P)等成分。                   |
|                  | 合金鋼 | 碳鋼添加合金元素，使其性質改善者稱之                                                |
| 非<br>鐵<br>金<br>屬 | 銅   | 易加工，有耐蝕性，導熱與導電性高。黃銅是在銅中加入40%以下的鋅而成的合金。青銅是在銅中加入錫(Sn)而成的合金。         |
|                  | 鉛   | 灰白色金屬、密度大、富延展性、易塑性加工、耐蝕性高。                                        |
|                  | 錫   | 銀白色金屬、富延展性、耐蝕性高。在常溫中可以再結晶，所以不會發生加工硬化。                             |
|                  | 鋅   | 常溫中不易加工，但加熱至100~150°C以後，可以輾壓成薄板，也可以拉成線狀。在鐵表面鍍鋅，可防止鐵的腐蝕，可作成鍍鋅鐵板使用。 |
|                  | 鋁   | 質輕、導熱快、易加工、強度大、硬度高與耐衝擊性優。                                         |
|                  | 鎂   | 質量輕、散熱好、強度佳、可回收、電磁遮蔽性優                                            |
|                  | 鈦   | 質量輕、耐蝕性、耐熱性、無毒性及高強度                                               |
|                  | 金   | 耐蝕性、延展性、導電性、鑄造性佳                                                  |
|                  | 銀   | 導電率和傳熱率在金屬中居首位，具有良好耐蝕性、延展性和鑄造性。                                   |

## 4-1 立體構成與素材

### 3. 接合加工法

可分為(1)金屬接合法：鉚接、榫接、螺栓接合。(2)焊接法：氣體銲接、電弧銲、電阻點銲法、高週波銲接、爆炸銲接、固態銲接、電子束銲接、雷射光銲接等。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-14 利用壓鑄法成型的自行車鋁合金踏板



圖4-15 以壓鑄技術成型的車輛引擎組件



## 4-1 立體構成與素材

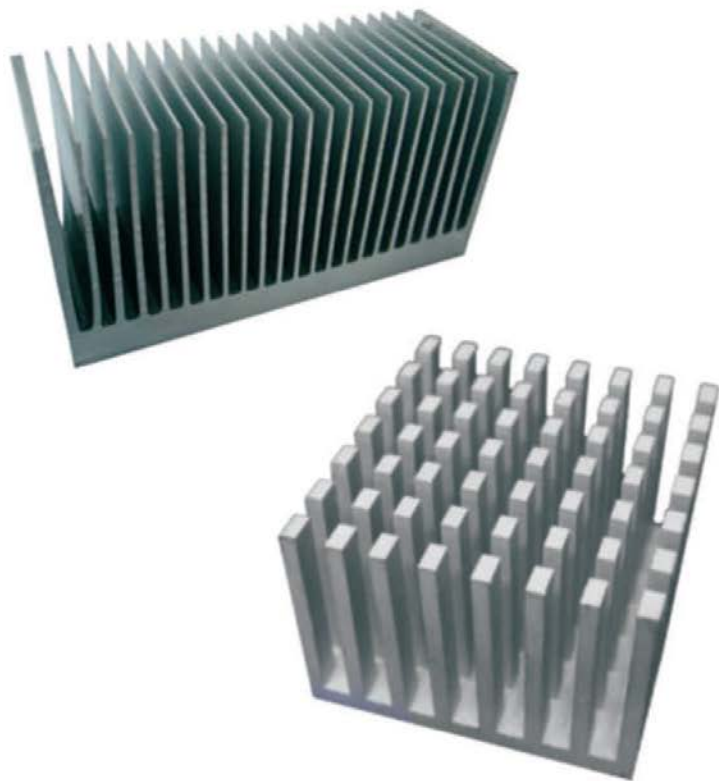


圖4-16 應用鋁擠型技術成型的個人電腦晶片散熱器



圖4-17 利用沖壓加工所作成的液晶電視金屬腳架

## 4-1 立體構成與素材

### 4. 切削加工法

- 可分為：車削（傳統車削與數值控制CNC車削）、銑削加工[圖4-18]、鑽削加工、搪削、磨削、刨削等。
- 數據加工是基於電腦輔助設計（CAD）數據，用於製造高精密、高品質產品的一種加工法，可用於金屬、木材、石材、複合材料和其他材料的加工。

## 4-1 立體構成與素材

### 5. 非傳統與微細加工法

- 可分為放電加工〔圖4-19～圖4-20〕、線切割放電研磨、線切割放電加工、超音波加工、雷射加工、粉末冶金、擠出成形法、射出成形法等。同學們可以運用金屬的特性，在材質方面進行基礎造形練習〔圖4-21～圖4-24〕。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-19 放電加工機被廣泛應用於模具工業上的加工



圖4-18 具多元化切削功能的銑床

# 4-1 立體構成與素材

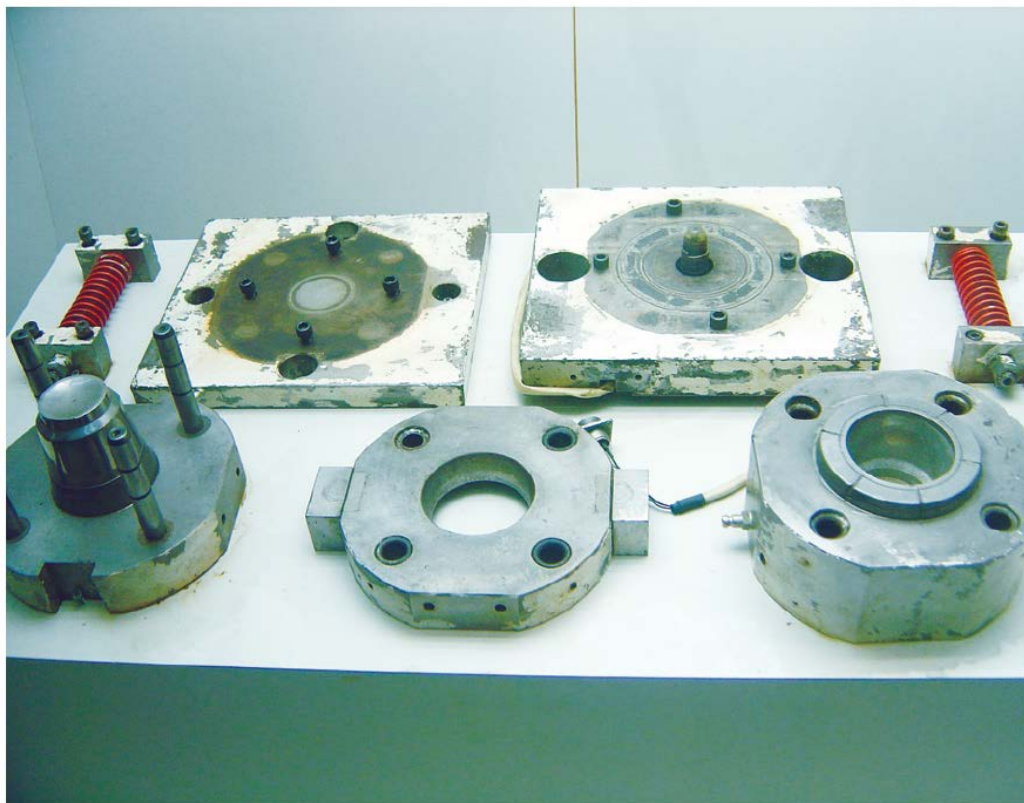


圖4-20 使用放電加工技術製作的塑膠模具



## 4-1 立體構成與素材



圖4-21 金屬材質的造形練習



圖4-22 金屬材質藝術創作



## 4-1 立體構成與素材

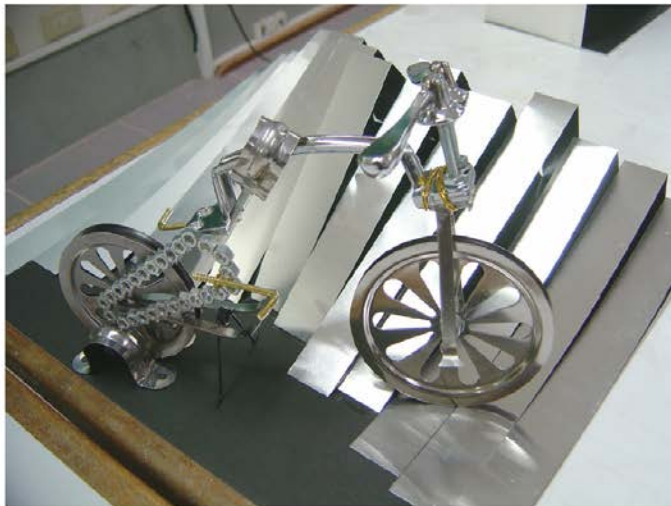


圖4-23 金屬材質造形練習



圖4-24 金屬材料造形練習

## 4-1 立體構成與素材

### 3. 木 材

- 木材材料的介紹
- 木材是很自然的材料，它的質感、色澤給人親切、溫暖的感覺，同時價格低廉、取得容易，比起金屬更具有輕盈易加工的特性，被廣泛使用於家具、建築、生活用品、雕刻…等方面，是除了塑膠、金屬材料之外最常用的一種材料，尤其在工藝創作上更是最被優先考慮的材料。

## 4-1 立體構成與素材

- 木材也是中國人最擅用的造形材料，中國的古典建築藝術即是以木造為主。木材通常為直線造形，直到近代，由於工業科技的發展，才開始出現較多的曲線造形；尤其是成型夾板製作技術的發明，為木材家具的造形帶來革命性的改變[圖4-25～圖4-28]。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-25 木材是很早就被人們使用的一種材料



圖4-26 在工藝創作上，木材是最被優先考慮的材料



## 4-1 立體構成與素材



圖4-27 以成型夾板製作技術的家具作品



圖4-28 中國的古典建築常以木造為主

# 4-1 立體構成與素材

## 木材材料的特色

木材有以下幾點特性：

1. 為有再生能力之天然資源。
2. 施工容易。
3. 塗料吸收力佳。
4. 耐藥品性良好。
5. 材質輕強度夠。
6. 具有絕緣性質。
7. 耐衝擊與震動。
8. 具優美雅緻的紋理。
9. 接合容易。



## 4-1 立體構成與素材

木材也有以下幾項缺點：

1. 碰到有節的木材不易加工，也會影響到刀具的切削性。
2. 受到壓力與張力容易變形。
3. 因為木材紋理的走向，不易於加工。
4. 容易受到溫度與濕度影響而變形。
5. 天然木材內含有樹脂，也會影響加工。
6. 容易受到環境因素影響而造成捲皮與裂隙。

# 4-1 立體構成與素材

## 木材材料的應用

在今日人們的生活領域裡，木材被廣泛用來作為生活產品的材料，木材的種類繁多且有不同的加工方法，如：

### 1. 鋸切及彎曲製造法

將木材作成不同規格之板材、割材、角材或彎材，可作為建築、土木或家具之用，此過程又分為鋸切及彎曲法；木材的蒸煮彎曲法又可分為圓形彎曲法與開口彎曲法，圓形彎曲是為了成形封閉圓所設計的，如椅框和扶手，而開口彎曲則是為開口彎曲形狀而設計，如背靠。



圖4-29 木材材料的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

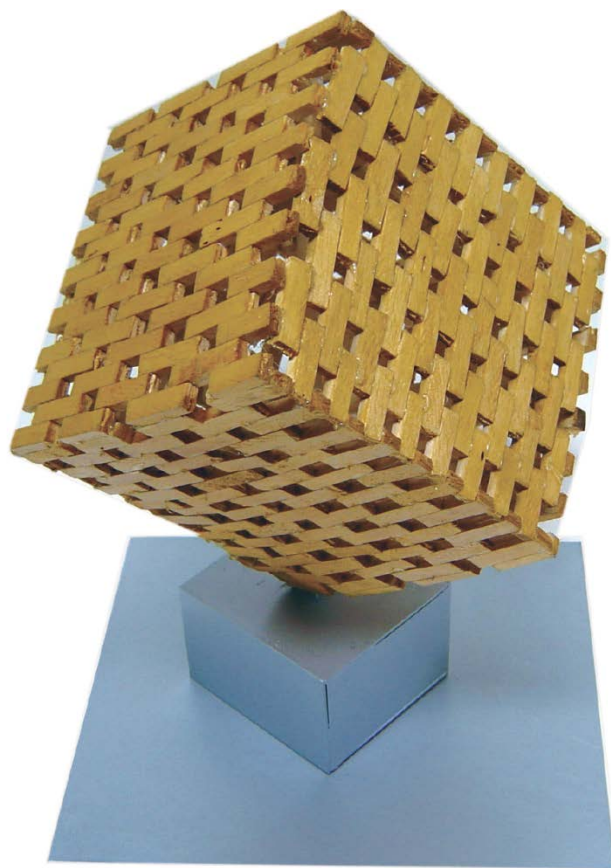


圖4-30 利用木材材質的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

### 2. 合板製造法

- 將木材以旋切法或平切法製成板片、薄片，加入樹脂經高壓膠合及表面披覆而成之二次加工過程。包括合板印花、合板貼面、合板嵌花、合板壓花、木心板製造、防腐合板製造、合板表面處理、木心板加工處理、防火合板製造、構造用合板製造、裝箱用合板製造等。

## 4-1 立體構成與素材

### 3. 組合木材製造法

- 將木材以加壓膠合方式，加入碎木片、鉋切屑、纖維材、層壓材、粒片板、集成材、層積材等之製造方法。



## 4-1 立體構成與素材

### 4. 塑化木材加工法

- 將木材以加熱、加壓或模型成型器，加入木質粒、片或木質纖維注入人造樹脂，或經其他放射線處理，改善其木材性質之加工過程，其製品包括浸漬材、壓漬材、木塑材等。

## 4-1 立體構成與素材

- 由於木材具有前述的幾項缺點，因此對於木材的保存處理，變得極為重要，一般的處理方法是使用藥劑將木材加壓、浸潤、蒸燻、塗刷，使木材具有防腐、阻燃、防蟲、防蟻的效果，進而延長木材的使用壽命。
- 在各個學校的設計科系中，常運用木材的特性與加工方法，可以作為學生們材質的造形練習[表4-3、圖4-29～圖4-32]。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-31 木材材質造形練習

# 4-1 立體構成與素材

表4-3

| 種 類  | 特 性                                             |
|------|-------------------------------------------------|
| 實木   | 強度大，但不易加工。                                      |
| 集成材  | 增強原有木材的壓縮力、可抑制膨脹與收縮、不易變形、利用模具成型時可作彎曲木材。         |
| 合板   | 增強原有木材的異方性、可抑制膨脹與收縮、不易變形、抗剪斷力、耐水性、耐候性佳、可作出曲面成型。 |
| 纖維板  | 質料平均、易加工處理、易耐水、耐濕、防火、防蟲處理、隔熱、吸音性強、不易斷裂。         |
| 粒片板  | 異方性少，但厚度的膨脹率高。隔音性佳、耐水、耐候性不佳。                    |
| 實木鑲板 | 把小板子接合起來，可組成大小符合要求的鑲板，可做成衣櫥、茶櫃、辦公桌。             |
| 有框鑲板 | 用角材作成四角形框子，框內側有凹溝，將板子鑲入溝內而成，量輕但堅固。              |
| 木心合板 | 中間用單一厚板合板做心材，表裏側粘上單板或合板而作成的厚板合板。精密度高且堅固。        |
| 空心合板 | 中間用框架組合起來，上下兩面用合板夾住的中空鑲板，輕而堅固。                  |

## 4-1 立體構成與素材



圖4-32 利用木材材質的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

### 4. 紙 材

- 紙材材料的介紹
- 紙，是中國人的一項偉大發明，據傳是東漢和帝時的蔡倫發明造紙。
- 紙具有不容易受到腐蝕、不通電、可以隔熱隔音的特點，它可以製成透明或不透明的東西，亦可染成任何一種顏色。它比同重量的木材強度更大，比同厚度的鐵皮張力更強，利用瓦楞紙材甚至可製作桌、椅等家具用品[圖4-33]。



## 4-1 立體構成與素材

- 若把紙予以加工，它的性能更加出人意料，例如它可以是可燃性的物質，亦可製成不可燃性，它可以製成耐酸、鹼等一切化學物品的材料；至於吸濕性強的紙張如果加入合成樹脂以後，更可硬化成堅硬的物質，廣泛地應用於各種用途之上。

## 4-1 立體構成與素材

- 紙材材料的特色
- 雖然紙材有這些優點但也有一些缺點，例如：容易燃燒、容易破裂、缺乏耐久性、容易浸濕、容易污染、抗力較弱、容易變色、不透明、缺少伸縮性、不易貯存等。
- 使紙材產生立體造形效果的方法有：彎曲、切割、揉捏、撕裂、刺破、抓、刮、擰、浸泡、燃燒、壓碎等。

## 4-1 立體構成與素材

- 一般而言，紙的特色如下：
- 1. 易於加工。
- 2. 印刷、著色容易。
- 3. 種類多，用途廣。
- 4. 價格便宜，容易取得。
- 5. 容易汙損。
- 6. 柔軟、輕、耐折。
- 7. 不防火，也不易防水。

## 4-1 立體構成與素材

- 紙材本身具有加工的高度自由，沒有像其他材質那種特殊的性質，所以容易將構想中的形態一一予以展現，是造形練習或習作的好材料[圖4-34～圖4-37]。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-33 瓦楞紙材的應用

# 4-1 立體構成與素材



圖4-34 利用紙材材質的造形練習



## 4-1 立體構成與素材

- 紙材材料的應用
- 紙材多半是經過樹脂處理過的，它結合了紙材和樹脂兩者的長處所得的結果。一般普通紙材，欲成為實用或長期觀賞的對象，必須結合其他材料。現代的紙材拜加工技術所賜，經過樹脂處理後，其強度可以容許許許多多的立體造形變化，被廣泛用來製作紙杯、紙盤及包裝盒、袋、利樂包、裝貨櫃用的棧板 [圖4-38]、生活產品[圖4-39]等[表4-4]。

## 4-1 立體構成與素材

- 在紙的造形領域中，因為它具有輕薄質感及平滑表面的特性，最適合用來表現輕快的感覺，且也因為有容易加工的特質，非常適合各種造形及模型的製作。

## 4-1 立體構成與素材

- 紙的造形練習有兩種手法，一種是利用紙的原樣性，另一種是利用紙的再生性。紙的原樣性是依紙材的特性決定作品的內容與形式。例如：紙的厚薄度及纖維含量如何，甚至色彩的種類，都是可預測的，若是纖維含量多且明顯的紙，就很適合利用「刮纖法」來表現。或是想在構圖中有草地原野的表現時，則可利用毛刷或畫筆將紙的纖維刷出並直接留在畫面上。對於一些較厚的紙板類，就不適合用「刮纖法」，而是用「直接雕法」，有些類似版畫的原理。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-35 利用紙材的造形練習

## 4-1 立體構成與素材



圖4-36 利用紙材材質的造形練習



圖4-37 利用瓦楞紙材質的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

- 紙的再生性是破壞原有紙材的特質，再重新加以表現。最徹底的方法是搗碎還原為紙漿，甚至用燃燒剩餘的灰燼都可以用來表現。再生性的方法，需要更多的藝術概念甚至技巧，創作空間更為深遠。再生性的表現法最好的一種就是「漿渲法」，利用還原的紙漿達到如水墨一般的渲染效果。



## 4-1 立體構成與素材

- 紙在生活上與工業領域應用地很廣泛，例如：印刷、包裝、書畫類、玩具類、裝飾品、生活用品、室內裝潢、建材材料、宗教用品的金銀紙等。

# 4-1 立體構成與素材

表4-4

| 種 類 |            | 用 途                  |
|-----|------------|----------------------|
| 紙   | 新聞紙        | 新聞紙、報紙               |
|     | 印刷、筆記、圖畫用紙 | 書籍、教科書、海報、型錄、雜誌、傳單   |
|     | 包裝用紙       | 重袋用牛皮紙、雙重牛皮紙、一般包裝紙   |
|     | 薄用紙        | 玻璃紙、捲菸紙、聖經紙、複印紙、打字用紙 |
|     | 家庭用薄用紙     | 衛生紙、廁所用紙、生理用紙、毛巾紙    |
|     | 雜種紙        | 紙帶用紙、書法用紙、紙門紙        |
| 紙板  | 瓦楞紙        | 襯墊用紙、中蕊原紙            |
|     | 白紙板        | 馬尼拉紙板、白紙板            |
|     | 黃紙板        | 馬糞紙                  |
|     | 色紙板        | 各類色紙板                |
|     | 建材原紙       | 防水原紙、石膏紙板原紙          |
|     | 紙管原紙       | 紙管原紙                 |

## 4-1 立體構成與素材



圖4-38 用紙材作成的紙棧板可承受極大的重量



圖4-39 利用瓦楞紙材質的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

### 5. 陶 瓷

- 陶瓷材料的介紹
- 陶瓷原料為黏土經過淬取而成，粘土的性質具韌性，常溫時加水容易塑造成型，當加熱至攝氏700度時可成陶器；燒至攝氏約1230度左右則瓷化，不會吸水且能耐高溫、耐腐蝕。陶瓷材料大多是氧化物、氮化物、硼化物和碳化物等成分等。常見的陶瓷材料有粘土、氧化鋁、高嶺土等。

## 4-1 立體構成與素材

- 陶瓷因其燒製時的溫度及使用土質的關係，而有陶與瓷之分。談到陶瓷，自古以來中國的陶瓷技術，其質與量均冠絕於全世界。
- 因為中國的陶瓷精品相當重視造形材料的本質之美，如宋代的白瓷、青瓷等，此種造形的美感並非全出自陶藝家的技巧，素材本身所表現出來的美感也占了很重要的因素。

## 4-1 立體構成與素材

- 代表性的陶瓷作品有：彩陶文化時期的彩陶、唐代的唐三彩陶俑、宋代的青瓷、元代的青花瓷、清代的琺瑯瓷等[圖4-40～圖4-41]。
- 陶瓷可分成傳統陶瓷與精密陶瓷，精密陶瓷與傳統陶瓷不一樣，它具有獨特的堅硬、耐磨、耐壓、耐高熱、耐酸、耐鹼等物理和化學性能，並有相當優異的光、電磁、熱的功能以及生物相容性[圖4-42]。依據應用的範圍，精密陶瓷可分成三大類：電子陶瓷、生醫陶瓷及結構陶瓷。



## 4-1 立體構成與素材



圖4-40 彩陶文化的作品呈現了造形與材質的美感



圖4-41 唐三彩陶俑呈現了陶瓷質感之美



圖4-42 精密陶瓷具有優越的物理和化學性能

## 4-1 立體構成與素材

- 陶瓷材料的特色
- 陶瓷具有在高溫中強度大、傳熱性低、膨脹性低、耐熱、硬度大、耐磨損的一般特性，而且比重低，不易受化學藥品的侵蝕。除了在食器、裝飾的使用上，在科學、工業技術的發展中亦扮演重要角色。

## 4-1 立體構成與素材

- 陶瓷材料具有以下幾點特性：
- 1. 高彈性係數／重量比值。
- 2. 高硬度。
- 3. 高壓縮強度／重量比值。
- 4. 低介電損失係數。
- 5. 具寬廣的熱傳導係數。
- 6. 具低熱膨脹係數。
- 7. 具高溶點。
- 8. 具化學穩定性。
- 9. 大量存在地表上。
- 10. 有些陶瓷具超導性。

# 4-1 立體構成與素材

表4-5

| 種 類      |      | 用 途                         |
|----------|------|-----------------------------|
| 傳統<br>陶瓷 | 陶器   | 粟田燒、薩摩燒、裝飾品、食器、室內磁磚、餐具、衛生陶器 |
|          | 瓷器   | 骨灰瓷、瓷牙、瓷器、磁磚、餐具、絕緣器、火星塞     |
| 精密<br>陶瓷 | 運輸   | 剎車器、火星塞、引擎                  |
|          | 通信   | 發振器、陶瓷電容器、熱阻半導體、光纖          |
|          | 電力   | 電極材料、光學電池材、發熱材、感應器          |
|          | 醫化學  | 人造齒、人造骨、生理測量器材              |
|          | 精密機械 | 加工用具材、耐蝕器材、複合材              |
|          | 建築   | 輕量混凝土構材、發泡陶瓷壁材              |
|          | 金屬窯業 | 玻璃加層材、電極材、爐材                |
|          | 太空   | 太空梭、飛機體構材                   |
|          | 生活材料 | 耐熱餐具、眼鏡鏡片、隱形眼鏡              |

# 4-1 立體構成與素材

## 陶瓷材料的應用

因為以上這些特色，使陶瓷的重要性漸漸為工業界所重視，不僅是工業界，能源、醫學、運輸、建築等方面都有陶瓷材料的應用。同時人類也利用陶瓷特殊的光、電、熱及機械性質，開發出許多新產品用於工程領域[表4-5]。

但陶瓷也有缺點，例如：質性易脆。在改善陶瓷的脆性方面，如陶瓷複合材料的開發，即可增加陶瓷的韌性。學生利用陶瓷的造形練習，可以創作出很多不同的造形[圖4-43～圖4-46]。



圖4-43 利用陶土材質的造形練習

## 4-1 立體構成與素材

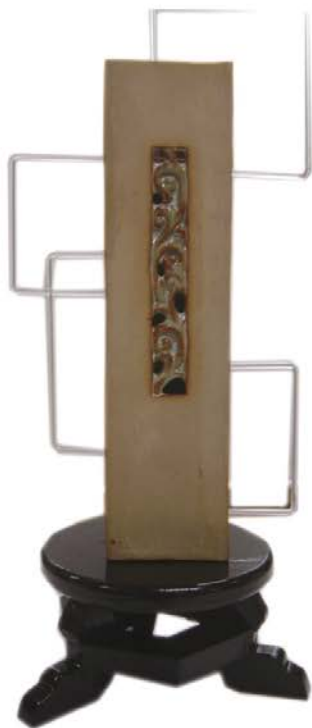


圖4-44 利用陶瓷材質的造形練習



圖4-45 利用陶土材料的造形練習



圖4-46 利用陶瓷材質的造形練習



## 4-1 立體構成與素材

### 6. 玻 璃

- 玻璃材料的介紹
- 玻璃是一種非常美麗而具魅力的素材，可塑性強，又富光鮮亮麗、晶瑩剔透的材質美感[圖4-47～圖4-49]，但其成形技法及加工設備繁複，通常的藝術創作者較少使用。

## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃是由石英砂、純鹼、石灰石等主要原料，加上一些輔助性材料經 $1550\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 高溫熔融、成型，並經急冷而成的固體，主要成份為 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 和 $\text{CaO}$ 等。一般為透明體，有透光及折光作用，若於製造過程中加入礦物染料，則成為有色玻璃，加入混濁劑，則呈現不透明。

## 4-1 立體構成與素材

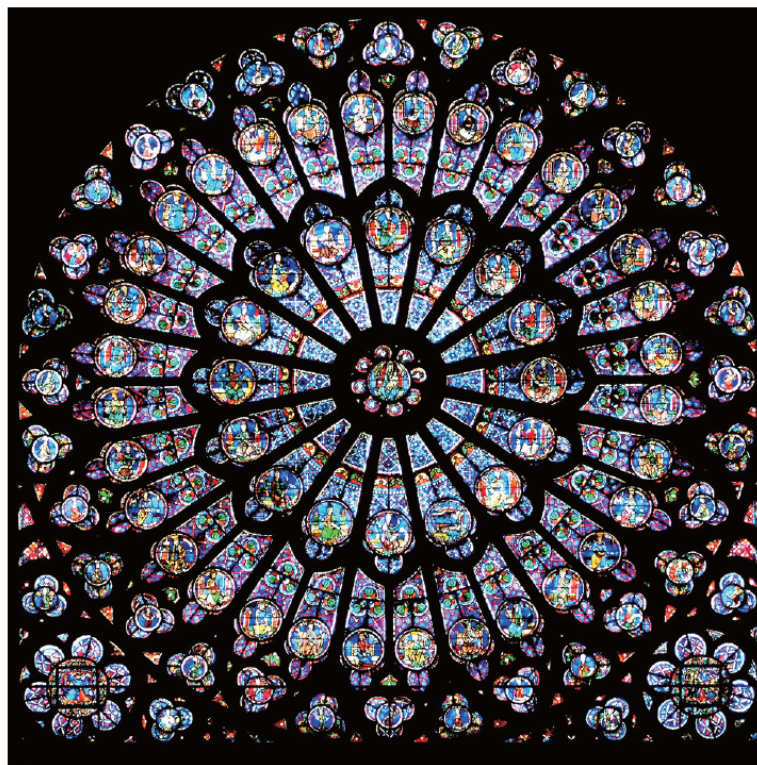


圖4-47 鑲嵌玻璃常見於西方哥德式教堂的牆壁，當陽光射入室內，走入教堂感覺有如彩虹般的世界

## 4-1 立體構成與素材



圖4-48 “光之穹頂”玻璃公共藝術，位於高雄美麗島捷運站，應用玻璃材質的特性呈現出極佳的視覺效果



## 4-1 立體構成與素材



圖4-49 利用玻璃材料的馬丁尼杯設計作品

## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃的種類有十數種：
- 1. 平板玻璃
- 2. 浮式明板玻璃
- 3. 浮式色板玻璃
- 4. 磨光玻璃
- 5. 磨砂玻璃
- 6. 強化玻璃
- 7. 反射玻璃
- 8. 漆板玻璃



## 4-1 立體構成與素材

- 9. 彎曲玻璃
- 10. 防風玻璃
- 11. 超白玻璃
- 12. 鏡板玻璃
- 13. 結晶化玻璃
- 14. 低輻射玻璃
- 15. 膠合玻璃
- 16. 複層玻璃
- 17. 熱處理增強玻璃
- 18. 鐵絲網玻璃壓花玻璃。

## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃材料的特色
- 普通玻璃主要構成為非晶態的二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )，也就是石英或砂的化學成分。製造玻璃時一般會加入兩種材料：碳酸鈉 (Sodium Carbonate,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，即蘇打粉) 及碳酸鉀 (Potash, 鉀鹼)。因為碳酸鈉會使玻璃溶於水中，因此還要加入適量的氧化鈣 $\text{CaO}$ ，使玻璃不溶於水。

## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃通常亦會加入其他成份，例如：水晶玻璃（Leadglass），是在玻璃內加入「鉛」或「鉍」，使得玻璃的折射指數增加，產生耀眼眩目的折射效果；若要改變玻璃的熱及電的性質，則須加入「硼」，此外若要能吸收紅外線，則加入「鐵」，例如：放映機內的隔熱玻璃。若加入「鈾」則會吸收紫外線，製造光學鏡頭的玻璃則是加入「鈦」的氧化物來大幅增加折射指數。

## 4-1 立體構成與素材

- 在玻璃中加入各類金屬氧化物可以改變玻璃的顏色，例如加入少量的「錳」，可以變成淡綠色，加入多一點的錳，可以變成淡紫色，加入「硒」亦有類似的效果。加入少量的「鈷」可以形成藍色的玻璃，加入「錫的氧化物」及「砷氧化物」可形成不透明的白色玻璃，感覺好像是白色的陶瓷一般。加入「鎳」可以形成藍色、深紫色、甚至是黑色的玻璃，加入「鈦」則可以形成棕黃色。

## 4-1 立體構成與素材

- 加入微量的金（約0.001%），則像是紅寶石的顏色，感覺非常的鮮明。加入「銅氧化物」會造成青綠色的玻璃。加入「鈷」（含量0.1~2%）造成的玻璃是螢火黃或綠色；「銀化合物」可以形成橙色至黃色的玻璃，此外若改變玻璃的溫度，也會改變這些化合物造成的顏色。

## 4-1 立體構成與素材

### 玻璃材料的應用

- 玻璃具有透明、不透氣、不透水、裝飾性、耐化學性、耐久性、絕緣等特性，廣泛應用在我們日常生活中，例如：調味料罐、飲料罐、化粧瓶、花瓶等容器；玻璃杯、盤子、瓶子、食品罐等餐具用品；電燈泡、日光燈等電器用品；玻璃門、玻璃窗、櫃子等建築類用品；眼鏡、相機、測量儀器、等光學用品，與人們的生活密不可分，玻璃的應用如表4-6、4-7所示。



## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃在一般生活的應用上，主要常用在門窗的採光或採光的隔間，用在家具櫥櫃上主要是玻璃門、隔板或桌板；同時運用著色、磨光、刻花等方式，可製作成玻璃首飾、燭台、水果盤及用於公共藝術等方面[圖4-50]，來提高裝飾效果；近年來則有往控制光線、調節熱量、節約能源、控制噪音、改善環境等方向發展的趨勢。

# 4-1 立體構成與素材

表4-6

| 種類      | 成份                                                                                                       | 特性                  | 用途                          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 碳酸石灰玻璃  | $\text{SiO}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$                                                    | 用途最廣、最普遍的玻璃，稍溶於水    | 玻璃平板、瓶、餐具、容器、一般玻璃用品         |
| 碳酸石灰鋁玻璃 | $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$                          | 不易溶於水               |                             |
| 鉛玻璃     | $\text{SiO}_2$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{ZnO}$                                                     | 軟而易溶，曲折率大，具有金屬般的清脆聲 | 光學玻璃、切割玻璃、燈泡玻璃、裝飾用玻璃        |
| 鉀石灰玻璃   | $\text{SiO}_2$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$                                                     | 耐機械加工、抗藥性強，曲折率大     | 光學玻璃、人造寶石、切割玻璃、化學用具玻璃       |
| 硼矽玻璃    | $\text{SiO}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{B}_2\text{O}_3$ | 膨脹率小、具耐熱及耐酸性、電絕緣性大  | 真空管玻璃、光學玻璃、理化器材玻璃、裝注射液的熔器玻璃 |
| 碳酸鋇玻璃   | $\text{SiO}_2$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{BaO}$ , $\text{CaO}$                                     | 易溶、耐水性低、比重大         | 壓模器具用玻璃、光學玻璃                |
| 石英玻璃    | $\text{SiO}_2$                                                                                           | 膨脹率小、耐熱性大、熔點高       | 電器用玻璃、理化器材玻璃                |

# 4-1 立體構成與素材

表4-7 玻璃的用途分類

| 用途    | 主要製品                                          |
|-------|-----------------------------------------------|
| 家庭類   | 玻璃瓶、菸灰缸、玻璃杯、玻璃花瓶、耐熱玻璃鍋                        |
| 建築類   | 普通板玻璃、模型板玻璃、光面玻璃、磨光板玻璃、吸熱玻璃                   |
| 電子類   | 電燈泡、日光燈管、真空管、高壓水銀燈管、玻璃光纖                      |
| 光學類   | 眼鏡鏡片、相機鏡片、測量儀器用鏡片、三稜鏡                         |
| 車輛類   | 強化玻璃、聯合玻璃、複層玻璃、導電印刷玻璃、天線玻璃                    |
| 產業類   | 玻璃纖維、陶瓷器用玻璃、玻璃架、斑瑯玻璃料、G管                      |
| 物理化學類 | 醫療、理化用耐熱玻璃、玻璃注射管、醫用毛細管、試管、燒杯、溫度計、玻璃電擊、實驗用玻璃器材 |



圖4-50 置於高雄市城市風鈴步道的玻璃公共藝術

## 4-1 立體構成與素材

- 在玻璃的創作表現上，藝術創作者從自然現象中，以簡約手法抽取其富有表現特徵的要素，充分運用造形元素、色彩、質感、形體及結構來傳達創作者內心的情感及心理的意念，表達出抽象藝術的內涵與精神，同時藉由玻璃此種特別的質感，能呈現自然光影的變化及鮮明的色彩，讓人們感受到藝術品多元化的新意象與新感覺[圖4-51]。

## 4-1 立體構成與素材

- 課堂上在給學生的玻璃材質造形
- 練習中，係藉由實際操作的過程，訓
- 練學生能瞭解玻璃成形的各種技法，
- 並利用玻璃其可塑性強、透明性及豐
- 富色彩感的特殊性質，進行造形的表
- 現[圖4-52]。

## 4-1 立體構成與素材

- 玻璃在應用上的分類有：普通玻璃
- 璃、強化玻璃、光學玻璃與膠合玻璃
- 等四大類。
- 1. 普通玻璃：通常以食用容器與家用
- 玻璃杯為代表，其特性是易於成型
- 且其造型較多樣化，但容易因碰撞
- 而破損。



## 4-1 立體構成與素材

- 2. 強化玻璃：通常以建築用的玻璃窗
- 為代表，其特性是能抵抗碰撞所造
- 成的破損，而缺點是較無法耐高
- 溫。例如：餐桌用的強化玻璃，應
- 盡量避免將燒熱過後的湯鍋直接放
- 置於上，以免發生危險。

## 4-1 立體構成與素材

- 3. 光學玻璃：一般用於眼鏡、數位相機、望遠鏡等產品，具有集中焦點
- 與矯正視差等特性，但容易因外力
- 因素使其表面受損而失去功用，價
- 格上也較不便宜。

## 4-1 立體構成與素材

- 4. 膠合玻璃：一般用於汽車之擋風玻璃，具有將玻璃表面分子凝聚，使其不因強力撞擊而導致碎屑飛散造成傷害的特性，其缺點是價格較高。

## 4-1 立體構成與素材

- 此外還有一種耐熱玻璃製品，例
- 如：我們居家廚房或休閒泡茶所使用
- 的玻璃壺，它的特性是能耐高溫、抵
- 抗瞬間溫度變化，缺點是因產品本身
- 的厚度較薄，容易因輕微碰撞發生破
- 裂而導致危險。

## 4-1 立體構成與素材



圖4-51 使用玻璃材料製作的燭台



圖4-52 以脫蠟法製作的學生作品

## 4-2 半立體構成

- 半立體構成是一種介於平面構成與立體構成之間的造形，主要是以一個平面作為基礎，然後把某些部分立體化，此立體化的形體仍固著於此平面上，又稱為浮雕[圖4-53]。浮雕是半立體構成中，較常見到的形式，通常浮出於此一平面上的形體，具有深淺層次，而且因雕塑深淺程度的不同，又分為深浮雕、淺浮雕、薄浮雕、透雕和陰形雕等形式。半立體構成的兩大要素為材料與技法，最常用的材料有紙材與石膏兩種，而這兩種材料又有不同的加工技法。



## 4-2 半立體構成

### 1. 紙材的半立體造形

- 紙材半立體造形有整體式和組合式兩種，整體式又可分成：摺法、摺切法、凹凸加壓法等三種基本技法；組合式則分成：插套法、拼貼法兩種基本技法，利用半立體造形的技法，可製作燈飾、日本娃娃造型藝術及利用積層厚紙板作半立體造形練習 [ 圖4-54～圖4-56 ]。

## 4-2 半立體構成

### 摺 法

- 通常是在平面上畫上摺線，然後沿著摺線反覆地摺，就能摺出半立體造形，如果摺的層次多更能呈現出多種的變化，例如：小時候常摺的紙船、紙飛機等，或是一般的摺紙藝術皆屬之。

## 4-2 半立體構成



圖4-53 利用紙材所作的浮雕半立體作品



圖4-54 紙材創作練習

## 4-2 半立體構成

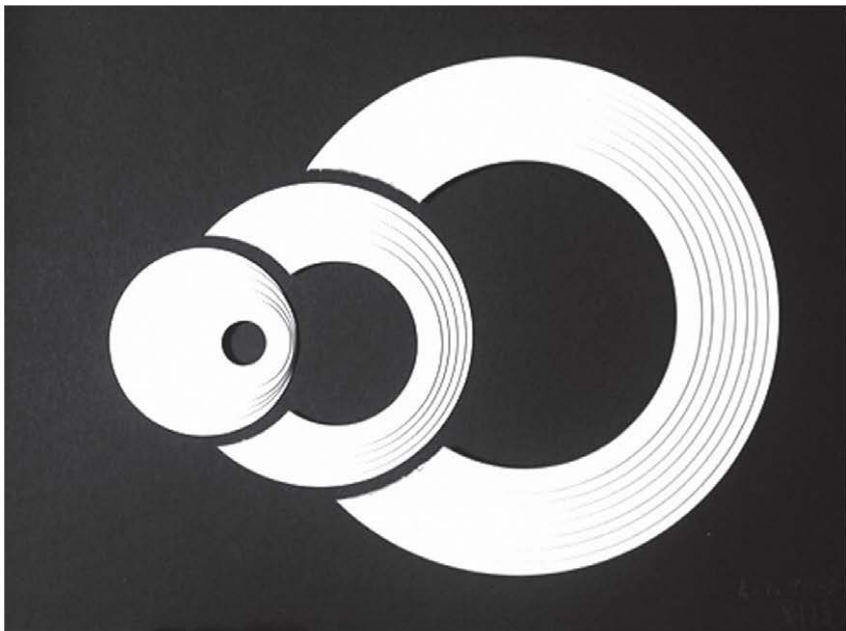


圖4-55 利用層積厚紙板所做的半立體造形練習



圖4-56 紙材創作練習

## 4-2 半立體構成

### 摺切法

- 通常是摺後再切或切後再摺，紙張經過切割，更容易摺，也更能強化立體的構造與視覺效果，例如：立體卡片、立體書…等  
[圖4-57]。

## 4-2 半立體構成

### 凹凸加壓法

- 此法係利用紙張本身的彈性與可塑性，在其底部置放一個模型板，接著在紙張上施加壓力，就能呈現出與模型一樣的半立體作品。紙材立體化的方法，除了以上三種外，如前面章節所述，也可施以彎曲、切割、揉捏、撕裂、刺破、抓、刮、擰、浸泡、燃燒、壓碎…等多元加工方式，使得半立體造形更有多種的變化[圖4-58]。



## 4-2 半立體構成

### 2. 石膏材的半立體造形

- 石膏的半立體造形技法，可分：直接雕刻法、模型法等兩種基本技法。

#### 直接雕刻法

- 把石膏溶化後注入面型的容器，冷卻後可得適當大小的面立體，然後在此面立體上雕刻出所要的造形[圖4-59～圖4-60]。

## 4-2 半立體構成

### 模型法

- 利用黏土或油土作出凹或凸的模型，然後倒入石膏，硬化後就能得到與模型一樣的回或凸的半立體造形，如果模型是凹的則獲得的立體造形將是凸的，反之亦然。

## 4-2 半立體構成



圖4-57 利用摺切法所作的紙材半立體造形



圖4-58 利用彎曲切割法的紙材創作

## 4-2 半立體構成



圖4-59 具避邪作用的劍獅爺一半立體造形



圖4-60 高雄美濃廣善堂的廟宇壁飾半立體造形

## 4-3點立體構成

- 點是形態要素中最基本的組成單元，在前面的平面構成章節裡，我們敘述了點的造形特徵，它具有視覺凝聚的效果也能夠運用各種造形原理來表現，但是在立體構成中，純粹點的立體造形並不多見，主要是點的造形很難單獨存在，太大的點因具有體積，而形成“體”，須縮小體積且具有一定的數量，以及透過其他組件的支撐，才具有點的立體效果[圖4-61～圖4-64]。



## 4-3點立體構成

### 1. 點立體構成的材料

- 在製作點立體造形時，我們可利用生活環境中各種具有點特徵的材料，這些垂手可得的材料很多，例如：玻璃珠、石頭、保麗龍球、燈泡、發光二極體等，甚至形態也不一定是幾何形體，只要體積不大都可以拿來作為構成的材料，例如：迴紋針、鈕扣、藥丸等。在支撐材料方面，可利用細尼龍線、細壓克力棒、細鐵絲等[圖4-65]。



## 4-3點立體構成

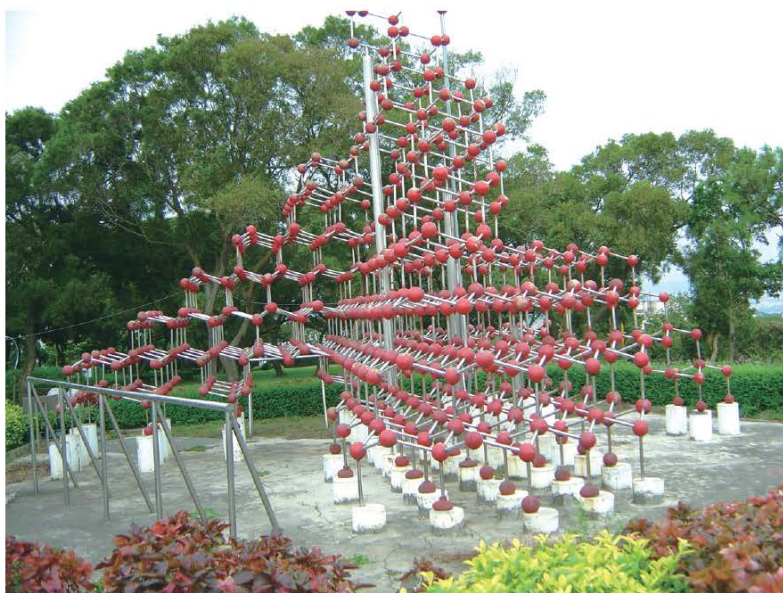


圖4-61 點立體構成（新竹小叮噠科學遊樂園）



圖4-62 點立體構成（台南關仔嶺民宅）

## 4-3點立體構成



圖4-63 人為界的點立體構成（台南竹溪寺）



圖4-64 自然界的花朵，須有莖及枝幹支撐才能顯現點的立體效果（高雄美濃花海）

## 4-3點立體構成

### 2. 點立體構成的特色

- 點立體造形的美感，取決於點材在空間的位置與排列，點與點之間的距離會造成虛的空間，視覺上會形成虛線、虛面，同時因為其排列形式而有不同視覺效果。不管它以任何大小和形狀出現，只要能呈現出集中性與凝聚性，就能構成點立體的特色。



## 4-3點立體構成

- 為了將點的形固定於空間中，必須依賴支撐的棒子、繩子或其他形體的支撐，而這些支撐的形體必須使其隱藏或消失，才能真正顯現出點的立體造形。
- 點立體構成的重點在於點材與支撐材兩者之間的結合關係，它必須考量整個作品的穩固性與安全性，因此在進行點立體構成時，各個點單元之間的連接方式、整體造形與底座的固定方式，都是須考量的關鍵點。點的立體構成也可利用螢光燈的光點、發光二極體或是小型電燈泡在空間中的配置，來呈現特別的視覺效果[圖4-66～圖4-73]。

## 4-3點立體構成



圖4-65 點立體構成練習



圖4-66 點立體構成練習



圖4-67 點立體構成練習

## 4-3點立體構成



圖4-68 點立體構成練習

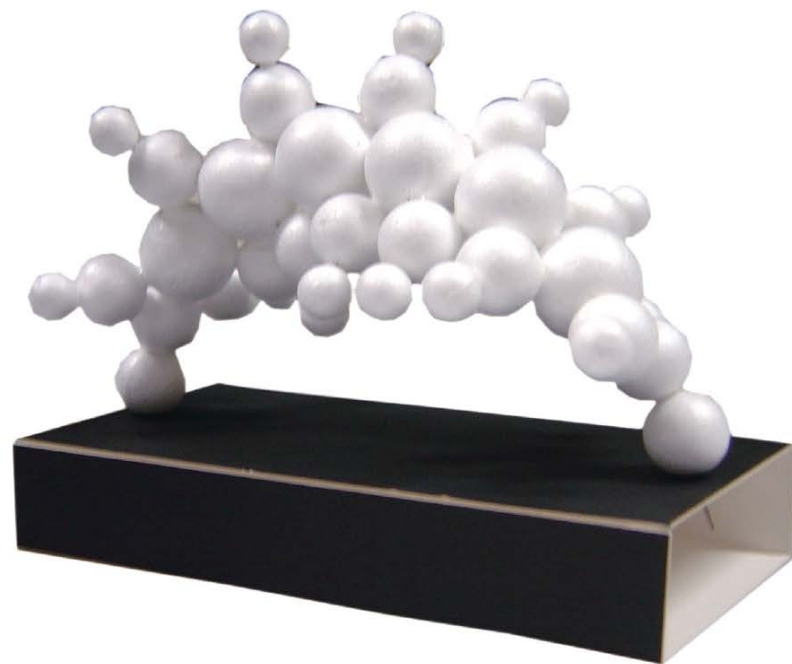


圖4-69 點立體構成練習



## 4-3點立體構成



圖4-70 點立體構成練習

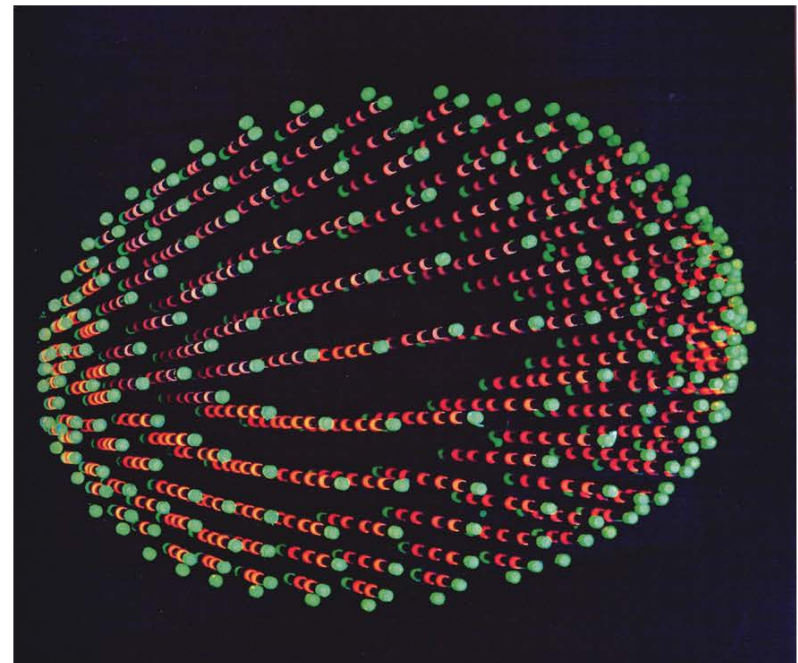


圖4-71 橢圓球體的螢光點構成

## 4-3點立體構成



圖4-72 利用螢光燈的光點可呈現特別的視覺效果



圖4-73 用光點在暗箱中發亮也是一種點的立體構成

## 4-3點立體構成

### 3. 點立體構成的應用

- 由於點立體構成具有集中性與凝聚性的特點，因此被廣泛用於工業設計領域，最常見的是在生活產品方面，但通常也是半立體的造形，例如：電鬍刀的防滑墊、手機介面的按鍵、喇叭或音響的表面、按摩器介面等方面的設計[圖4-74～圖4-77]。

## 4-3點立體構成



圖4-74 電話機表面的按鍵造形是點立體構成應用的例子



圖4-75 「兒童音響玩具」的設計是點立體構成的應用



## 4-3點立體構成



圖4-76 「行動音響設備」是點立體的構成應用



圖4-77 遙控器表面的按鍵也是點立體構成應用的例子

## 4-4線立體構成

- 在立體造形中，線能決定形的方向且能將輕量化的意象表現出來。線可構成形的骨架成為某種結構體，亦可成為形的外部輪廓線，具有從外界分離取出形的功能。線的空間造形使人感覺具有速度感亦可表現出動感，這些都是線材本身的特性[圖4-78～圖4-81]。



## 4-4線立體構成

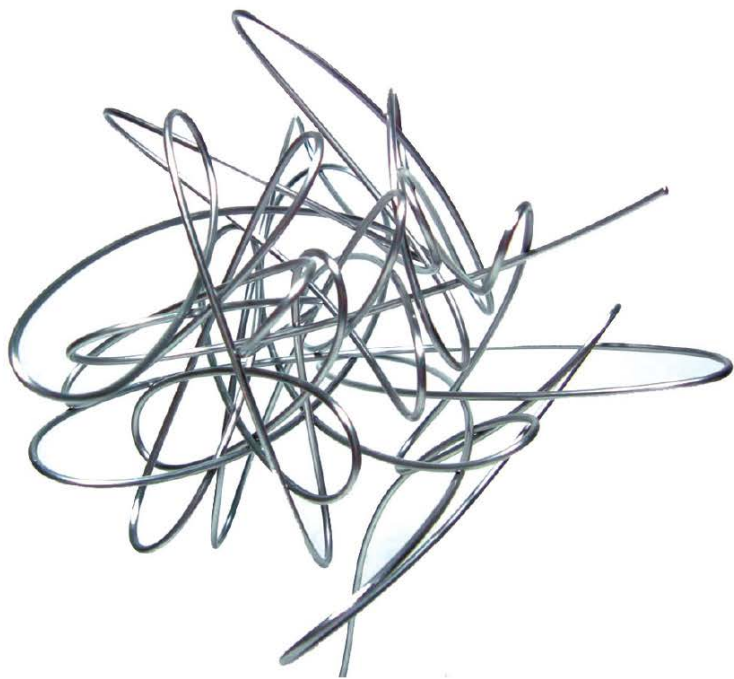


圖4-78 線的空間造形使人感覺具有速度感，亦可表現出動感

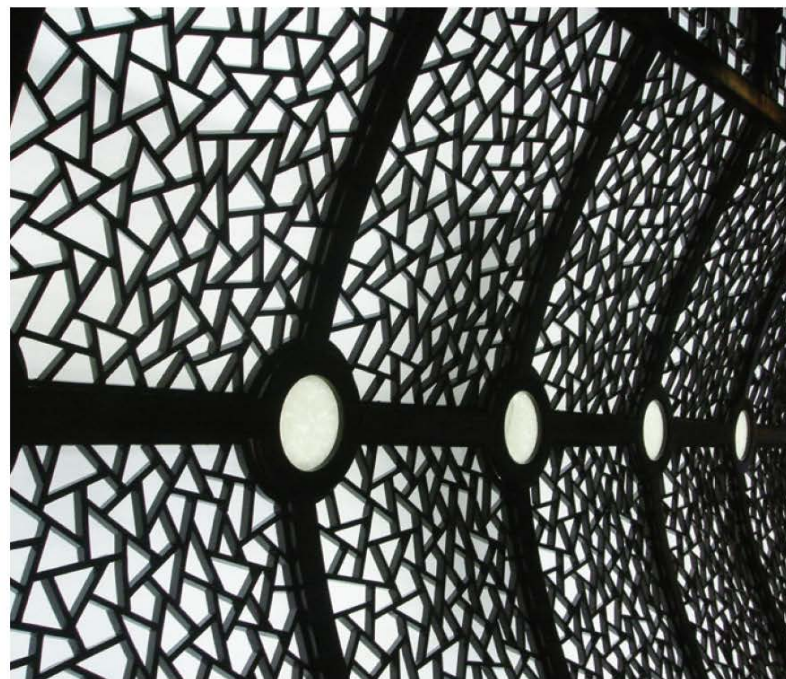


圖4-79 人為界的線立體構成（中國上海城隍廟豫園）

## 4-4線立體構成



圖4-80 自然界線立體構成（南投迷漾森林）

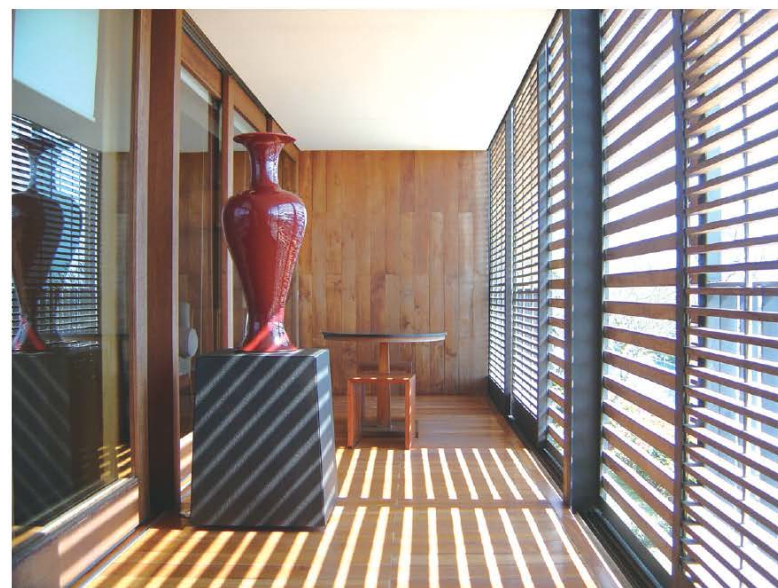


圖4-81 線立體構成的應用（南投日月潭涵碧樓）

## 4-4線立體構成

### 1. 線立體構成的材料

- 線立體構成的材料，可分為直線材料與曲線材料，直線材料如：竹子、吸管、木材、籐、鐵線等，曲線材料如：木材、麻繩、點滴管、鐵線、銅線等，不管直線或曲線材都可以拿來作為線立體構成的材料[圖4-82～圖4-85]。直線材料使人產生堅硬、嚴謹的感覺，而曲線材料則會使人產生舒展、優雅的感覺。無論採用哪一種線材構成都需注意美的秩序，否則易陷入混沌、欠缺美的秩序而使作品缺乏意義。



## 4-4線立體構成

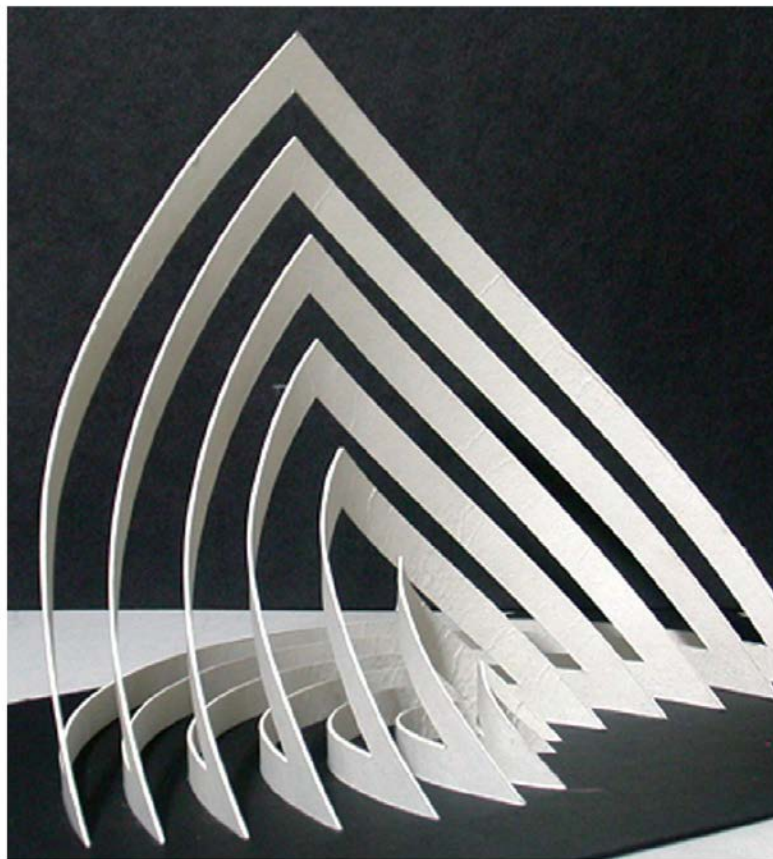


圖4-82 利用紙材構成的線立體

## 4-4線立體構成

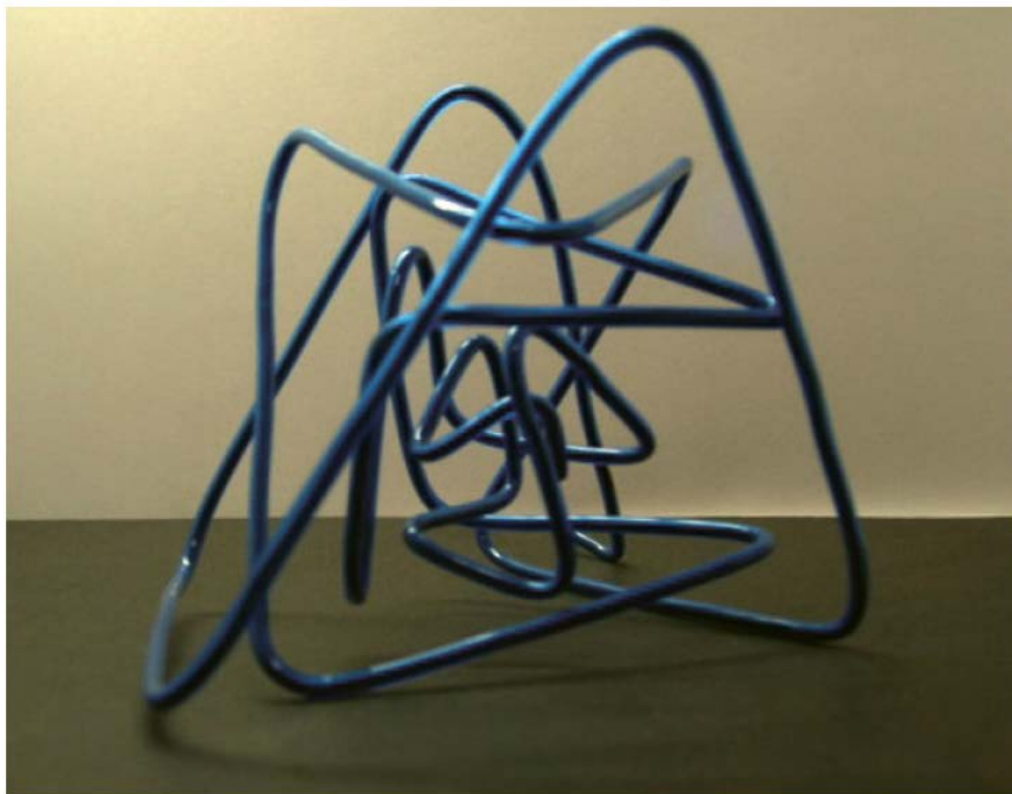


圖4-83 利用鐵線材構成的線立體

## 4-4線立體構成

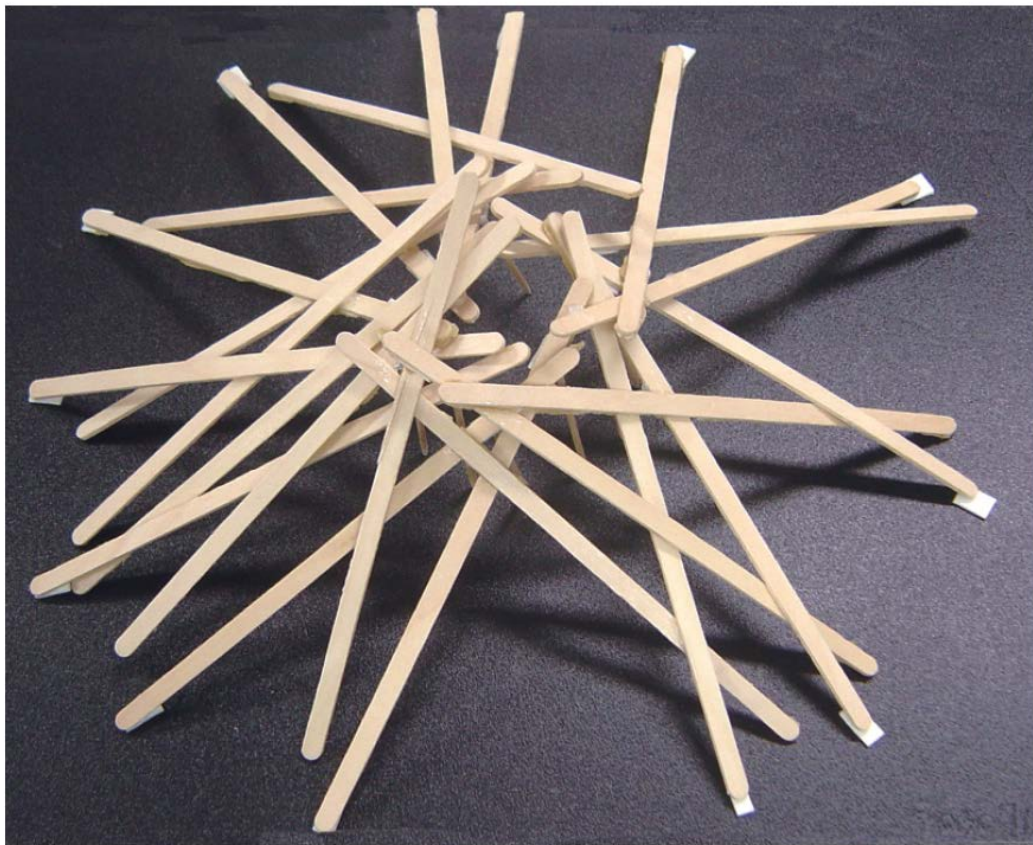
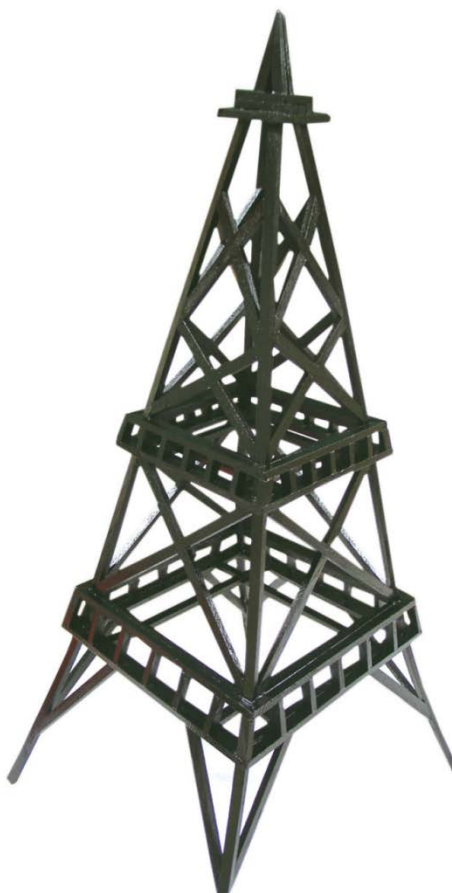


圖4-84 利用木片線立體構成的練習



# 4-4線立體構成



15 利用竹片構成的線立體

## 4-4線立體構成

### 2. 線立體構成的特色

- 線材在空間構成時具有伸展的特色，視覺重點在長度與方向，在線立體的創作上，一方面須注意其結構性，另一方面也要注意藝術性的律動。
- 在進行線立體構成時，整體造形的美感與底座的固定方式，都是須考量的關鍵點。

## 4-4線立體構成

- 在製作線立體構成時，與點一樣須注意支撐材的輔助，雖然它不像點立體的支撐件須強調加以隱藏或使其消失，支撐材的目的是為了配合線材的弱點同時也能融入整體，成為立體造形的一部分[圖4-86～圖4-87]。

## 4-4線立體構成

### 3. 線立體構成的應用

- 線立體構成因為有直線與曲線的應用，被廣泛用於建築、室內設計與產品設計領域，最常見的是在建築方面，例如：建築物的結構體、外觀裝飾、冷氣機出風口面板、窗簾等方面的設計[圖4-88～圖4-90]。

## 4-4線立體構成



圖4-86 線立體構成的練習

# 4-4線立體構成



圖4-87 線立體構成習作



## 4-4線立體構成



圖4-88 線立體構成的應用（南投日月潭涵碧樓）

# 4-4線立體構成

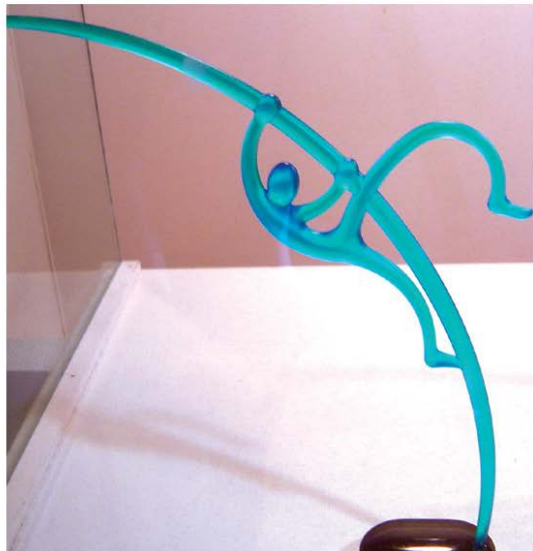


圖4-89 曬衣架是線立體構成  
在產品設計上的應用



圖4-90 線立體構成的應用（南  
投紫南宮）

## 4-5面立體構成

- 面立體構成在三維的空間有一定的位置，具有長、寬卻沒有明顯的厚度，它比線材更具有量感，因此在空間中以任何視覺角度來看都會有不同的形態[圖4-91]。面材若依形狀來分，可分為平面面材與曲面面材兩種，通常平面面材比較多見，但大部分可藉由加工處理而成為曲面面材。

## 4-5面立體構成

### 1. 面立體構成的材料

- 使用面材作立體構成時，其所選用的材料會影響整體的造形。面立體構成的材料較常用的有：紙板、木板、塑膠板、金屬板、保麗龍板、壓克力板、布、皮革、玻璃、三夾板等[圖4-92～圖4-93]。其中的金屬板只要施加壓力或搥打就能改變成曲面形態，而塑膠板或壓克力板將它加熱後略施力量，也能變成曲面形態。



## 4-5面立體構成



圖4-91 自然界的面立體構成

# 4-5面立體構成

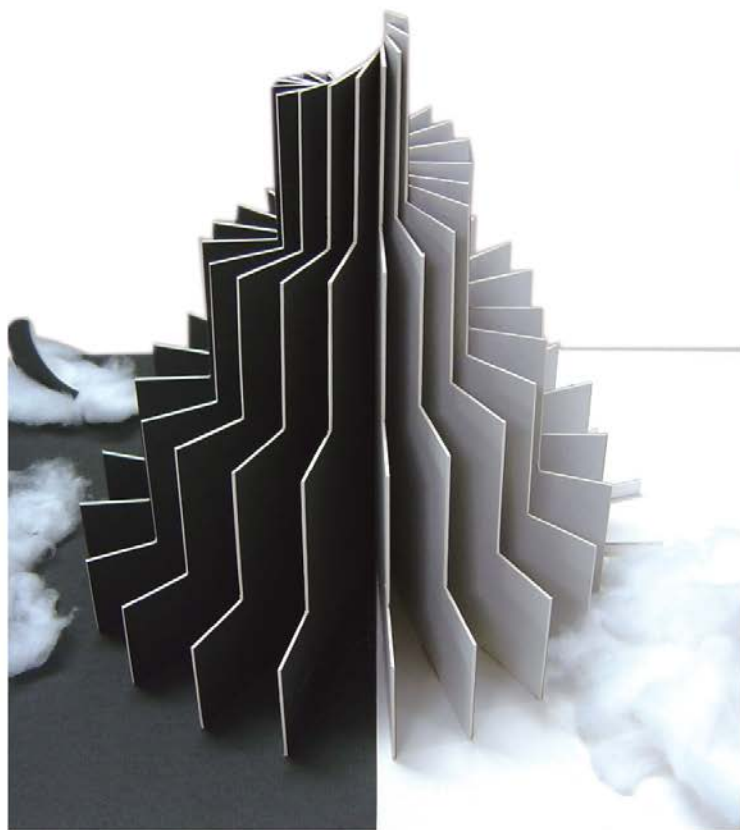


圖4-92 以紙構成的面立體



圖4-93 以紙構成的面立體



# 4-5面立體構成

## 2. 面立體構成的特色

- 面材在空間構成時，可利用單項面的單獨構成，此種構成法較適合曲面面材；此外也可利用單位面的堆疊構成，此種構成法較適合平面面材，唯須注意每個面之間的間隔及排列。另外所用面材的材料也是一個重要因素，因為每種材料的屬性不同，加上其表面的紋理質感，都會影響整體的造形。除了材料的選用是重點外，若能注意色彩的巧妙運用，一定能增加作品的設計美感[圖4-94～圖4-96]。

## 4-5面立體構成

### 3. 面立體構成的應用

- 隨著材料技術的開發與進步，面材已變成目前很重要的造形素材，例如：大尺寸的平板玻璃、壓克力板、種類豐富的紙材與布料、夾板、鋁鎂合金板等等，廣泛地被應用在建築設計、室內設計、包裝設計、產品設計等領域。

## 4-5面立體構成

- 在建築設計方面，例如：高樓大廈的玻璃帷幕，在室內設計方面有辦公室的隔板及房間的拉門；在平面或包裝設計方面，則有各式各樣的包裝盒或盛物的容器等；而在產品設計方面則更加豐富，例如：各種音響或電器的操作介面、液晶電視、桌椅、櫥櫃等等，不勝枚舉[圖4-97～圖4-101]。

# 4-5面立體構成

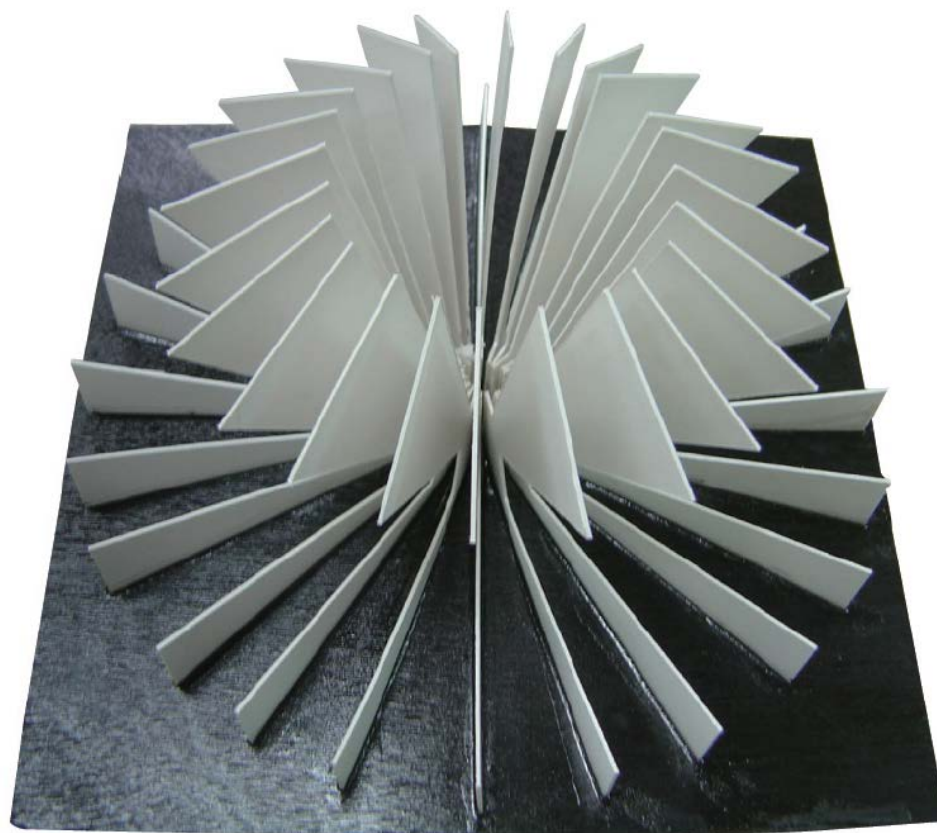


圖4-94 面立體造形練習

# 4-5面立體構成

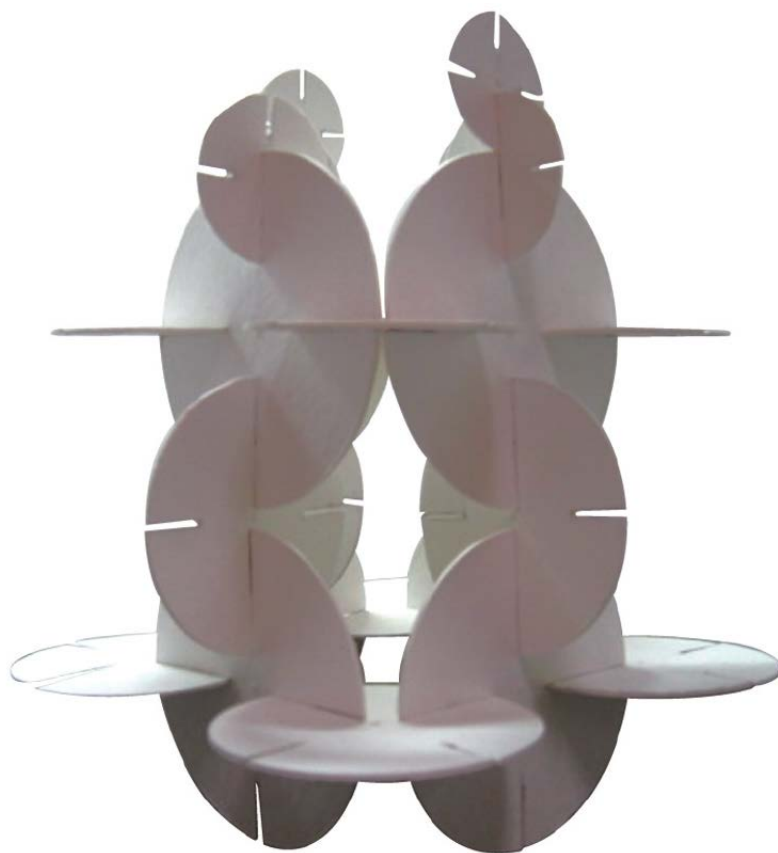


圖4-95 面立體造形練習

# 4-5面立體構成



圖4-96 注意色彩的巧妙運用，能增加面立體作品的設計美感



# 4-5面立體構成

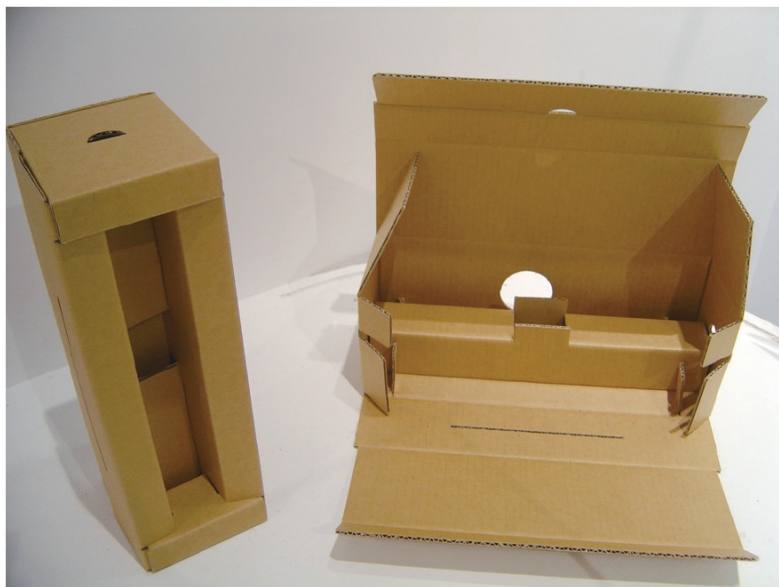


圖4-97 面立體構成之應用



圖4-98 面立體構成應用

# 4-5面立體構成

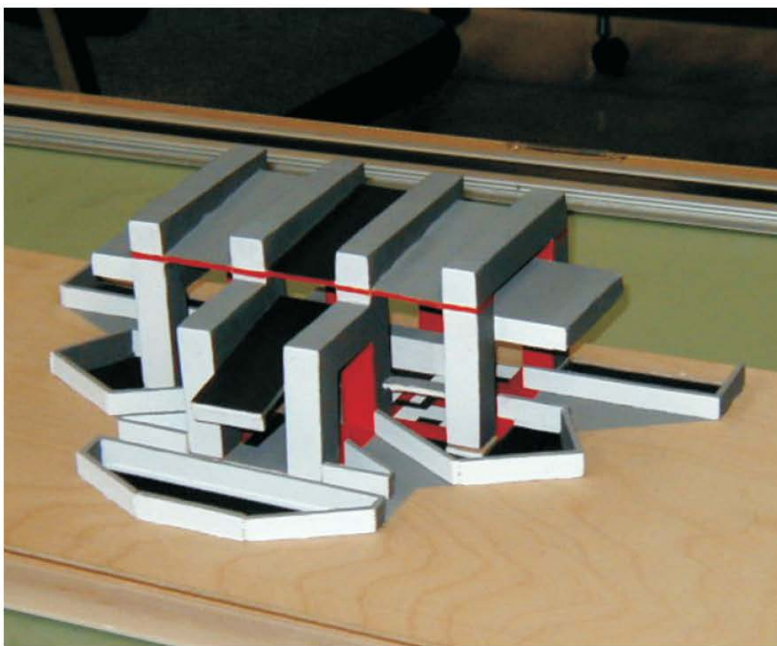


圖4-99 建築模型製作是面立體構成的應用

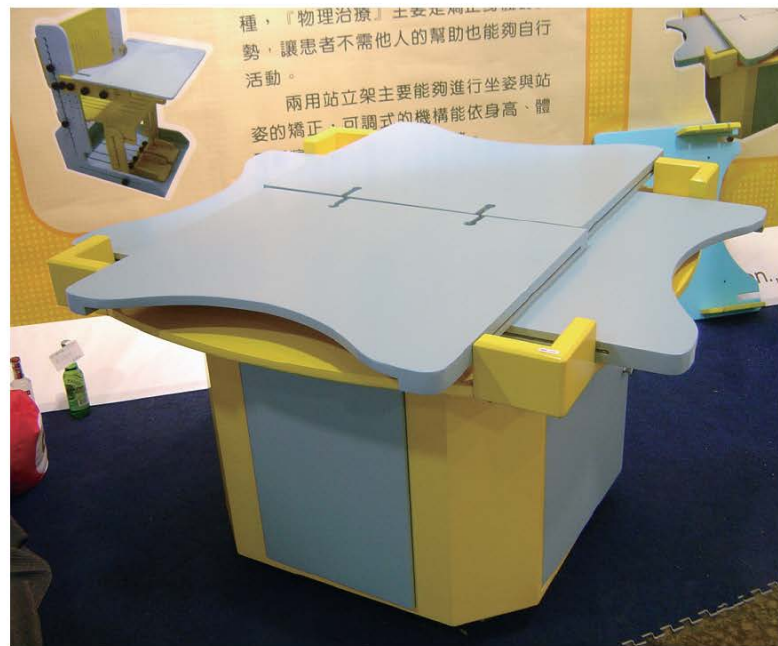


圖4-100 面立體構成應用

# 4-5面立體構成



圖4-101 液晶電視是一種面立體的典型應用

## 4-6塊立體構成

### 1. 塊立體構成的材料

- 塊是面形式的延伸，塊立體的特色在於有厚度，由於它具有長度、寬度、厚度，因此它是一種三維空間的造形。塊立體是形態構成相當重要的元素，也是產品設計最終設計結果的呈現，此種設計結果包括電腦3D設計圖與產品功能模型的製作[圖4-102～圖4-104]。

## 4-6塊立體構成

- 塊立體構成的材料較多元化，但須注意材料基本構成單元的屬性所呈現出的外形是傾向於塊狀的。如果基本單元的長、寬、高三個維度，其中一個尺寸太大或太小則易形成線立體或面立體；若是基本單元的體積太小且數量多也易形成點立體，這一點是須注意的。陶土、黏土、石頭、木材是適合塊立體構成的材料[圖4-105～圖4-106]



## 4-6塊立體構成



圖4-103 電動工具是以電腦3D軟體設計的造形



## 4-6塊立體構成

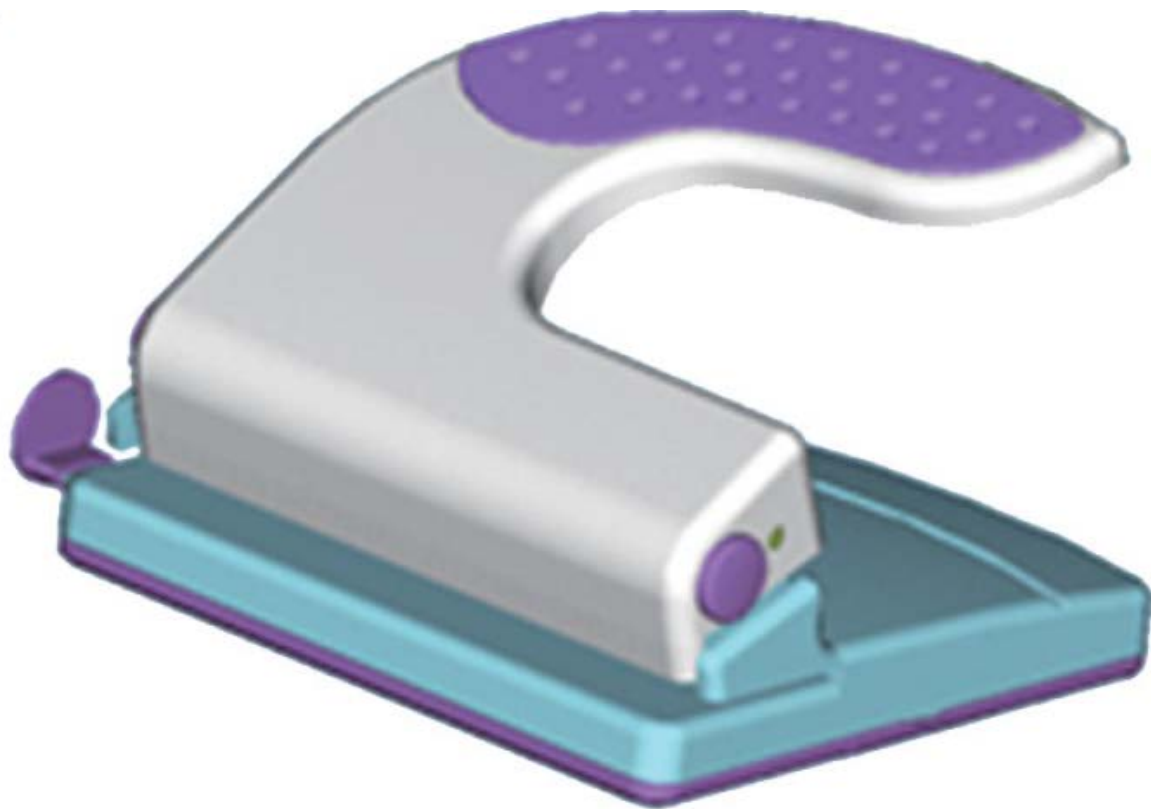


圖4-102 打孔機是以電腦3D軟體設計的造形

## 4-6塊立體構成



圖4-104 產品功能模型製作是一種體的構成

## 4-6塊立體構成



圖4-105 朱銘人間系列作品創作是一種塊立體構成



圖4-106 朱銘創作的大型木雕作品是一種塊立體構成

## 4-6塊立體構成

### 2. 塊立體構成的特色

- 塊立體的構成有以下幾點特色：
- 1. 塊立體可由點、線、面的立體單位形，來構成整個立體形態[圖4-107]。
- 2. 塊立體可由材料、色彩、質感來凸顯其特色[圖4-108]。
- 3. 塊立體是最具有質感與量感的一種形態[圖4-109]。



## 4-6塊立體構成

- 4. 塊立體有實體、虛體及實與虛的混合體三種型式，例如：亨利·摩爾（Henry Spencer Moore, 1898～1986）的雕塑作品就有實與虛的混合體特色[圖4-110]。
- 5. 塊立體因為有多個面，加上光影的投射，更有其視覺效果，例如：置於戶外的大型雕塑品受到光線的照射，產生明亮與黑暗的面[圖4-111]。

## 4-6塊立體構成



圖4-107 塊立體可由點的立體單位形，來構成整個立體形態



## 4-6塊立體構成

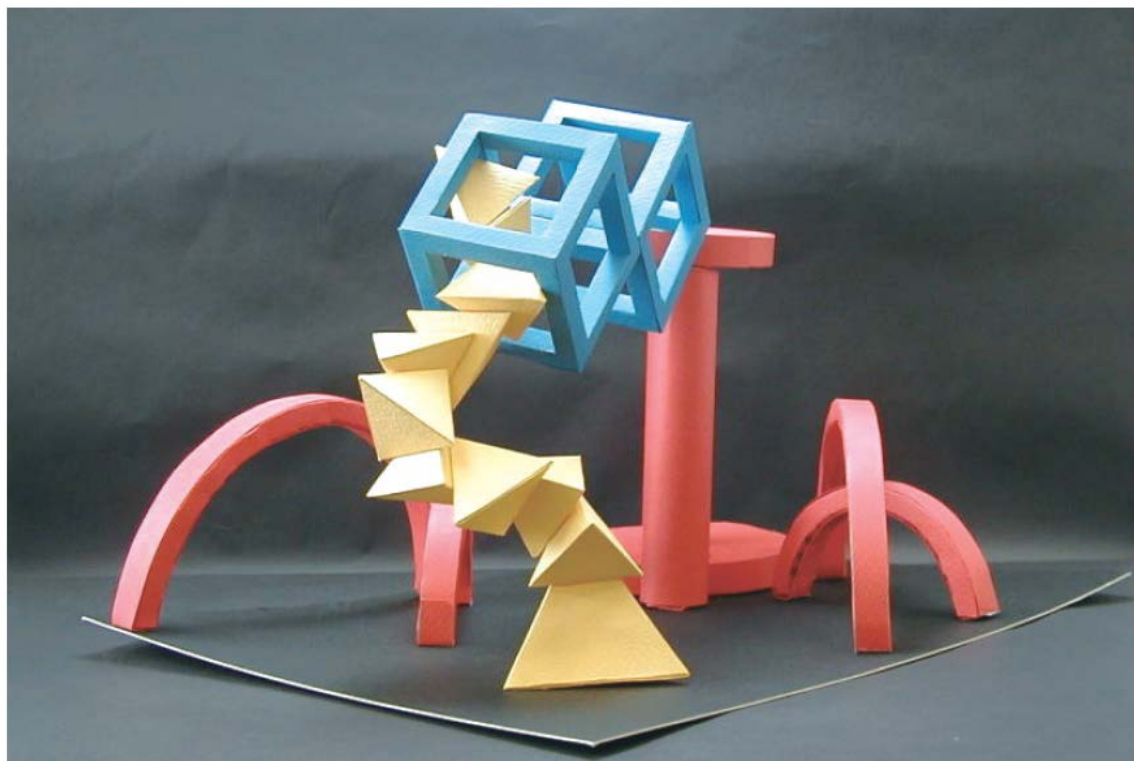


圖4-108 塊立體可由材料、色彩、質感來凸顯其特色

## 4-6塊立體構成



圖4-109 塊立體能呈現質感與量感



圖4-111 塊立體若有光影的投射，更具視覺效果（台南安平林默娘公園）

圖4-110 亨利·摩爾的雕塑作品「分體式側臥像」，具有實與虛體的混合體型式

## 4-6塊立體構成

### 3. 塊立體構成的應用

- 塊立體的應用由以下三種形式構成：
- 實體構成
- 實體是一種所謂「塊」形狀的現象，此種「塊」形具有實體的量感，也最具有穩重、堅實的特色。塊形一般被視為完全封閉的形體，如：石頭；它也可能是中空的，如：房間、包裝盒、玻璃瓶等。實體的造形構成是一種體積的概念，它可以延伸並發展至空間的概念，小如一個橡皮擦，大至台北101大樓的建築，所以我們在進行立體造形時一定先要有體積與空間的概念。

## 4-6塊立體構成

### 虛體構成

- 虛體構成是指由點、線、面等立體組成單元，作集合或連續排列而構成的一種虛體狀的立體外形。此外利用透明材料或鏡面材料也能造成虛體的感覺，例如：使用玻璃或壓克力作造形，會使作品呈現虛無的空間感；或者利用色彩的明度與彩度的變化，也會有種虛無的量感。

## 4-6塊立體構成

- 在建築設計上，利用鋼筋搭配玻璃幃牆，白天時具有光線反射效果，是一種變化且有趣味的虛體造形。在室內設計上，圍牆、柱體、天花板、地板構成了室內空間，因此空間是與實體形態相對的虛形，雖然它無法以手觸摸或掌握，卻是在視覺上可確認的形，假如再配合光源、壁紙圖案及色彩，則具有極佳的視覺感受，也可視為是一種虛體構成[圖4-112～圖4-113]。



# 4-6塊立體構成

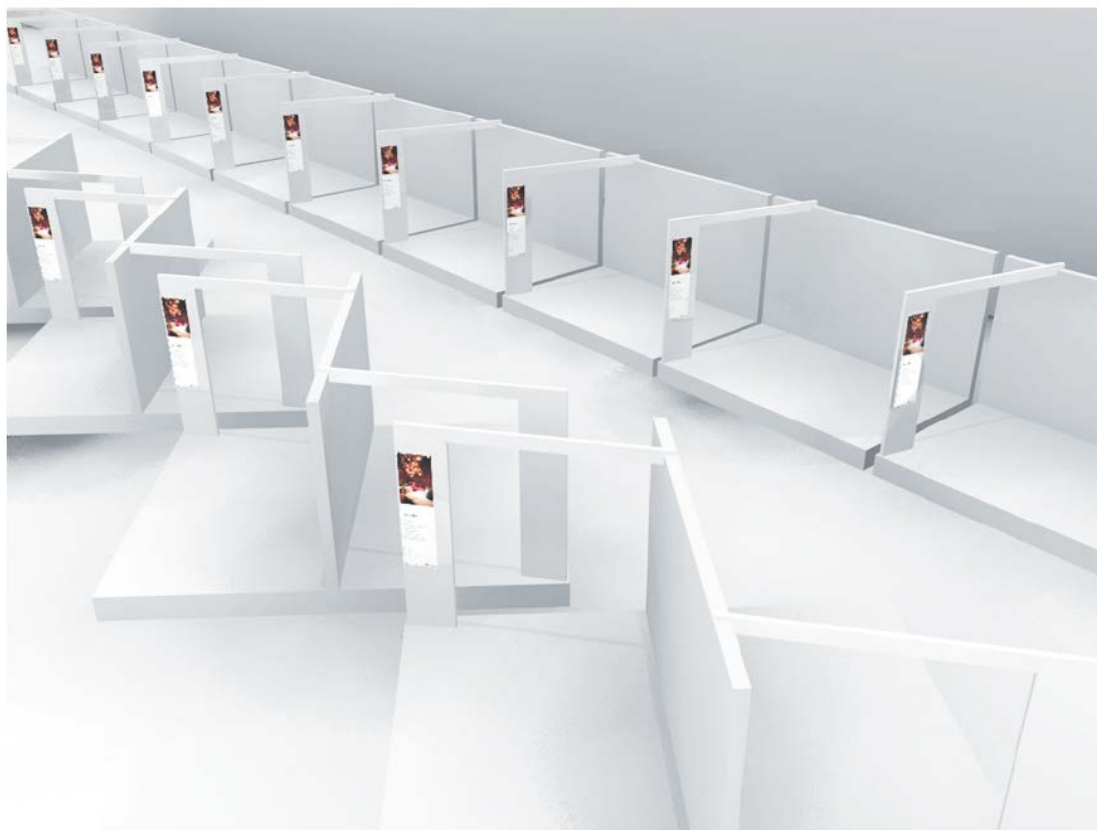


圖4-112 設計廣場的規畫



## 4-6塊立體構成



圖4-113 配合光源的投射效果玻璃也會有種虛無的量感

## 4-6塊立體構成

### 實與虛的綜合體構成

- 如前面所述，實體是一種所謂「塊」的形狀，如果此種塊體某些部分具有中空的特性，它就具有實與虛的綜合體，例如：太湖石就具有「皺、漏、瘦、透」之美[圖4-114]，此外雕刻家亨利摩爾的雕刻作品，就是一種實與虛的綜合造形[圖4-115～圖4-116]。

## 4-6塊立體構成

- 塊設計與產品設計領域，尤其產品設計著重於整體造形的美感，它也是吸引消費者願不願意購買該產品的一項重要因素，也是塊立體最典型的應用。

## 4-6塊立體構成



圖4-114 大陸江南庭園常見的太湖石，具有「皺、漏、瘦、透」之美（中國蘇州獅子林）

## 4-6塊立體構成



圖4-115 亨利·摩爾的雕刻作品「臥像」，就是一種實與虛的綜合造形



圖4-116 台灣早期的石臼是一種實與虛塊立體造形（彰化鹿港民俗文物館）



## 4-7動立體構成

- 動態立體與靜態立體是相對的，它有運動的意涵因此具有時間的因素，與靜態立體不同的是它是四維的空間，也就是四次元的造形表現。動態立體構成除了強調造形美感外更強調機能的要素，其各個組件或部分組件皆要能動，才能達到動態的效果，此種動態效果能在空間刻劃出富有變化之律動感。



## 4-7動立體構成

- 卡爾達（Alexander Calder, 1898～1976）利用平衡原理創作出的活動雕刻作品，是動態立體構成最典型的例子，該作品的各個組件藉由細線連結懸吊於空間，並保持動態平衡的狀態，當有微弱之氣流時會產生擺動，呈現一種律動的美感[圖4-117]。此外利用人造的機構與自然界的狀態變化，也能產生動態立體造形。動態立體構成可分成：人造力的動態造形與自然力的動態造形。

## 4-7動立體構成

### 1. 人造力的動態造形

- 所謂人造力就是利用人為製作出一些機構組件，利用這些機構組件的連結與傳動來創作出動態造形。這些機構組件包括：齒輪、連桿、滑輪、皮帶、鍊條、凸輪等。

## 4-7動立體構成

- 人造力的動力來源大都以引擎、馬達及電池組為主，另外還有蒸汽渦輪機等，其中的馬達及電池組，較常作為小型動態造形的作業練習，其餘則為工業類較大型的動力來源。同學們在進行動態造形的作業練習時，可利用玩具內部的小型機構組件，再加上馬達及電池組就能產生動態的作品[圖4-118～圖4-119]。

## 4-7動立體構成

- 以馬達為主的人造力動態造形可分為四大類：
- 旋轉運動的錯視
- 利用靜止的平面圖形或是立體形態上，具有歪斜、扭曲、倒置的特徵，當產生旋轉運動時的一種錯視現象，是相當具有趣味的造形表現方法。

## 4-7動立體構成

### 活用機械的造形

- 主要是由具有視覺的外形部分與具有機能的內部機構所組成，由於機構部分隱藏的較不起眼，但卻是提供動力的來源。活用機械的造形包含了外觀的美學與機構的功能，這是產品設計的主要意涵[圖4-120]。

## 4-7動立體構成



圖4-117 卡爾達的作品利用微弱之氣流時會產生擺動，而呈現一種律動的美感



## 4-7動立體構成

### 有規則的變形

- 當每個造形組件處於動的狀態時，是具有規則性且不互相干擾，不管是移動或是旋轉都能產生不同的趣味造形，當形態變化展開時，有計畫性與規則性的動作，有時會比不規則性的動作來得有魅力[圖4-121]。

## 4-7動立體構成

### 無規則的運動

- 主要是有別於前面第2、3項的運動造形，此種非機械運動的造形會產生一種不確定傳動的作品，同時刻意避開過份規則與正確的動作，意圖表現新奇與搞怪的造形[圖4-122]。

## 4-7動立體構成



圖4-118 以各種機械組件構成的人造力動態造形

## 4-7動立體構成



圖4-119 以電池及馬達作為動力來源的人造力動態造形

## 4-7動立體構成

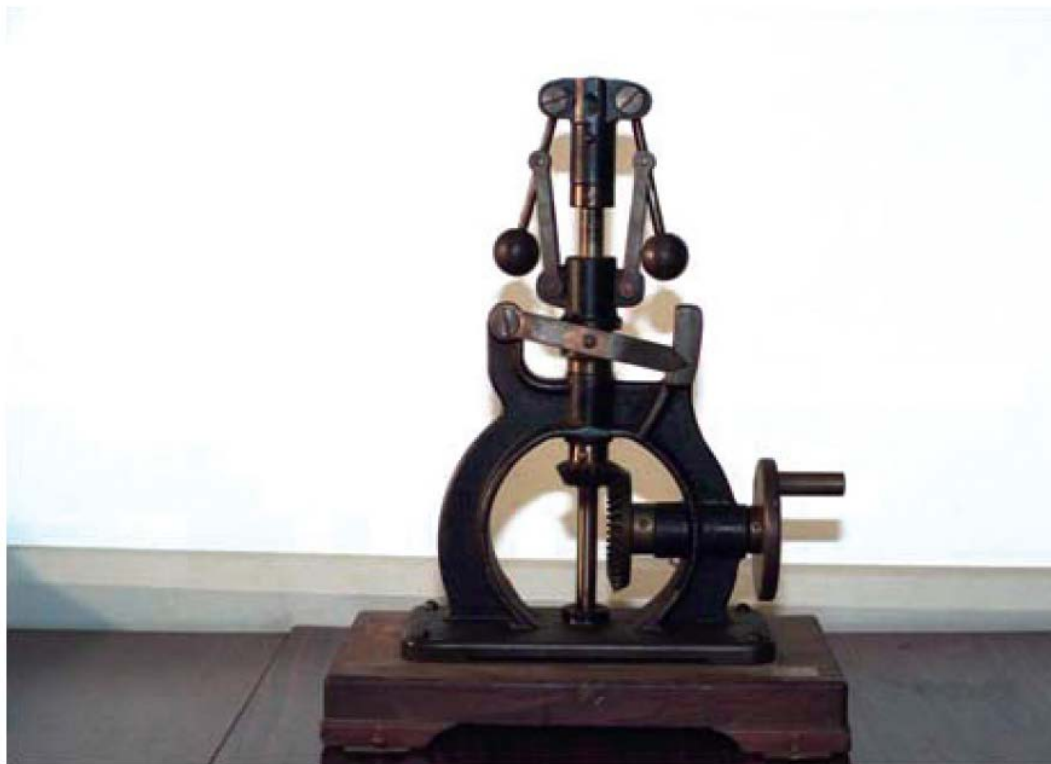


圖4-120 活用機械的造形是一種人造力動態造形

## 4-7動立體構成

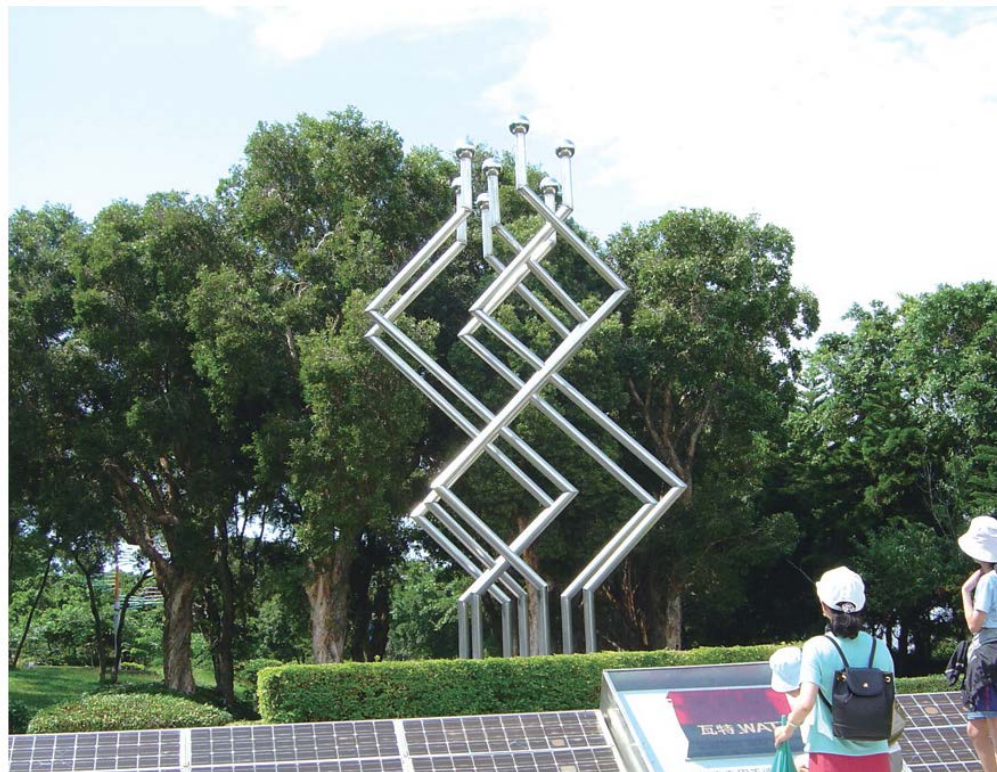


圖4-121 有規則變形的人造力動態造形（新竹小叮噹科學遊樂園）



## 4-7動立體構成

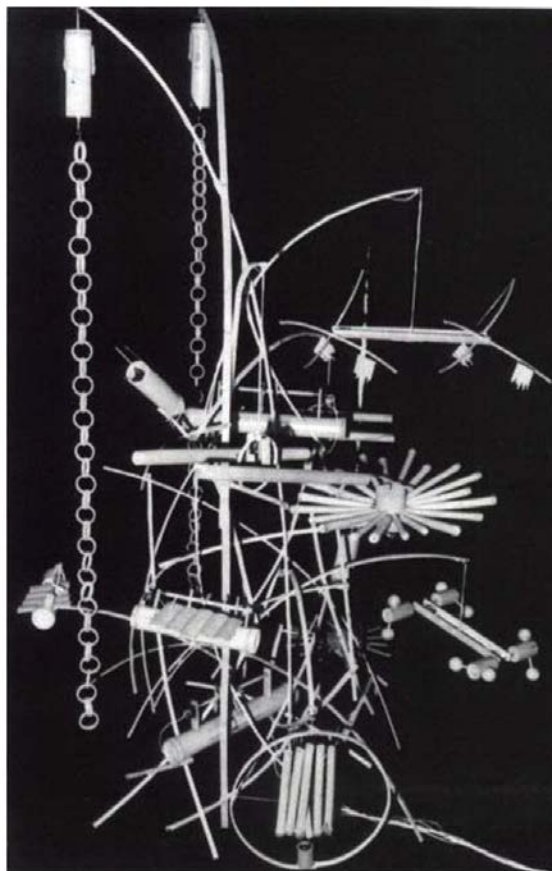


圖4-122 無規則的運動造形

## 4-7動立體構成

### 2. 自然力的動態造形

- 所謂自然力就是利用自然界變化的狀態，而創作的一種動態造形。自然力的動態造形包括以下幾種形式：

## 4-7動立體構成

- 水力活動造形
- 在古代農作時期，農民製作的水車，就是一種水力活動造形，而中國的江南庭園最擅長以水造景，尤其配合假山與石頭作出種種水動造形。中國書聖王羲之在他所寫的〈蘭亭序〉中提及：「…此地有崇山峻嶺，茂林修竹，又有清流激湍，映帶左右，引以為流觴曲水…」，就是一種庭園的水流之美。在近代，親水公園中所設計的水簾與人造瀑布，還有城市中的噴水池，都是一種空間藝術的呈現，也提供了人們生活作息與自然環境互相交流的一個場所[圖4-123～圖4-124]。

## 4-7動立體構成

- 風力活動造形
- 風是空氣流動的狀態，在古代的人類早已利用此種自然動力做出很多造形，例如：風箏、風鈴、風車等。這些產品也提供生活方面的機能，例如風箏在古代具有軍事上的功能，風車在現代則被利用來發電，是一種最具環保的能源裝置[圖4-125～圖4-126]。

## 4-7動立體構成



圖4-123 利用水力作為活動造形的水車（苗栗通霄飛牛牧場）



## 4-7動立體構成



圖4-124 法國巴黎艾菲爾鐵塔旁的噴水池造景，不僅是公共藝術的呈現，也提供了人與水的一種親近與互動的環境



## 4-7動立體構成

境



圖4-125 風鈴也是利用風力的一種自然力動態造形（恆春風鈴季）

## 4-7動立體構成



圖4-126 風車是利用風力的一種自然力動態造形（苗栗西湖渡假村）

## 4-7動立體構成

- 重力活動造形
- 是利用重力來產生一種動態平衡的造形，例如有一種作為商業展示的產品，它是不銹鋼的材質，利用天平原理，靠著中間的支撐點使兩端具有荷重的鐵球產生動態平衡；遊樂區裡的海盜船及蹺蹺板是動態立體構成的例子[圖4-127～圖4-128]。

## 4-7動立體構成

- 熱力活動造形
- 利用熱空氣上升的特性來施放天燈，或是利用由下往上吹的熱風，支持在空中飄浮的氣球，顯示出人與自然界的和諧關係。另外利用燈泡或蠟燭燃燒產生的熱氣，如跑馬燈的原理可帶動裝飾品作旋轉，也是很有趣的作品[圖4-129]。

## 4-7動立體構成

- 浮力活動造形
- 拜近代科學發達與技術進步所賜，人類利用水的浮力製作風浪板、船隻與遊艇在水面上活動，也能在水中活動，例如：潛水器材、潛水艇等，都是一種浮力活動造形。

## 4-7動立體構成

- 表面張力活動造形
- 自然界表面張力的例子不勝枚舉，例如：盛滿水的杯子、清晨樹葉上的水珠等，我們在進行此種造形訓練時，可借用此種自然界的力學概念，充分利用材質本身的特性，使其加以伸展產生表面張力，也會呈現力的造形美學。



## 4-7動立體構成

- 磁力活動造形
- 地球的南北極具有強大的磁性，早期人類就已發明了指南針，開創了人類航海冒險的新紀元，近代人們利用此種自然現象，應用磁鐵同性相斥、異性相吸的特性，製作了很多工業產品；利用磁粉的磁吸效應，也能產生一些有趣的圖案造形。

## 4-7動立體構成

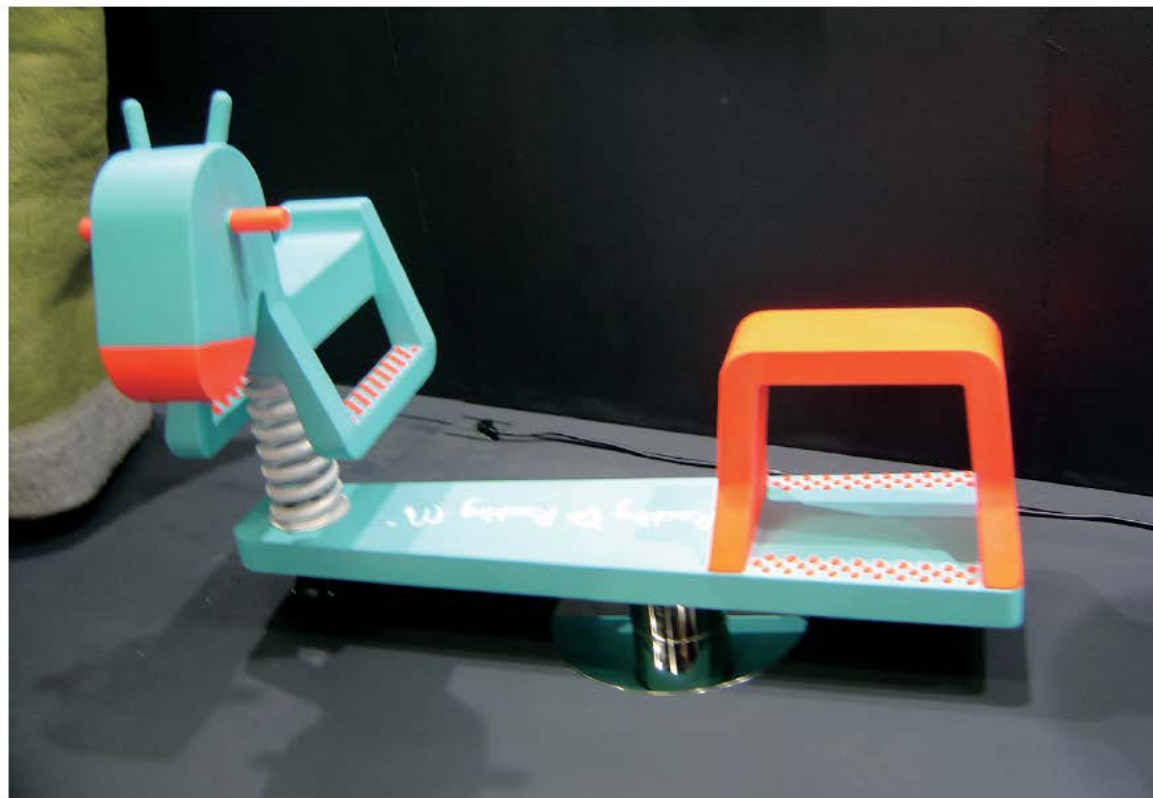


圖4-128 利用重力來產生動態平衡的蹺蹺板

## 4-7動立體構成



圖4-127 利用重力來產生動態平衡的海盜船遊樂設施

## 4-7動立體構成



圖4-129 利用蠟燭燃燒產生的熱氣，可帶動裝飾品旋轉

## 4-7動立體構成

- 太陽能活動造形
- 自從1973年第一次石油危機發生以來，世界各國警覺到石化能源的有限性，因而積極開發太陽能應用科技，希望充分利用太陽能源以減低對石化能源的依賴性。
- 然而目前以太陽能源作為化解石油危機的功能並未真正發揮，反而因石化能源隨人類文明增進而過度開發，導致全球氣候的異常暖化。種種全球氣候環境的異常變遷，再度引起大家對於太陽能之綠色能源技術之開發利用的注意。



## 4-7動立體構成

- 人類所利用的能源，大多來自太陽所發散出的能量，如果能將照射在地球表面上的陽光全部收集起來，則收集四十分鐘所得的太陽能，相當於全世界一年間所消耗的能源。
- 目前用途最普遍的是太陽能發電，並已經應用在生活產品上，例如：電動車、熱水器、手錶、計算機等。利用自然界的動力來源，來進行造形練習時，也能作出一些有趣的作品[圖4-130～圖4-133]。



## 4-7動立體構成



圖4-130 利用水力作為活動造形的水車



圖4-131 利用水力作為活動造形的自然力動態造形

## 4-7動立體構成



圖4-132 推廣節能減碳的環保概念，應多利用太陽能發電

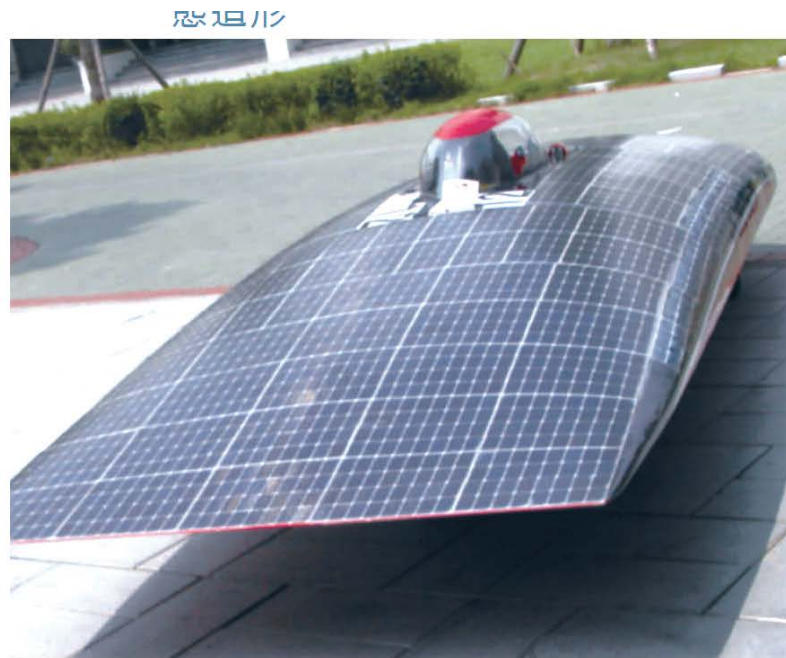


圖4-133 太陽能發電，已經廣泛應用在生活產品上