設計與應用科技

中四至中六

[學與教資源]

簡易版

選修單元五

視像化及電腦輔助設計(CAD)模塑

支援設計與應用科技(中四至中六)課程

資源系列

香港特別行政區政府教育局

課程發展處科技教育組

序言

簡易版學與教資源由榮休科技科目主任林志立先生根據職業訓練局高峰進修學院於 2009 年製作的學與教資源編輯而成。

教師在使用此學與教資源前，請先參閱「教育局中四至中六設計與應用科技 - 學與教資源：使用指引」。

如對本學與教資源有任何意見及建議，請致函：

香港九龍塘沙福道19號西座 W101室
教育局課程發展處科技教育組
總課程發展主任 (科技教育)

本學習資源版權，除在鳴謝頁所列舉的圖片外，全屬於香港特別行政區政府教育局擁有。

教育局歡迎學校等教育團體使用本學習資源的內容作非牟利的教學用途。任何情況下使用本學習資源，需作出鳴謝，教育局保留本學習資源版權。

未經本局事先允許，不能以任何形式使用其中教材作出版或其他用途，否則教育局將保留一切追究的權利。

© 版權所有 2019

目 錄

第一章 – 產品視像化及立體模塑技術

1.1 圖象的視覺效果 4

1.2 立體模塑概念 7

第二章 – 技術顯像

2.1 立體圖 22

2.2 工程圖 25

2.3 標準、慣例與符號 32

2.4 數據演示 39

第三章 – 電腦輔助設計

3.1 原型 42

3.2 電腦模塑技術的準則 47

3.3 電腦輔助設計軟件 54

3.4 電腦輔助設計對設計流程的影響 58

第四章 – 應用

4.1 電腦輔助設計及視像化 60

4.2 個案研究 64

第一章 產品視像化與立體模塑技術

1.1 圖象的視覺效果

視覺表達在產品設計及開發過程中舉足輕重。

繪圖是視覺表達的主要方法之一。

它的三大用途是：

(a) 改善意念

(b) 計劃項目

(c) 製作畫稿

圖 1.01 繪圖可製作畫稿

「彩色效果演繹」(Rendering) 包括繪成物件、處理其明暗和質感等幾個步驟，可以透過描繪光影及物件的表面性質來增強視覺表達效果。

(a) 粗幼線條手法

(b) 明暗手法

(c) 高光手法

(d) 著色手法

1.1.1 粗幼線條手法

「粗幼線條手法」利用不同粗幼的線條來傳遞不同的意義，以加強對有關物件的瞭解。

在於右圖中，粗線勾勒的邊界表示其圍繞的是一個隱藏表面，幼線則代表兩個毗鄰相接的表面。

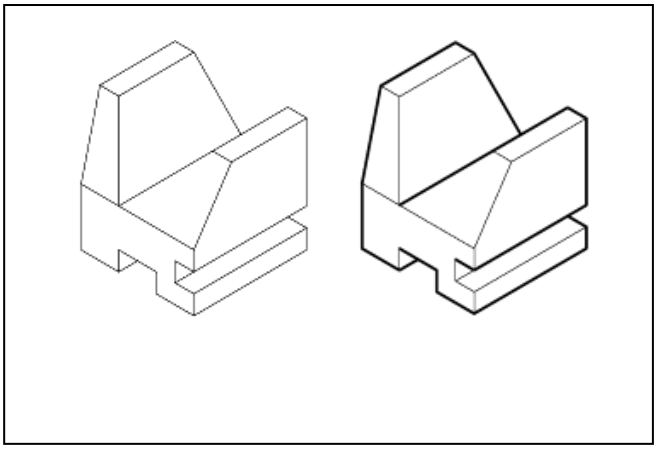


圖 1.02 不同粗幼的線條來描畫物件

1.1.2 明暗手法

利用光線和陰影來控制明暗度，以產生「深度」的感覺。

(a) 線條明暗手法

(i) 利用不同粗幼線條和線條間的密度來表達物件的光線和陰影

(ii) 低密度線條可以突顯物件的光面

(iii) 不同密度的線條可加強物件的層次感

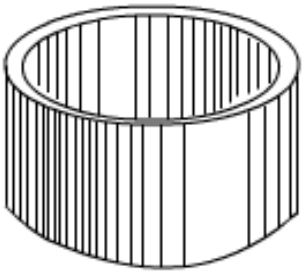


圖 1.03 低密度線條突顯圓柱體的光面

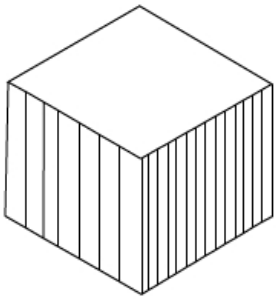


圖 1.04 一個以不同密度線條來繪畫的立方體

(b) 色調明暗手法

(i) 為物件加上後緣線和白光面，以顯示明暗

(ii) 在不同位置，為物件打上來自不同源頭的光影，以顯示光線和陰影

(iii) 運用相同顏色但不同明暗度，以加強色調明暗

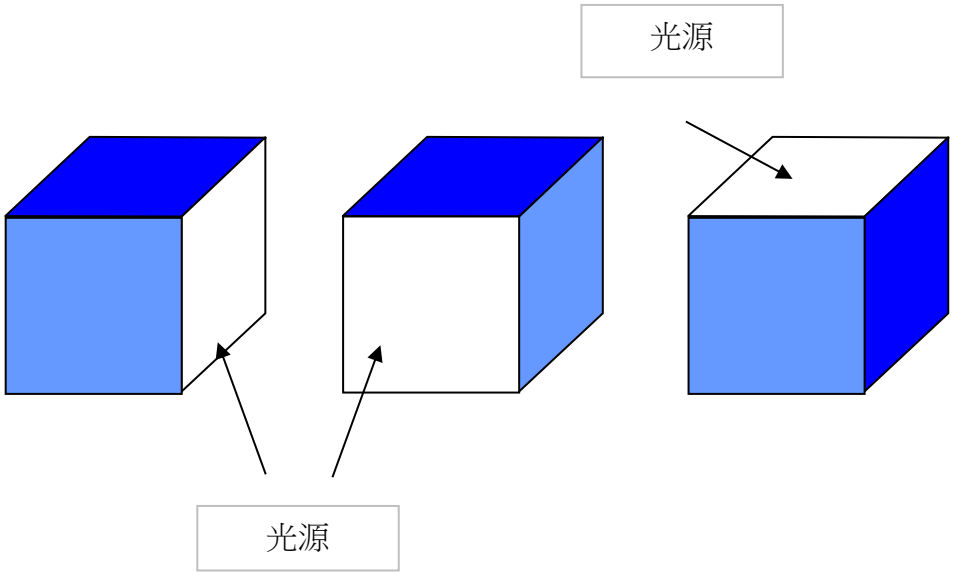


圖 1.05 不同方位的光源在物件上造出不同的明暗效果

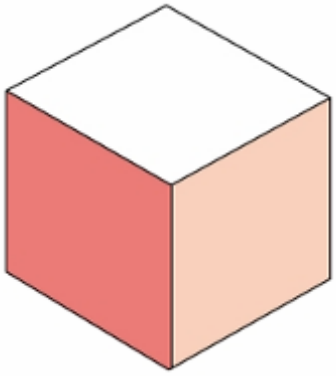


圖 1.06 一面白色，其餘兩面配以另一種顏色的兩種明暗度

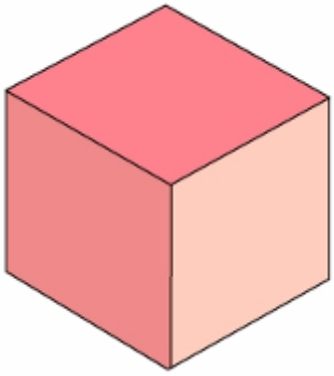


圖 1.07 三面同色但不同明暗度

1.1.3 高光手法

「高光」是指物件被光源直接照射的範圍，光線照在物件的不同表面時會有不同效果。

(a) 光線從堅硬而光滑的曲面反射出來會呈白色。

(b) 光線從柔軟、晦暗而平坦的表面反射出來則可能帶有一些顏色。

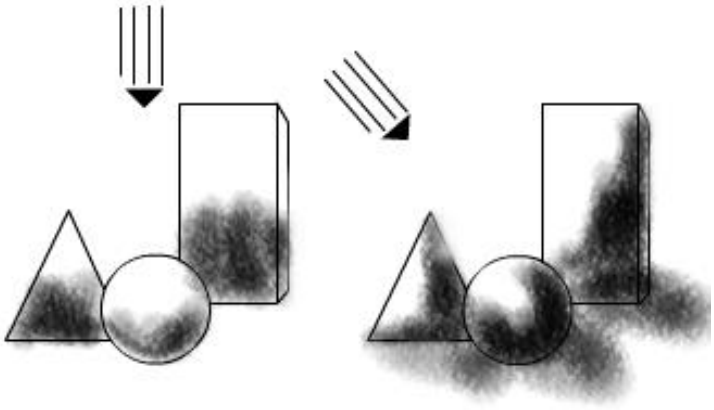


圖 1.08 高光效果取決於光源的位置

1.1.4 著色手法

「著色」是呈現物件特質的重要手法，著色手法有「冷色」和「暖色」。

(a) 「冷色」以藍色為基礎，如藍、紫和綠色，予人平靜、晦暗和陰天的印象

(b) 「暖色」以黃色為基礎，如黃、紅和橙色，予人活力充沛、舒適和白天的印象

圖 1.09 冷暖色的彩色光譜

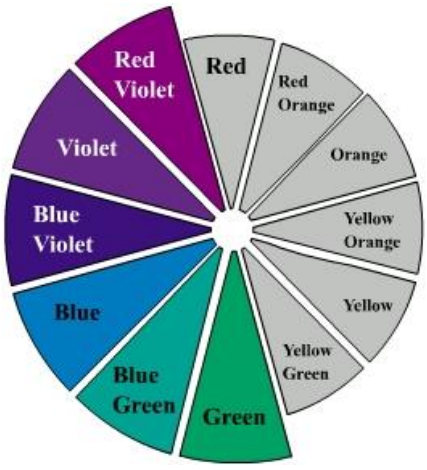


圖 1.10 冷色在色輪的左面

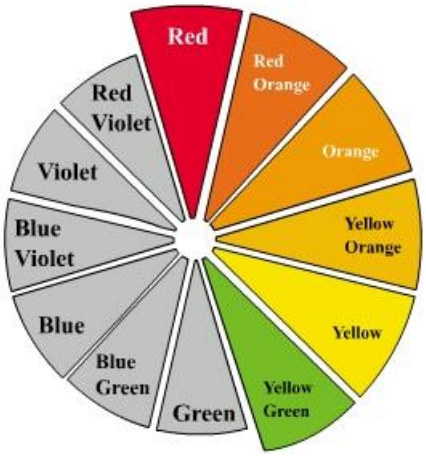


圖 1.11 暖色在色輪的右面

設計上常用的著色材料如下：

(a) 彩繪筆 — 粗頭筆

(b) 彩色鉛筆 — 用來繪製精細彩色線的鉛筆

(c) 彩色海報塗料 — 不透光防水顏色塗料

圖 1.12 彩繪筆

圖 1.13 彩色鉛筆

圖 1.14 彩色海報塗料

1.2 立體模塑概念

1.2.1 圖象顯示的限制

以紙張和電腦顯示器等平面媒體來顯示立體物體會有一定的限制，仍難取代實體模塑。

1.2.2 實物模型

實物(立體)模型可用來展示不同大小物件的真正形狀，小如螺栓、大若太陽系。

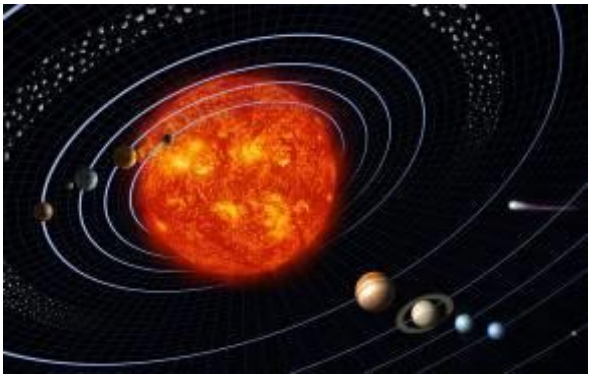


圖 1.15 實物(立體)模型例子

模型和其表達的物件只是在大小或比例有所差異，而比例是較重要的特點。

實物模型旨在具體地把以下兩種關係視像化地表達出來：

(a) 結構之間的內在關係

(b) 結構與環境間的外在關係

比例較小的實物模型可以有不同的用途，例如：

(a) 為所表達的物件提供更全面的概述

(b) 作為測試用途

(c) 作為一項興趣活動

比例較大的實物模型通常用來放大一些太細小的物件，例如，昆蟲和分子模型。
實物模型有時會較平面圖為佳，例如地球儀能顯示平面世界地圖所不能表達的視野。

實物模型的例子：

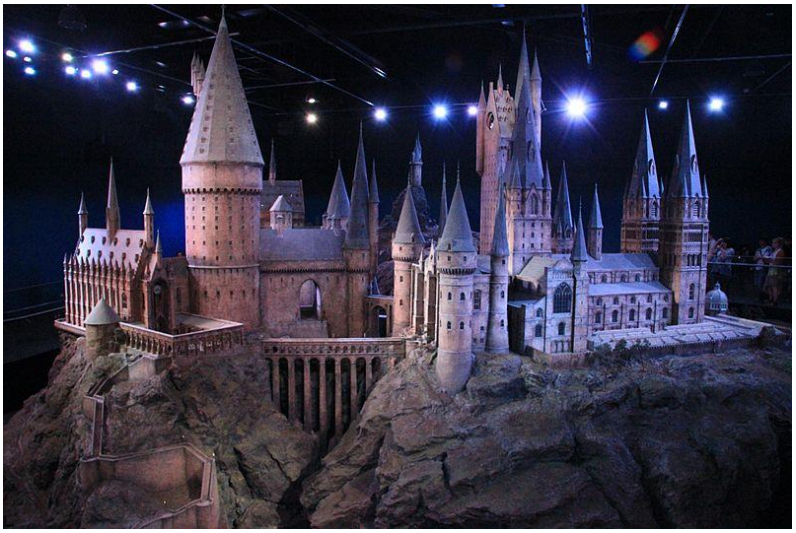


圖 1.16 拍攝電影用的 1 : 24 細緻模型

圖 1.17 1 : 1 (即實物原大)的動畫機械人模型

1.2.3 材料的選擇

製作簡單模型的常用材料列舉如下：

材料	一般特點
亞加力膠	(a) 軟化時易於屈曲 (b) 易於切割
紙板	(a) 柔軟及薄 (b) 易於切割 (c) 易於黏合
發泡膠板	(a) 柔軟 (b) 易於切割

對於需要承受一定負荷或進行測試的模型，常用的材料列舉如下：

類別	材料	一般特點
木材	夾板	(a) 由木板夾合而成 (b) 常用於一般的傢具
	木屑壓合板	(a) 與夾板類似 (b) 由木屑製成
	中密度纖維板 (MDF)	(a) 與夾板類似 (b) 由軟木纖維製成
塑膠	亞加力膠	(a) 軟化時易於屈曲 (b) 易於切割
	高密度發泡膠板 (HDF/HDFB)	(a) 堅固、堅硬和彈性 (b) 常用於床墊
金屬	鋁	(a) 銀色表面 (b) 完美的可加工性 (c) 有限的焊接能力
	銅	(a) 淡黃色 (b) 低摩擦和適合製作軸承
	鋼	(a) 常用的金屬 (b) 良好的可加工性 (c) 良好的焊接能力

- 紙板厚度一般小於 2 毫米，其主要用途包括摺疊紙盒、特製包裝盒和紙板包裝。

圖 1.18 雞蛋紙盒

圖 1.19 牛奶紙盒

- 瓦通紙板由平坦紙板和波浪坑紋紙芯板結合而成，主要用於包裝貨物以方便運輸。

圖 1.20 瓦通紙板

圖 1.21 包裝貨物紙盒

- 夾板由中間塗上強力膠的薄木片交替地疊放而組成，跟著在高溫及壓力下黏合成形。
- 與木板相比，夾板有較高強度及較佳的抵禦破裂、收縮和扭曲等能力。

圖 1.22 夾板

- 木屑壓合板是一種由木屑製成的纖維板，它所用木屑較中密度纖維板和硬質纖維板為大。

圖 1.23 木屑壓合板

- 中等密度纖維板是結合軟木纖維、蠟及樹脂、經高溫和壓力而成的，用途與夾板相似。

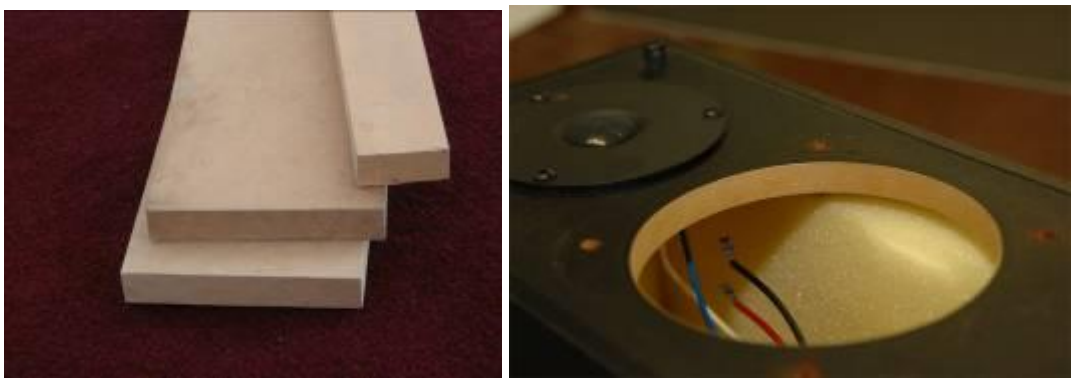


圖 1.24 中等密度纖維板

- 發泡膠板重量輕，厚度一般為 5 至 200 毫米，可製作展板、海報板和建築物模型等。

圖 1.25 發泡膠板

圖 1.26 高密度發泡膠板

- 高密度發泡膠板堅硬、具彈性而身輕，有不同厚度和顏色。
- 亞加力膠(聚甲基丙烯酸甲酯)常用於製造魚缸、鐳射碟、鏡頭、摩托車頭盔等。

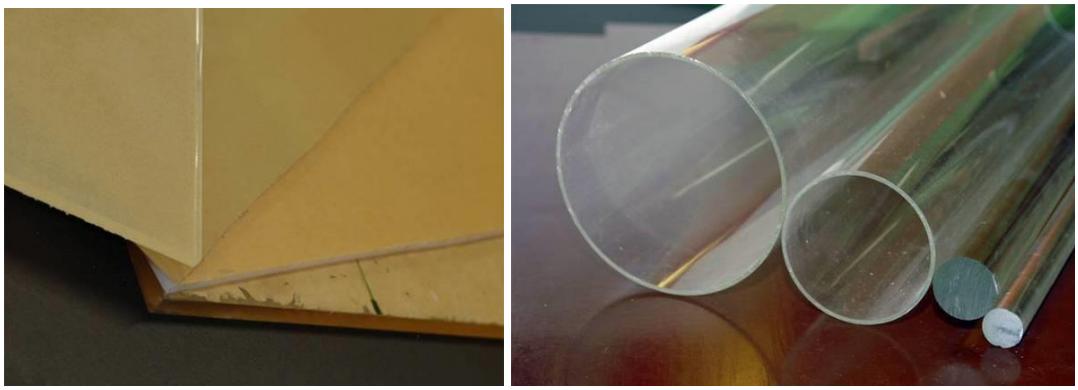
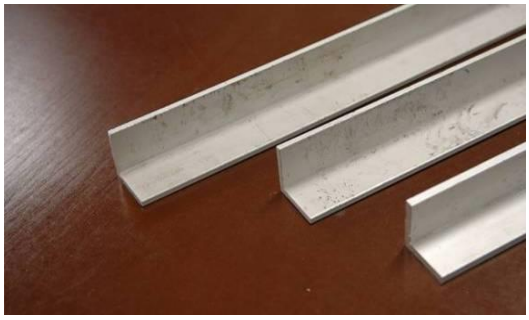
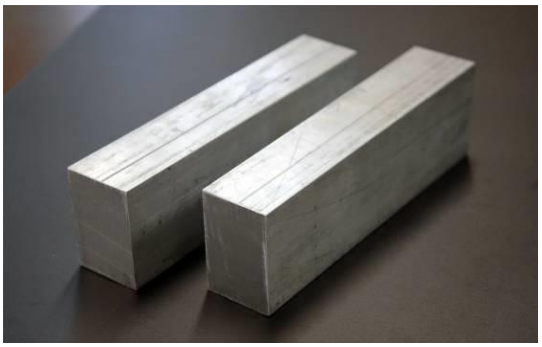


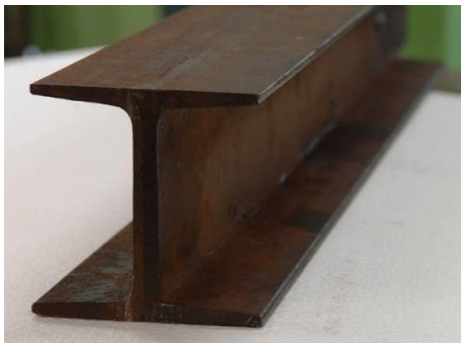
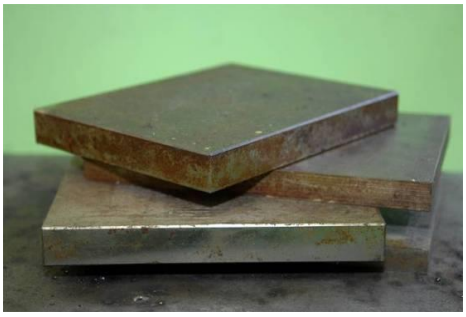
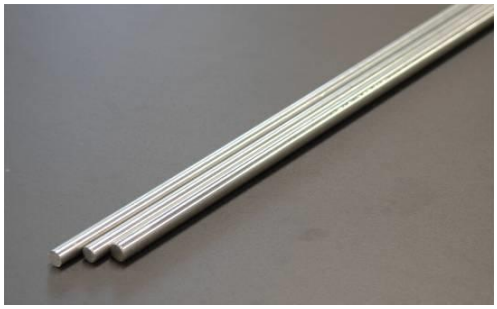
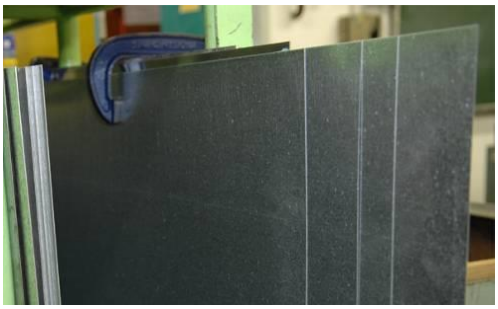
圖 1.27 亞加力膠板

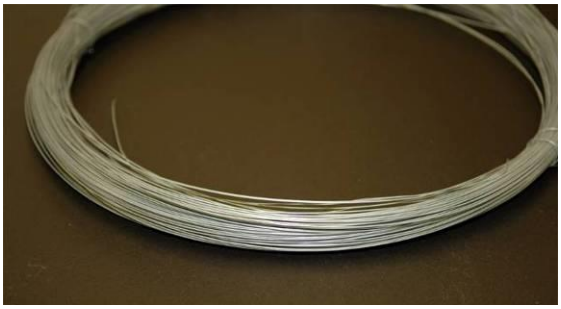
以下是常用於製作實物模型的合金類型：

(a) 鋁合金
(b) 銅合金
(c) 鋼
(d) 鋅合金

合金可製成以下列形狀：

角形 (俗稱「角鐵」，但未必由鐵製成。)	
方體形	
扁條狀	

工字樑 (俗稱「工字鐵」，但未必由鐵製成。)	
板狀	
棒狀	
片狀	
管狀	

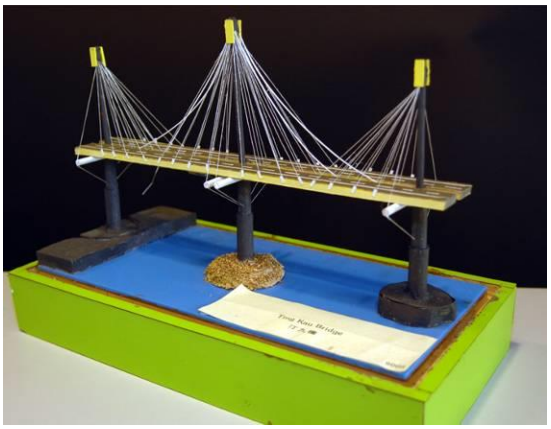
萬用切面	
線條形	

1.2.4 簡單工具及製造技術

本節介紹一些用作切割及粘合紙板、木材、發泡膠和亞加力膠的常用工具。

紙板模型的常用工具	
工序	**工具**
標記	間尺
	鉛筆
	彩繪筆
切割	剪刀
	界紙刀
連接	萬能膠水
	白膠漿

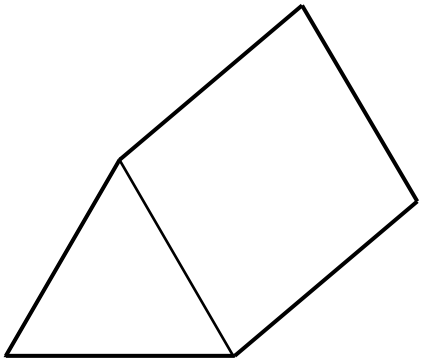
紙板模型的例子

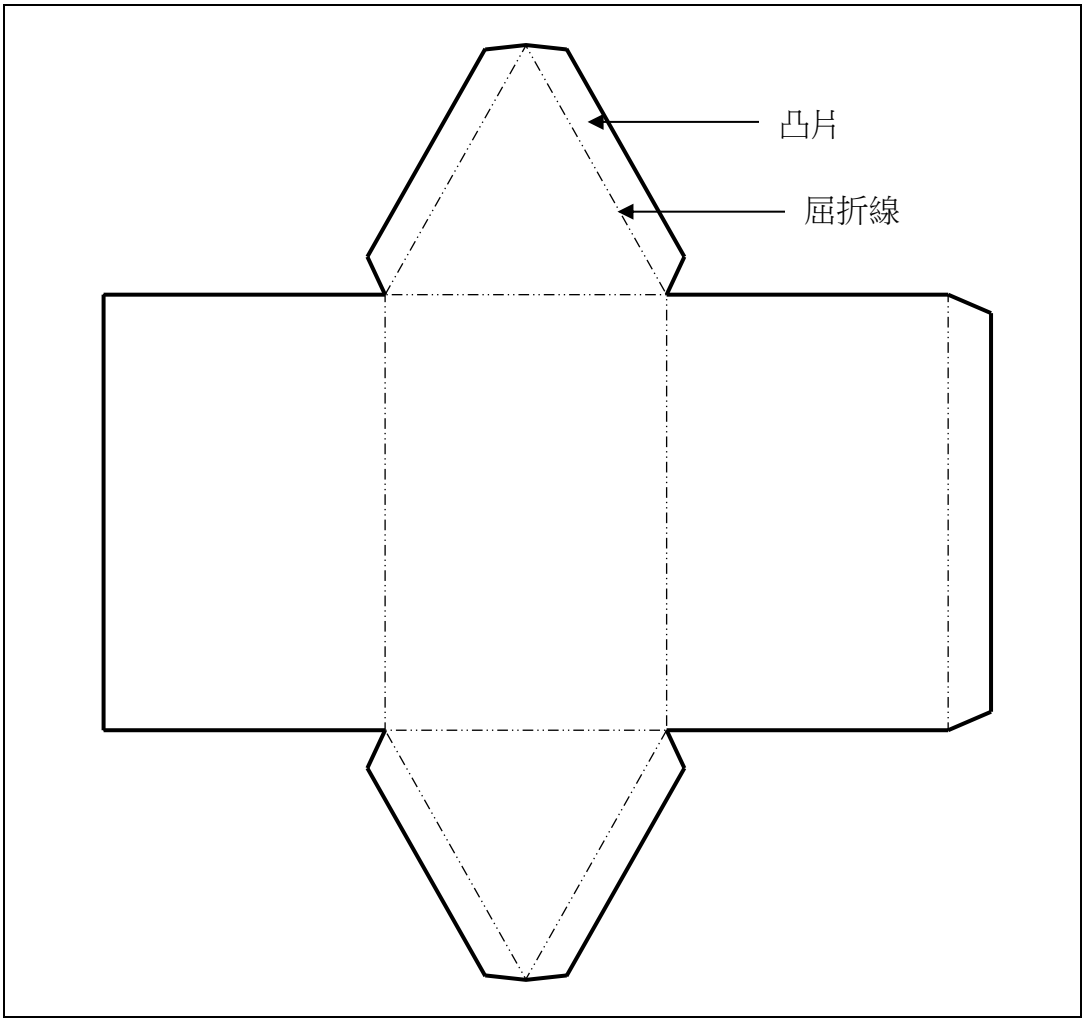


展開圖

物件的展開圖意指將物件的形狀，沿著邊打開各表面至一個平面上。這是以紙板模型製作立體時的一個常用手法。展開圖上的每一條線均應能表達出各平面的真實尺寸。

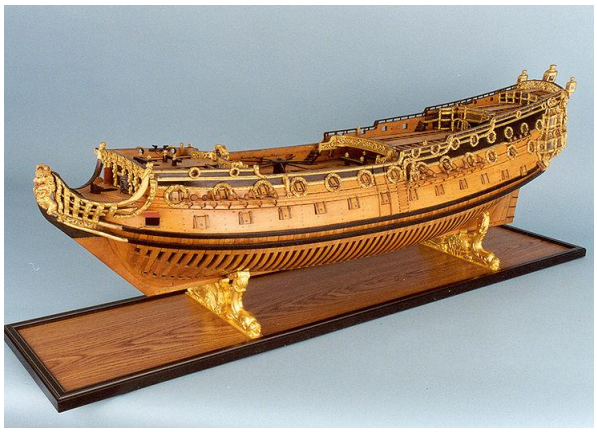
三角柱體展開圖的例子





木製模型的常用工具	
工序	**工具**
標記	捲尺
	間尺
	鉛筆
切割	弓形鋼鋸
	雕花鋸
	線鋸
	鑽床
	手電鑽
連結	白膠漿
	鎚
	釘
	自攻螺絲

木製模型的例子



發泡膠模型的常用工具

工序	工具
標記	間尺
	彩繪筆
切割	界紙刀
	發熱線切割機
連接	白膠漿

發泡膠模型的例子

亞加力膠模型的常用工具	
工序	**工具**
標記	捲尺
	間尺
	鉛筆
切割	膠片界刀／勾刀
	弓形鋼鋸
	雕花鋸
	線鋸
	手電鑽
成形	亞加力膠加熱機（帶式加熱器）
連接	亞加力膠膠水
	熱熔膠

切割亞加力膠片的技術

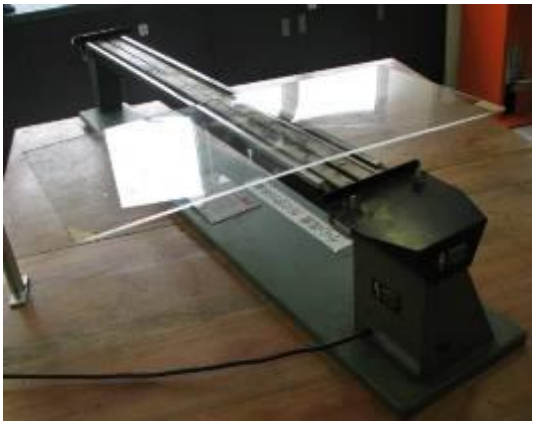
沿鋼尺等垂直邊緣拖拉亞加力膠切割刀

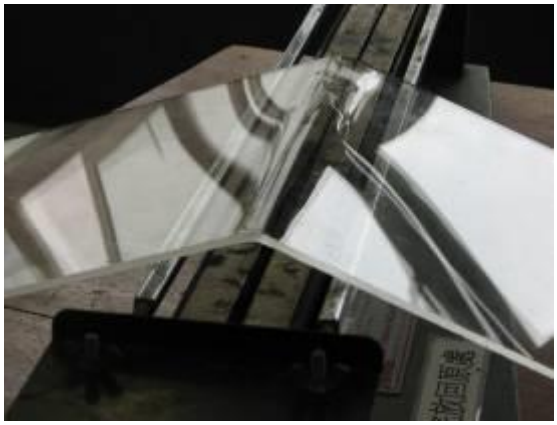
把膠片的切割痕放於桌邊，
借力將膠片折開。

亞加力膠片模型的例子

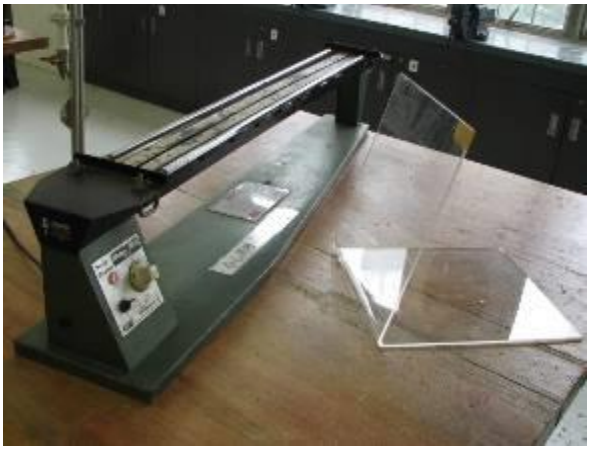
屈曲亞加力膠片的技術

啟動加熱器





將亞加力膠片放於加熱器上，直至軟化



把膠片屈曲至理想的形狀

金屬模型的常用工具	
工序	工具
標記	工作檯虎鉗
	韌鉗
	鋼尺及畫針
	直角尺
切割	鐵剪
	鑽床
連接	拉釘
	螺栓和螺帽

金屬模型的例子(建築起重機)

1.2.5 比較視像模型與實體模型

在演示產品設計時，視像模型與實體模型有不同的效果和限制。

項目	視像模型	實體模型
效果	單方向演示設計的平面形象	全方位演示設計的立體形象
信息溝通	較少，需要想像力	較多，較接近現實
工具與物料使用	需要較少和簡單	需要較多和複雜
製作	較容易，時間較短，較便宜	較困難，時間較長，較昂貴
貯存	需要較少空間，可以用電腦大量貯存和管理	需要較大空間，較難保存和管理
傳送	較容易，可用電子方法傳送	較困難，必須運送

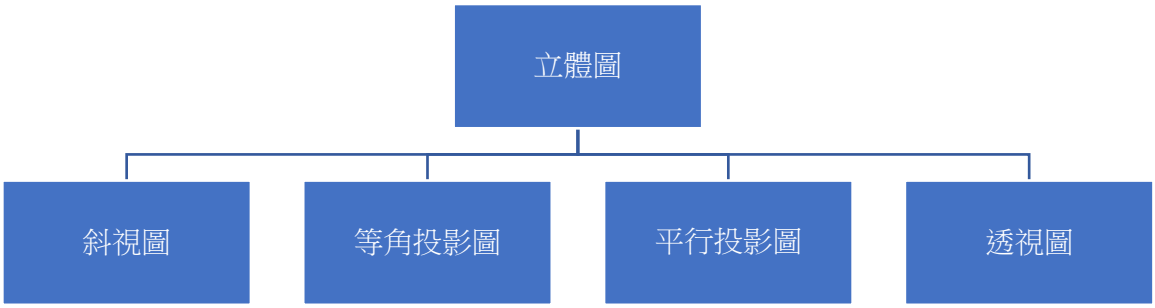
- 在產品開發初期階段，通常需要構思和提供大量新設計，所以一般會用較易製作的視像模型。
- 到了產品開發的後期，通常需要全面演示設計各方面以便計劃生產，所以一般會用較全面的實體模型。

科技新知 - 立體印刷筆 (3D Printing Pen)

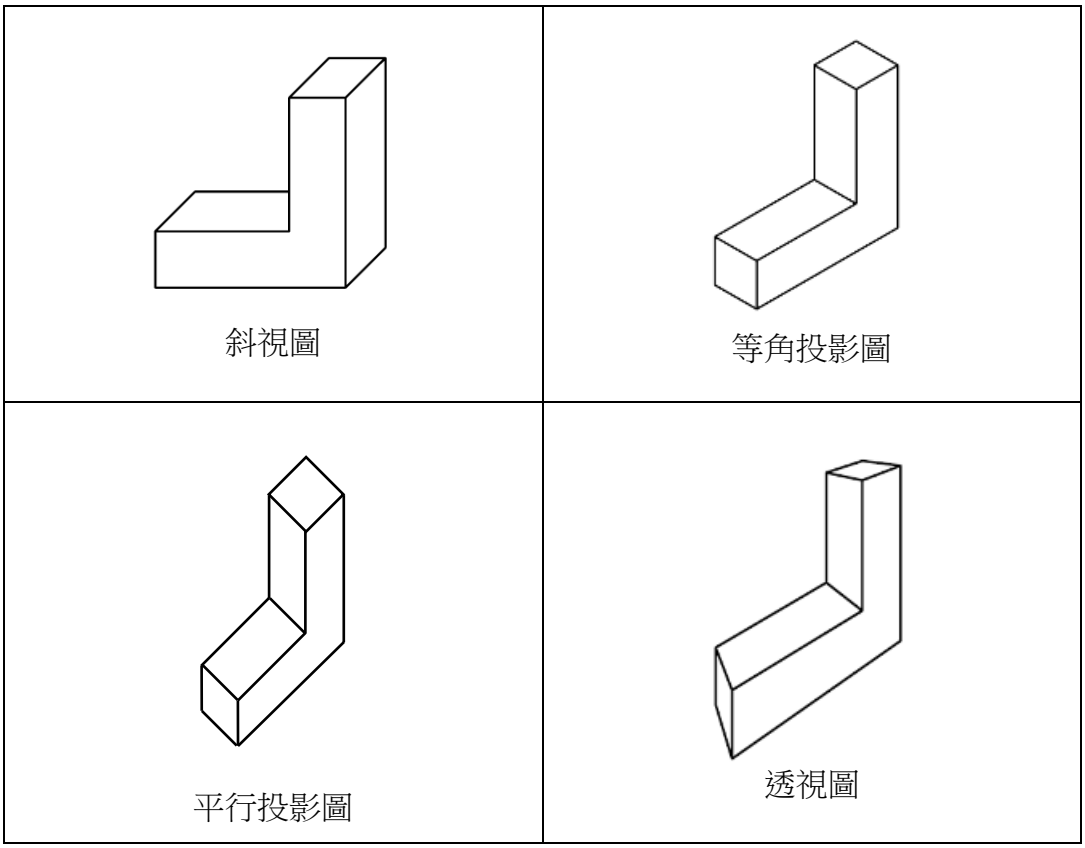
第二章 技術顯像

2.1 立體圖

「立體圖繪製法」在平面圖上顯示立體物件的長寬高，有多種不同類型，例如：



立體圖繪製法部分類型：



透視圖是各類立體圖中最像相片的一種。

2.1.1 透視圖

- 透視圖假定觀看者位於某一特定距離觀看，從而根據的假設距離，按適當比例繪圖。
- 透視圖是以線和消失點構成，消失點有如一個觀看者的雙眼。

透視圖有三種繪製法：

(a)一點透視 (b)兩點透視 (c)三點透視

圖 2.01 以三種不同繪製法表達出來的建築物透視圖

(a) 一點透視

- 一點透視圖只有一個匯合所有線的消失點，此法常用於室內設計圖及櫥窗裝飾。

圖 2.02 家居室內設計圖

圖 2.03 櫥窗陳列圖

(1) **視點 (SP)**：視點指出觀者的眼球位置。
(2) **視中線 (CLV)**：視中線是一條從觀者的眼球延伸至物件的中心的垂直線。
(3) **消失點 (VP)**：消失點是指從物件的所有透視線所會合的點。
(4) **視平線 (ELL)**：視平線是一條無盡而永遠在視點高度的水準線。
(5) **畫面 (PP)**：畫面是透視圖所投影的平面。
(6) **基面線 (GL)**：基面線是一條無盡而平行於視平線的水準線，用作垂直的測量。

(b) 兩點透視

- 兩點透視圖有兩個消失點，可以更實際及準確地顯示物件的深度及空間。
- 兩點透視圖常用於建築設計及和日常生活上。

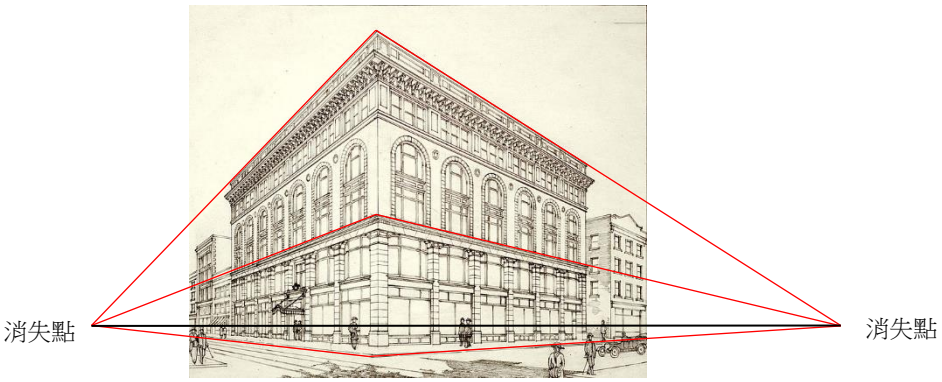


圖 2.04 建築設計的兩點透視圖

(c) 三點透視

- 三點透視圖有三個消失點，包括視平線上的兩個消失點和一個在垂直位置的消失點。
- 三點透視方法常用來繪畫從上向下或從下向上觀看建築物，例如仰望十分高的建築物。

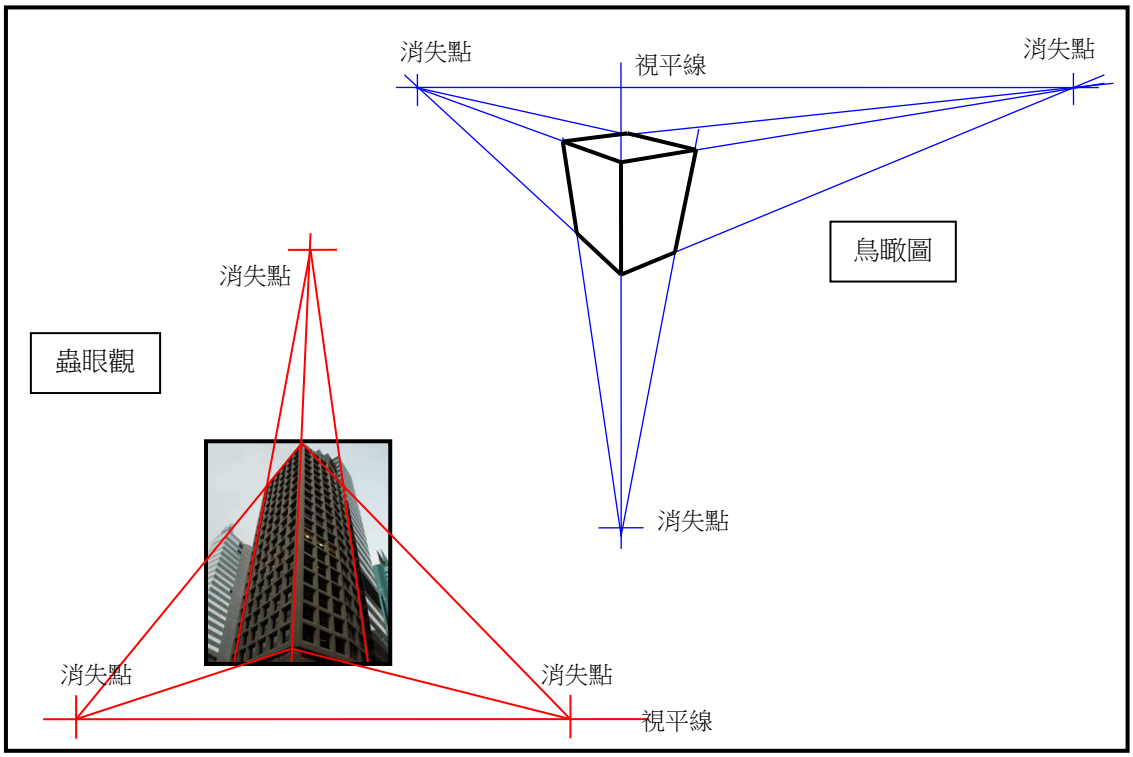


圖 2.05 建築物的三點透視圖

2.2 工程圖

- 工程圖是將物件仔細地繪畫在圖紙上，包括物件的形狀、尺寸及位置。
- 工程圖又稱為「藍圖」，圖上的物件可有不同大小，小如銷釘、大若建築物。
- 工程圖常用於建築、土木、電力、電子、製造及機械等各類工程上。

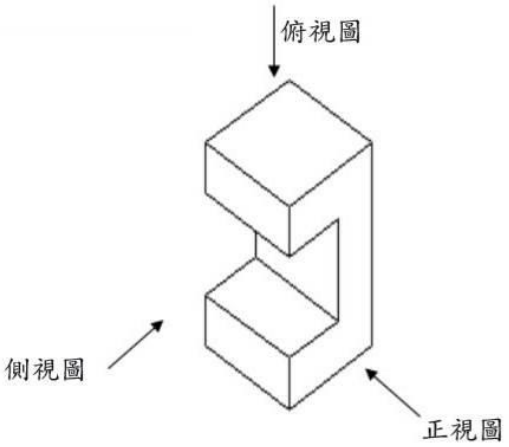


圖 2.06 從三個不同的方向觀看一件立體物件

2.2.1 繪圖格式

以下是工程繪圖的兩種最常用規格：

(a) 線條規格

(b) 尺寸標註規則

形狀	說明	功能
━━━━━━━━	粗實線	日常肉眼可見的線條
————	幼實線	尺寸線、投影線、剖面線和繪圖線
- - - - - - - -	幼短劃虛線	隱線
—·—·—·—·—·—	幼點劃虛線	中心線
━·—·—·—·—·━	兩端粗的幼點劃虛線	框線、虛線

2.2.2 正投影

- 正投影圖繪製法把物件從三個不同方向
- (正面、側面及上面)觀察所得的面貌投影在紙上。
- 正投影圖繪製法以多幅平面圖來表達立體物件。

常用的正投影圖有三款：

(a) 正視圖——觀看者從正面觀看物件

(b) 俯視圖——觀看者從上面俯視物件

(c) 側視圖——觀看者從左面或右面觀看物件

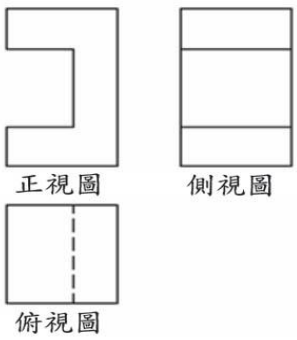


圖 2.07 在同一幅圖上繪畫三款投影圖

正投影圖繪製法有兩種投影方法，它們各有獨特的標誌：

(a) 第一角投影法 (盛行於歐洲國家)

(b) 第三角投影法 (在美國較普遍)

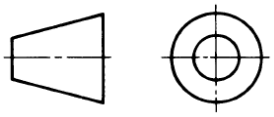


圖 2.08 第一角投影法標誌

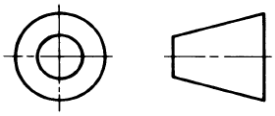


圖 2.09 第三角投影法標誌

(a) 第一角投影法

- 正投影的水平及垂直投影面相交而構成出四個象限或角，如附圖所示。

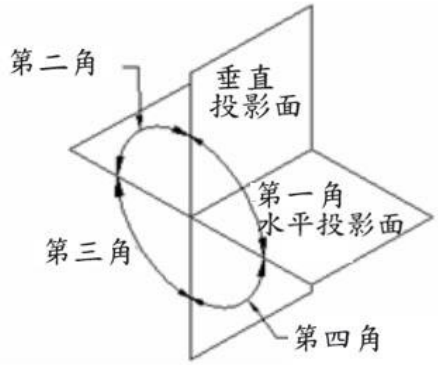


圖 2.10 建正投影的四個象限或角

「第一角投影法」假設物件放置在第一象限（第一角），然後投影(伸延平行線)到水平、垂直和輔助垂直投影面上。

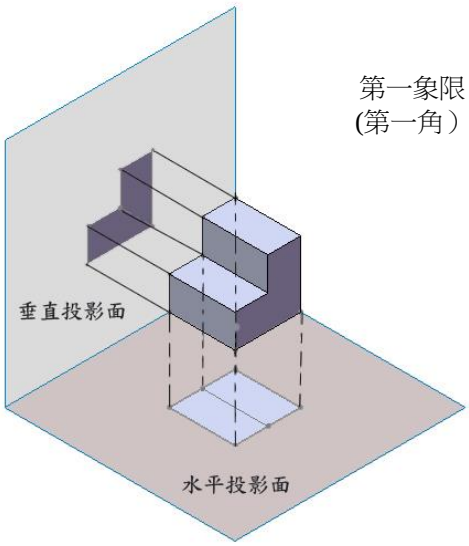


圖 2.11 物件在水平和垂直投影面上的正投影

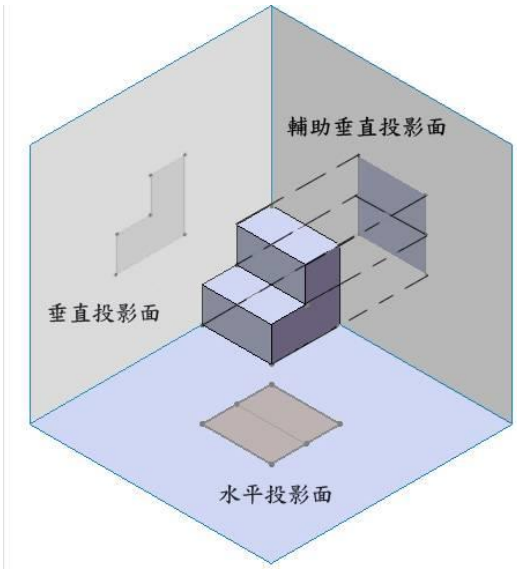


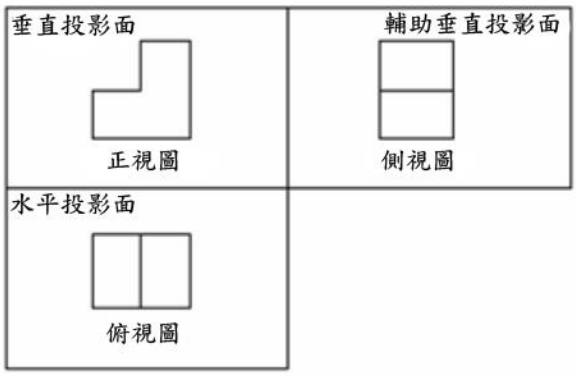
圖 2.12 物件在輔助垂直投影面上的正投影

展開「第一角投影法」各投影面可見三種視圖：

(i) 正視圖〔垂直投影面〕

(ii) 俯視圖〔水平投影面〕

(iii) 側視圖〔輔助垂直投影面〕



(b) 第三角投影法

- 「第三角投影法」假設物件置於第三象限(第三角) 並投影到不同的投影面上。

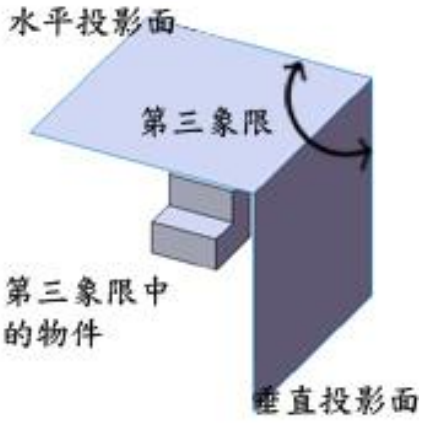


圖 2.13 第三象限中的物件

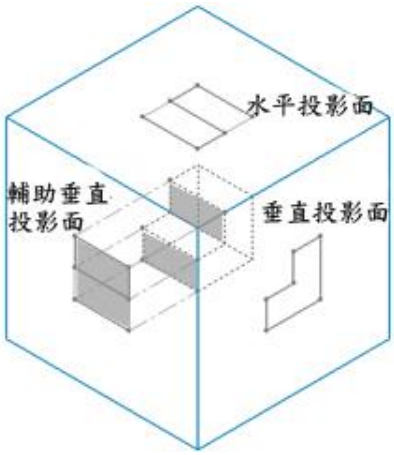


圖 2.14 投影到三個不同投影面上的物件

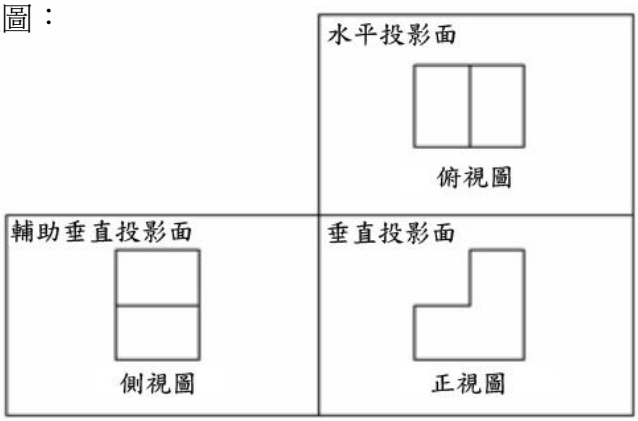
由於主要投影面置於觀看者及物件之間，所以觀看者應想像各投影面為透明，以觀察物件在投影面上的影像。

展開「第三角投影法」各投影面可見三種視圖：

(i) 正視圖〔垂直投影面〕

(ii) 俯視圖〔水準投影面〕

(iii) 側視圖〔輔助垂直投影面〕



2.2.3 組合圖及剖視圖

(a) 組合圖

- 組合圖顯示如何裝配物件的元件，一般以正投影圖及剖視圖來顯示細節及相對位置。
- 零件表是一張詳列組裝所需零件的清單，包括：零件編號、零件名稱、材料和零件數量。
- 「汽球參考法」是在繪圖上，用汽球形的圓圈來顯示零件表上每件零件的編號。

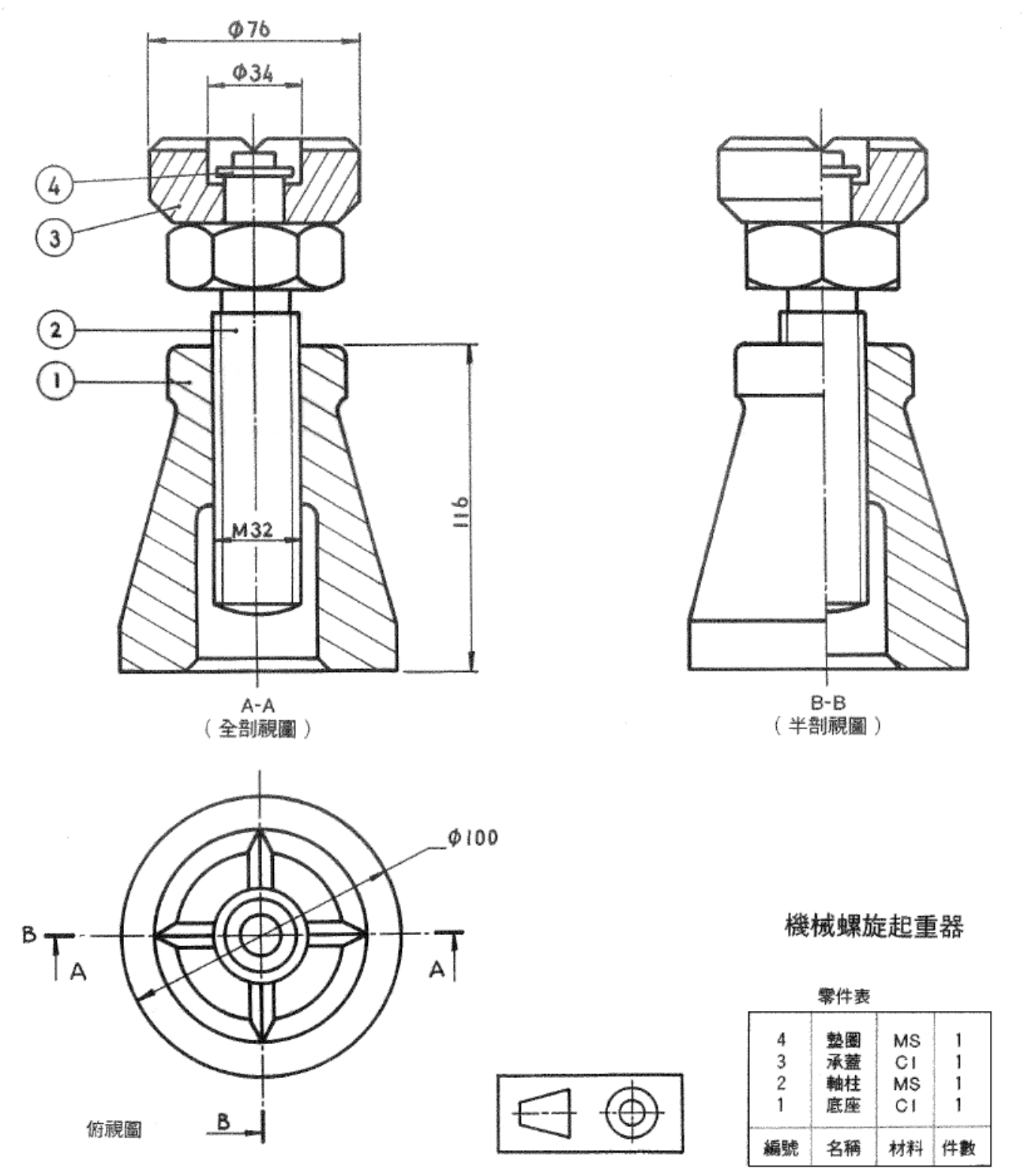


圖 2.15 汽球參考法顯示組合圖的零件位置

(圖 2.15, 2.16 及 2.19 圖片來源: 工業繪圖五;宏思出版公司)

在組合圖之後，一般要再附有和汽球內數字相應的零件詳圖。

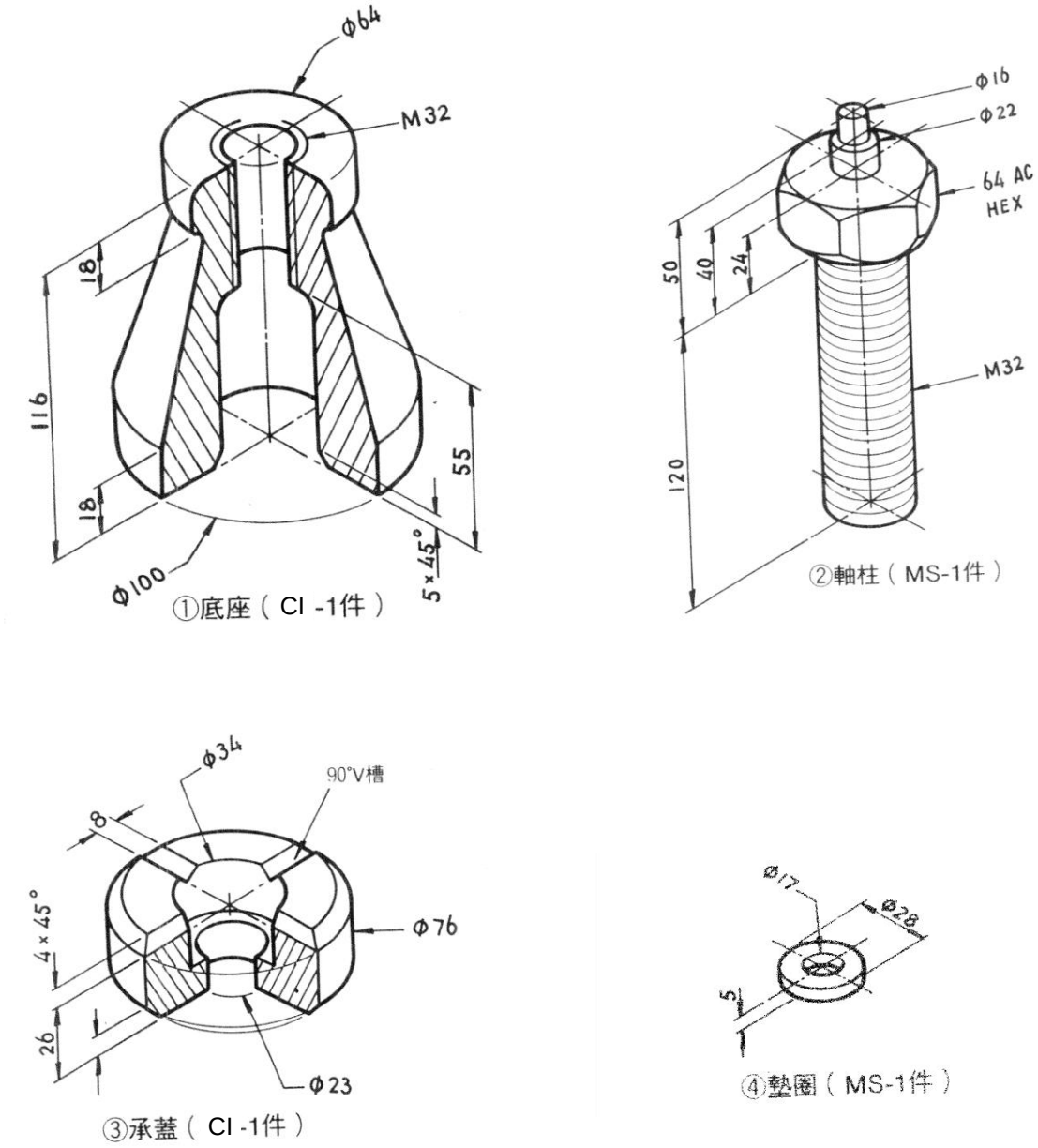


圖 2.16 零件詳圖(立體圖法)

(b) 剖視圖

剖視圖是用來顯示物件的內部結構和相關元件。繪製剖視圖時應注意：

1. 「剖切面」是剖開物件後所展示的內部平面
2. 剖開的部分稱之為「剖面」
3. 剖視圖是把剖面繪畫出來的視圖
4. 剖視線 X-X 用以顯示剖切面的位置
5. 物件的剖切部分，通常會在其輪廓線內畫上 45°幼斜線〔剖面線〕表示
6. 相鄰部分的剖面線須呈相反方向繪畫

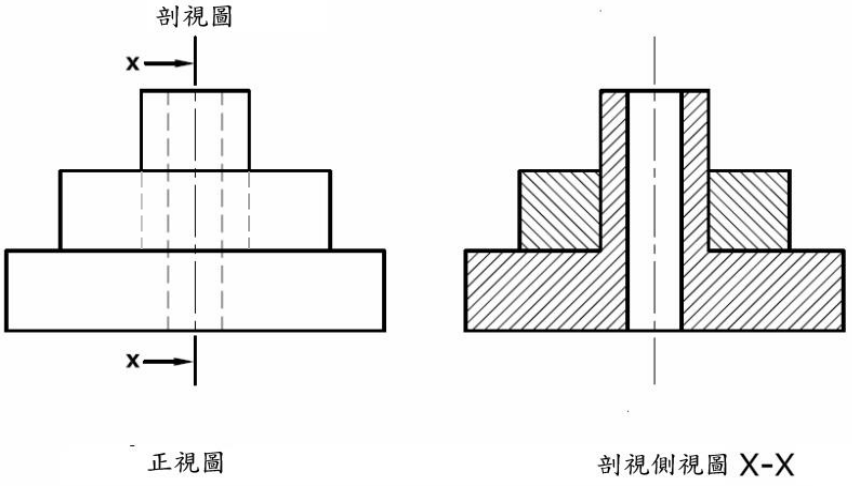


圖 2.17 正投影顯示正視圖及剖視側視圖

剖開物件的不同方法會產生不同的剖視效果。常用的剖視圖類型有以下四類：

1. 全剖視　　2. 半剖視　　3. 部分剖視　　4. 偏移距剖視

一件物件可有多個不同剖視圖。下圖顯示如何根據不同的剖視線來製成剖視圖：

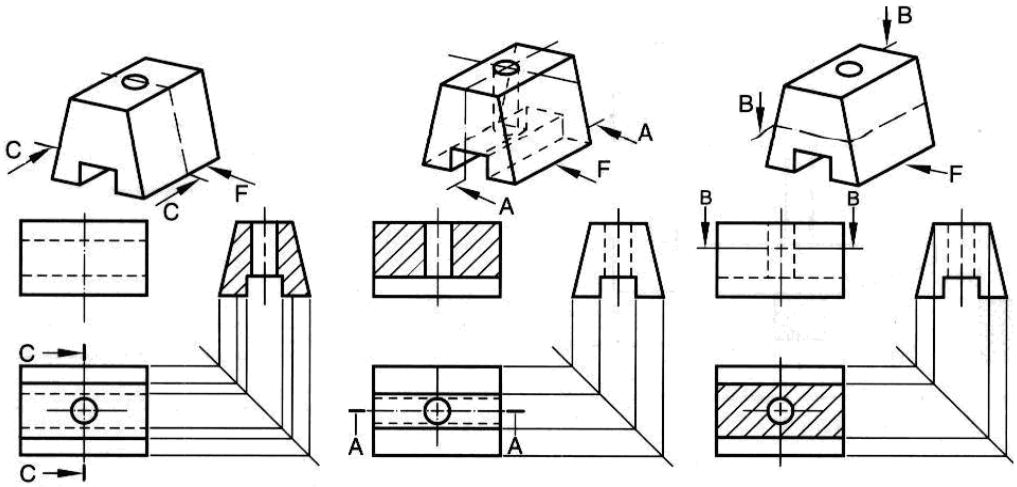


圖 2.18 利用完成之正投影圖可以更方便地製作剖視圖

2.2.4 零件圖

- 零件圖是一份說明檔，用來詳細列出生產機械設備時所需要的零件和特點。
- 零件圖可以用正投影法或立體圖法繪畫。
- 立體圖法只畫一個圖，可以減省視圖的數目但頗費時間，較適用於外形簡單的零件。

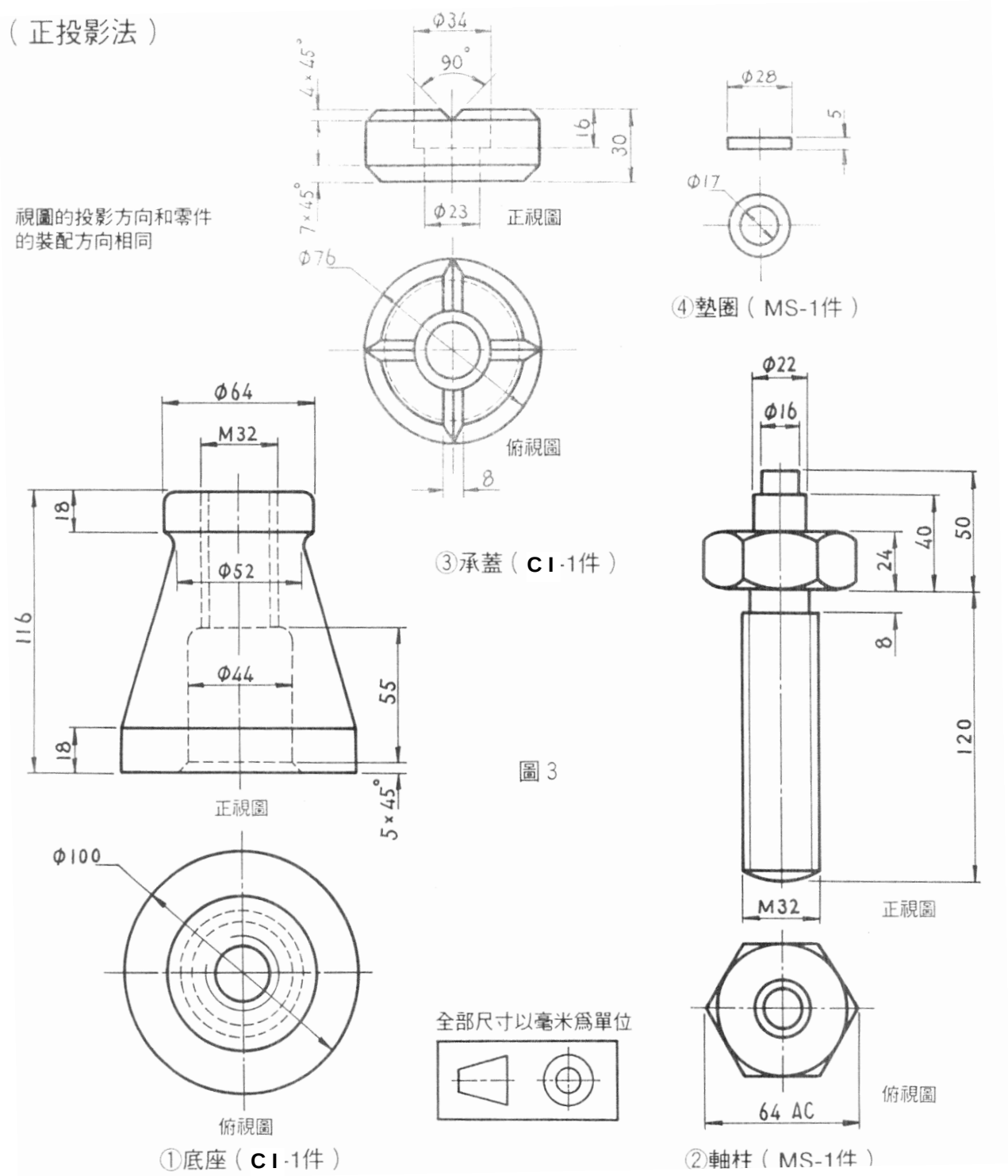


圖 2.19 零件圖(正投影法)

2.3 標準、慣例與符號

- 為避免誤解和錯誤，各參與者(如建築師或工程師) 在工程繪圖中均須採納同一的標準、慣例和符號，例如用在樓層平面圖上的符號等。
- 符號是因應其所代表物件的外觀特徵而繪製，大部分都採用單線圖案。使用符號有利設計師繪圖之餘，亦方便使用者識別。

2.3.1 建築繪圖

- 建築繪圖一般是由正投影圖所延伸出來，但有其一套獨特的用語、標準和符號。

(a) 樓層平面圖

- 樓層平面圖用來完整地記錄了樓層的牆壁、窗戶和門戶等各樣資料。
- 根據業界慣例，大門應畫在圖的下端。

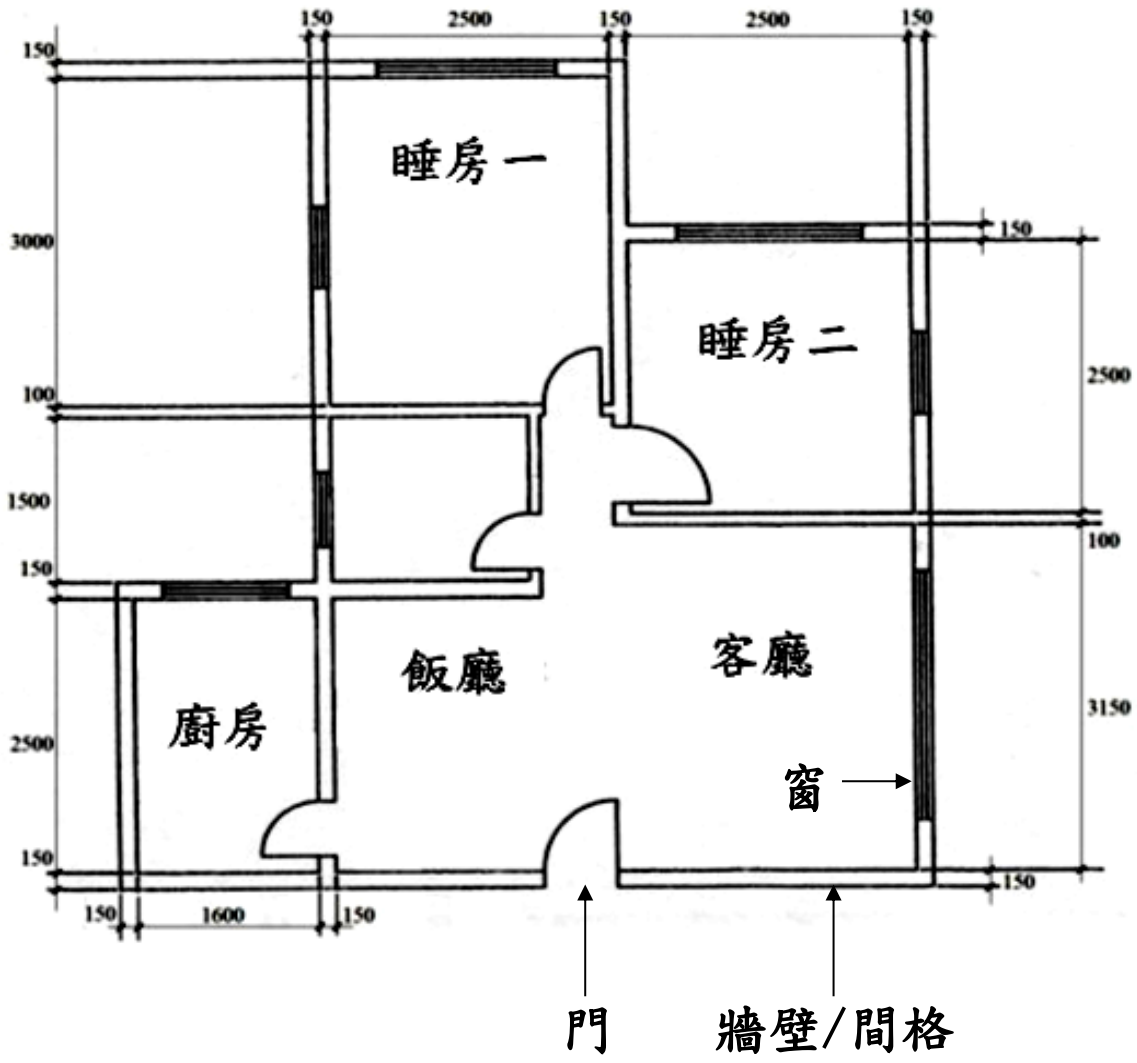


圖 2.20 住宅樓層平面圖例子

(b) 建築工程圖

建築工程圖主要讓工程人員可以清楚知道建築物的詳細資料，以便準確地施工。

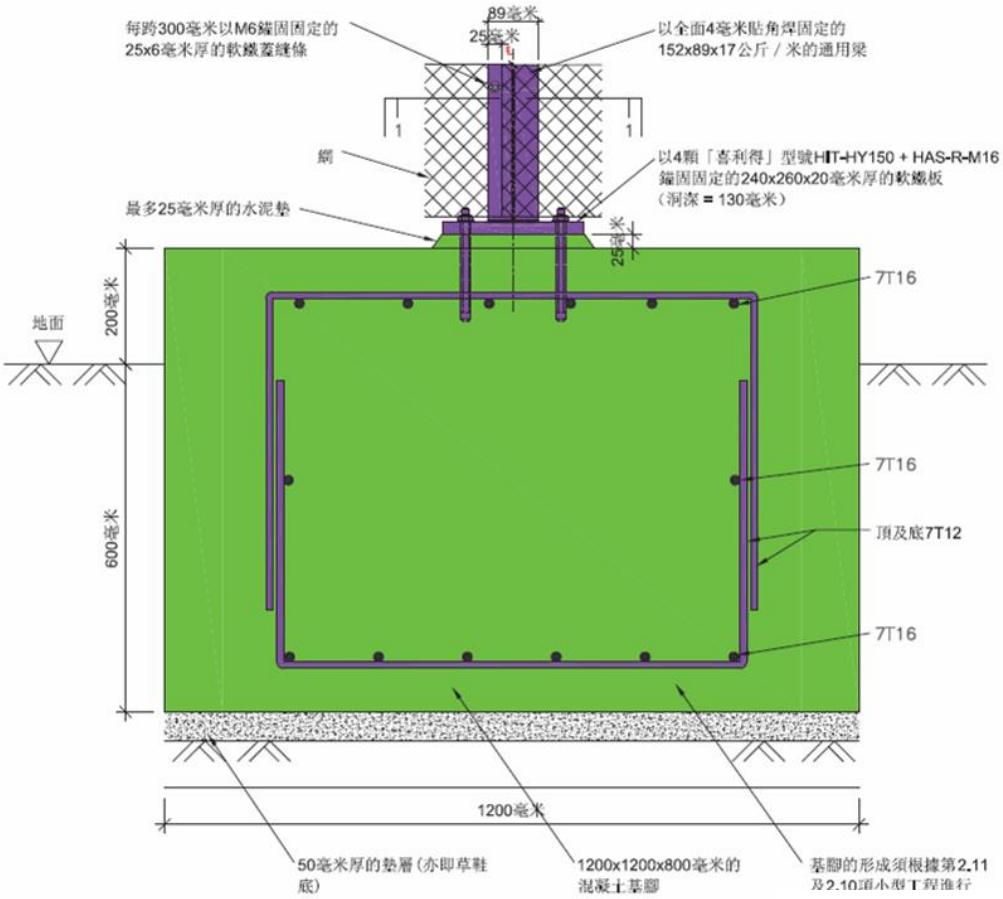


圖 2.21 建築工程圖 (圖片來源 :屋宇署)

(c) 建築物正視圖

- 建築物的外觀與功能亦不容忽視，但其品味、功能和成本都應顧及。
- 建築物外觀的資料可見於其他各面的視圖。

(d) 剖視圖

- 建築繪圖亦會運用剖視圖來顯示建築物的內部和建築細節。
- 剖視建築繪圖顯示櫥櫃、廚房和浴室等的位置

圖 2.22 建築物正視圖及剖面

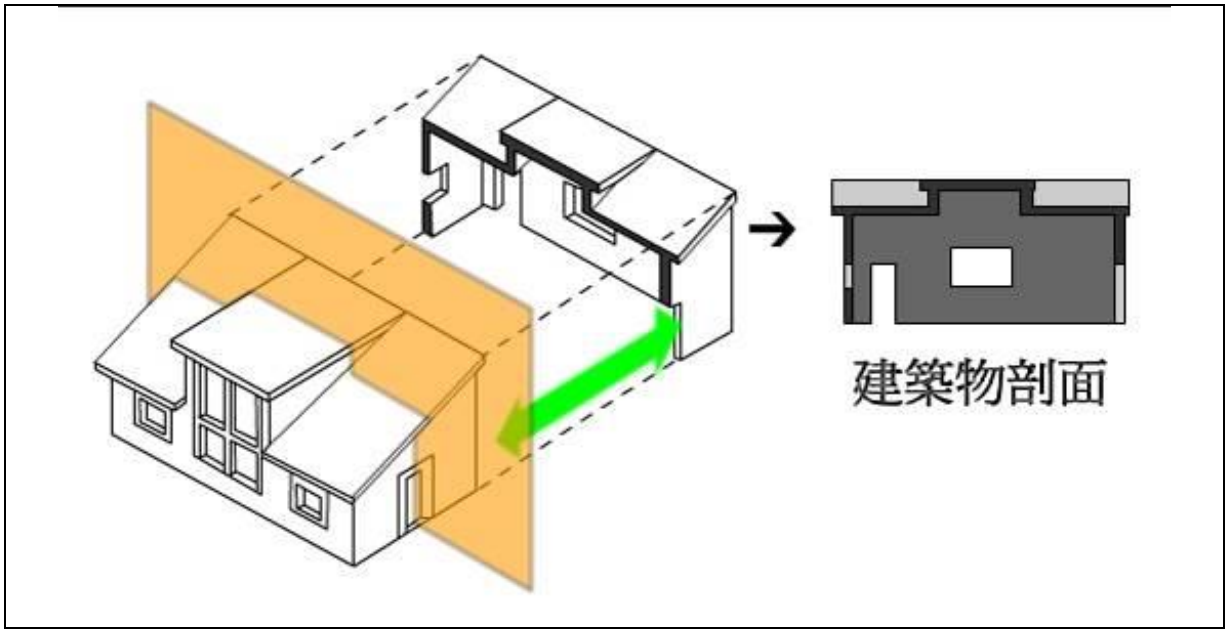


圖 2.23 建築物剖視圖

(e) 建築繪圖比例

- 樓層平面圖的常見比例為 1:100，即繪圖上 10 毫米代表實際建築物的 1000 毫米（1 米）。
- 對於小型建築物，有時會用 1:50 等相應較小的比例，以顯示更多細節。
- 小型建築物的地盤平面圖比例一般約為 1:200、1:500、甚至 1:1000。

(f) 建築繪圖尺寸標註

- 建築繪圖通常以毫米(mm)為單位，以方便轉換，如 37.5 米轉為 37,500 毫米，反之亦然。
- 至於建築物內部物件的尺寸，可在建築物繪圖外的投影線側加上。
- 在許多情況下，為免令繪圖過於擠逼，投影線均非源自有關實際物件。

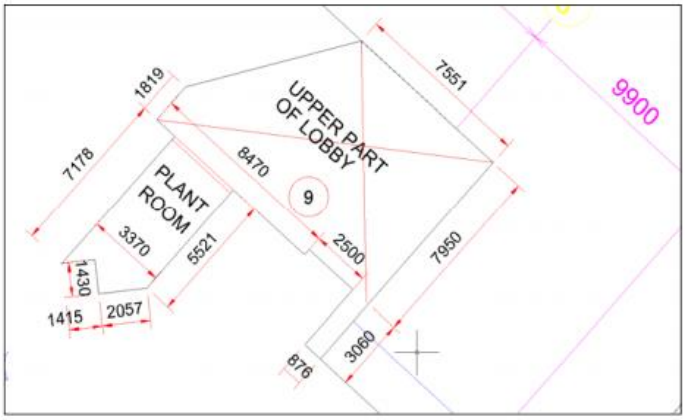


圖 2.24 建築繪圖的尺寸標註例子
(圖片來源：屋宇署)

2.3.2 建築電工繪圖及電路圖

- 建築項目一般會有電工繪圖，以顯示電力設施的種類和位置等資料。
- 建築電工繪圖有時會再加上其他施備(如煤氣接駁位)而成為機電裝置圖。

(a) 電工建築符號

- 不同的國際組織採用不同的符號標準，如：

(i) 澳洲標準

(ii) 英國標準

(iii) 中華人民共和國國家標準（國標）

工程師每次製作電工繪圖前必須清楚符號有沒有更新。

(b) 電工建築符號和樓層平面圖

電力線路圖和樓層平面圖都記載著有關電力裝置的操作指示，包括：

(i) 接線方法和物料

(ii) 一般佈置方法

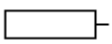
(iii) 使用配件的類型

(iv) 安裝開關和插座的高度

(c) 電工建築符號大小

- 樓層平面圖未必適宜按比例(如 1:100)來繪畫電力設施，因為插座可能變得很細小。
- 符號的大小與插座或電器的實際大小並無關係。
- 符號的大小通常在 3.5 毫米與 5 毫米之間，過小的符號難於閱讀，過大則難以容納。

以下是一些較常見的電力設施符號 :

種類	說明	符號
照明設備	信號燈	
	內置式緊急照明器	
	螢光燈照明器(俗稱光管) : 一般符號	
配電箱	一般符號	
電氣用具	一般符號 (如有需要，用標示指明類別)	
	空調設施(Air Conditioning)	AC
開關	單極單向開關	
	單極雙向開關	
插座(電源)	一般符號	
其他	電鈴	
	抽氣扇	

參考資料 :電力(線路)規則工作守則(附錄 8)，香港機電工程(2015 版)

電路圖主要用作顯示電子元件的種類及連接的方法，右圖是一幅簡單的電路圖，包含三個部分：

1. 可提供電荷或電壓的來源，如電池。
2. 容許電荷流動的路徑，如銅導線。
3. 具功能的電元件或電子零件，如燈泡。

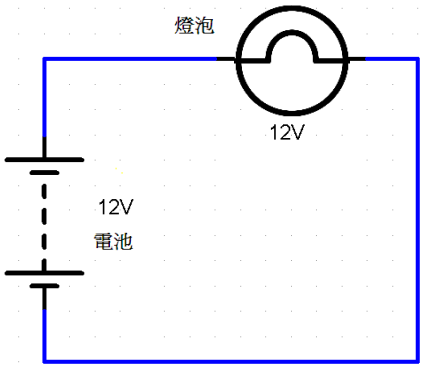
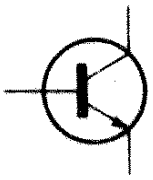
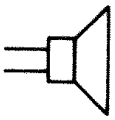
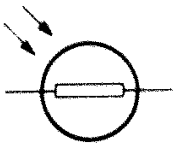
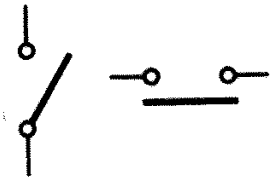
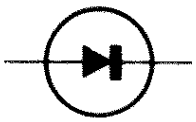
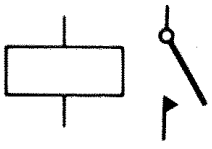
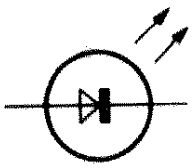
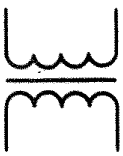


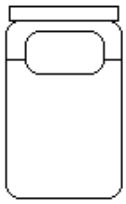
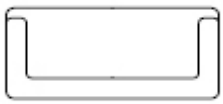
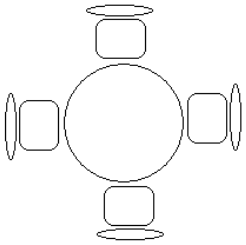
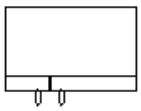
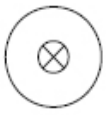
圖 2.25 簡單的電路圖

以下是一些常見的電子元件符號:

電池		**npn 晶體管**	
電燈泡		**揚聲器**	
電阻器		**發電機**	
光敏電阻器		**電動機**	
電容器		**開關 (常開)**	
二極管		**繼電器**	
發光二極管 (LED)		**變壓器**	

2.3.3 傢具和電器符號

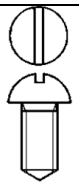
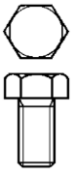
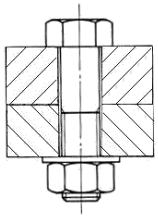
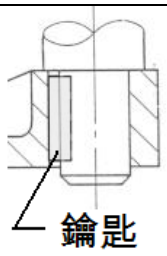
建築繪圖內的傢俱和家用電器佈置現時並未有特定的標準符號，以下列舉一些較容易令人明白的符號作例子：

牀	
沙發	
椅子	
桌子	
餐桌連椅	
雪櫃	
電腦顯示屏	
電腦鍵盤及滑鼠	
燈	

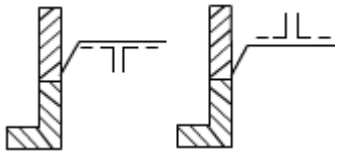
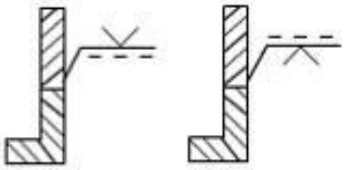
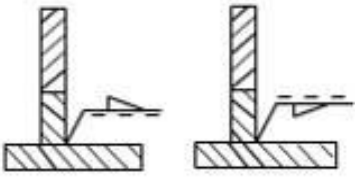
2.3.4 繫固裝置符號

- 「臨時繫固」指可以在隨時收回或替換的裝置，如螺絲、螺栓、螺帽和鑰匙。
- 「永久繫固」指在拆除時，會破壞其鄰近物件的裝置，如鉚接和焊接。

(a) 臨時繫固的例子

螺絲	一字埋頭	一字圓頭	十字埋頭	六角頭
				
螺栓及螺帽				
鑰匙				

(b) 永久繫固的例子

鉚釘	
方形對接焊縫	
單面 V 形對接焊縫	
角焊縫	

2.4 數據演示

以下資訊必須清楚和客觀地向觀眾展示：

(a) 設計的特點

(b) 收集到的數據和經分析的資料

(c) 使用該設計所帶來的好處

2.4.1 演示類型

(a) 非正式演示：觀眾通常是一群對設計有頗深認識的業內人士。

(b) 正式演示：觀眾通常是一組人數較多、且代表著不同利益的人士。

2.4.2 視覺輔助工具

演示中加入圖表和模型等視覺輔助工具，會較單憑講義講解更具成效，建議如下：

(i) 每一種視覺輔助工具最好只應用於單一概念；

(ii) 加入插圖、顏色等較容易吸引觀眾的注意力；

(iii) 在演示投影片中應只顯示重點；及

(iv) 應使用大字體，以方便觀眾閱讀。

(a) 圖表

在設計過程中可能需要展示大量數據，可使用適當類型的圖表來表達。

(1) 棒形圖：可顯示和比較不同組成部分的量值。

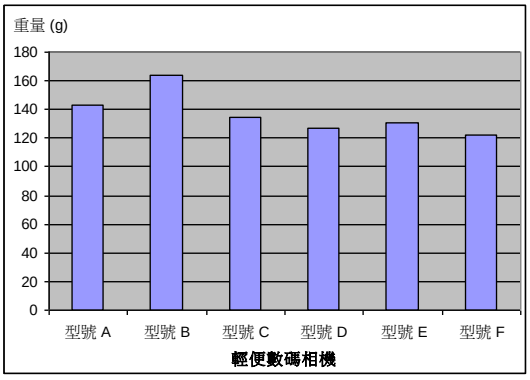


圖 2.26 棒形圖

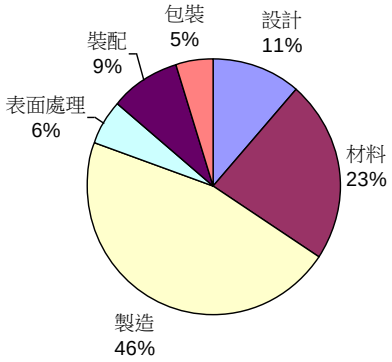


圖 2.27 圓形圖

(2) 圓形圖：可顯示組成部分在整體中所佔的百分比，總和是 100%。

(3) 線圖 ：可顯示個別項目的數量變化，較適合顯示單一項與時間的關係。

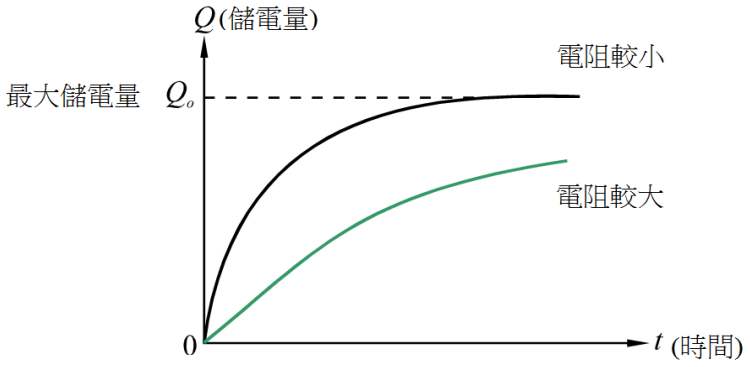


圖 2.28 線圖

(b) 連續插圖

連續插圖可以用來演示設計的動態效果，例如：如何組裝不同的部分。

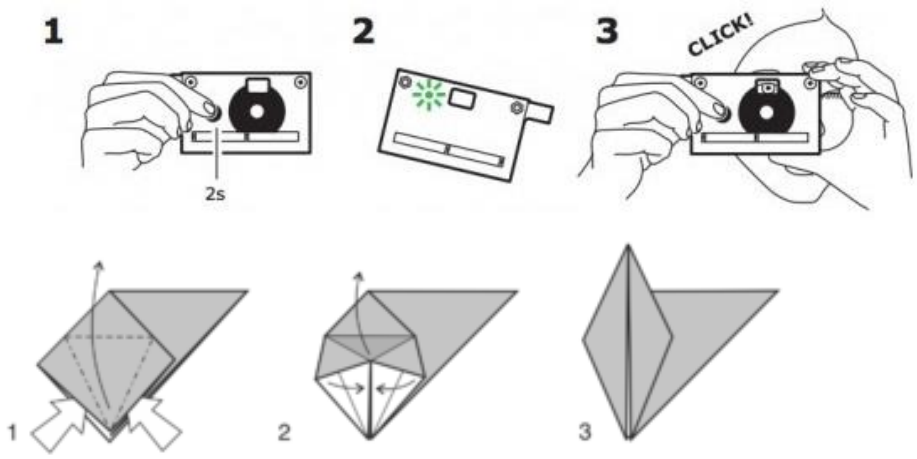


圖 2.29 連續插圖的例子

(c) 商標、符號和標誌

在設計商標、符號、路標、指示牌或標誌時，應考慮下列各項：

(i) 含意
(ii) 創意
(iii) 可行性
(iv) 着色
(v) 表達技巧

圖 2.30 交通標誌(不准停車)

圖 2.31 標誌 (維基百科)

(d) 模型

- 模型是最具說服力的視覺輔助工具，應採用讓觀眾能看得清楚的大小比例。
- 為加強演示成效，講者可同時提供該模型的不同角度特寫照片以作輔助。

圖 2.32 模型

(e) 多媒體演示

投影片可以在電腦上顯示(如人數較少)，或投影至大螢幕上(如人數眾多)。

(i) 演示投影片的文字可以採用不同顏色、樣式和大小；
(ii) 演示投影片可加插多媒體效果，如照片、影片、特殊效果和動畫等。

2.4.3 演示講稿

- 講者通常會準備演示講稿，列出演示的重點。

2.4.4 演示台

- 講者宜善用演示台，面向觀眾來說明演示投影片，並用指示棒指向螢幕以強調要點。

2.4.5 演示技巧

- **佈置：**好的演示應有吸引的引子、合理的起承轉合次序和明確的結論，以幫助觀眾理解。
- **視覺輔助工具的安排：**圖表和多媒體視覺器材等演示工具，必須妥善安排以突出重點。
- **運用非語言溝通：**講者應善用姿勢和眼神接觸等非語言溝通，令訊息更有效地傳遞。

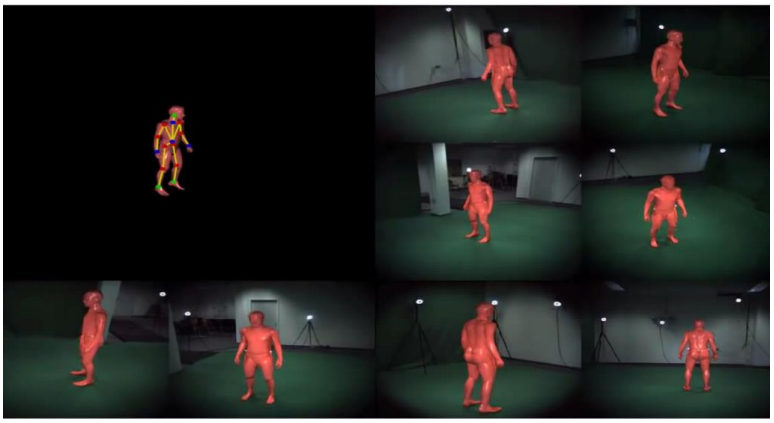
2.4.6 標準規例

- 設計時應盡可能採用標準規例(standard)或習慣(convention)，以便清楚無誤地傳送信息。
- 標準規例一般會清楚列明有關設計的要求，如演示方法、單位、簡稱和符號等。
- 不同類別的產品設計會採用特定的標準規例或習慣，如英國標準(British Standard，BS，ISO)。

例子：工程繪圖 BS8888

科技新知 -動態捕捉 (Motion capture)

動態捕捉是指記錄人或其他物體動作的技術。它廣泛應用於軍事、娛樂、體育、醫療應用、電腦視覺以及機器人技術等諸多領域。



第三章 電腦輔助設計

3.1 原型

- 原型（Prototype）是指產品在投入量產之前所作的模型，用以檢測產品的功能。
- 原型一般可以分為三大類 : 手製原型、虛擬原型和快速原型，它們各有不同的特點。

3.1.1 手製原型

手製原型傳統上以人手製作硬體原型，因此製作所需時間較長，手製原型技術有不同的應用，如製作機械物件的實物模型。

圖 3.01 一系列的實物原型及最後產品

圖 3.02 汽車實物原型(80 年代)

3.1.2 虛擬原型

- 電腦輔助設計系統可以用來繪畫設計圖，然後快速地產生立體模型作為虛擬原型。
- 虛擬原型是一個電腦模擬系統或子系統，它在虛擬世界裡的功能與實物近似。
- 在設計過程的初段，可以先用虛擬原型來審查和評估設計的特徵，然後才製作實物原型。
- 自 1980 年代開始，電腦輔助設計可以用來設計和製作虛擬原型。
- 如實物原型般，虛擬原型也可經複雜的測試及分析，例如 :材料特徵、應力等。

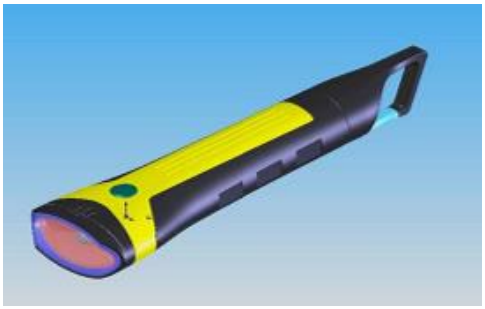


圖 3.03 虛擬原型製作

圖 3.04 快速原型製作

3.1.3 虛擬原型的優點

- 讓買家留下良好印象。
  - ➢ 能與買家交流
  - ➢ 能透過動畫及移動能力來演示產品的用途、功能和價值
- 更廣濶的銷售管道 - 可用較低成本的電子方式廣發產品資訊給潛在買家。
- 低成本開發 - 易於修改和減低修訂成本。
- 精緻的設計 - 修改容易及低成本令產品能以最精緻的狀態面世。

3.1.4 快速原型製作

快速原型能快速地製作實物原型，以縮短測試和改良產品的時間。

- 硬體原型製作所需時間較短及具成本效益
- 可作有限度測試
- 可作銷售和市場營銷
- 更清晰的演示

快速原型技術可以用立體模型數據來快速地製作實物原型。

快速原型包括「立體光固化製造」、「增層製造」及「立體打印」等技術。

除了可清楚看到產品的設計，實物原型還可用來進行測試。例如，

- 用作風洞測試的翼型模型
- 用作矽膠模具等模具的插入式配件
- 形狀複雜的模型和零件

3.1.5 產品開發過程

典型的產品開發過程有五個組成部分，包括：

(a) 設計：設計師利用電腦輔助設計軟件來設計新產品

(b) 分析：若客戶接納設計，便會再進行分析和優化，並撰寫製作規格文件

(c) 製造：完成設計分析後，進入小量製造產品的階段

(d) 檢查：工作人員檢查定型產品，以確保符合客戶的要求

(e) 生產/組裝：開發人員會整理開發過程中的資訊，然後開始大規模生產

在產品開發過程中，部分階段或會同時進行，例如：同時進行設計和製造。

3.1.6 虛擬原型製作在產品開發過程的角色

- 產品設計的規格檔包含幾何及非幾何物件資料、非幾何資料指材料、硬度等。
- 虛擬原型製作可彌補工程繪圖未能展示的非幾何資料(如料材)，以作設計參考。
- 下圖顯示產品開發過程的基本活動。組裝完成後，產品便可推出市場銷售。

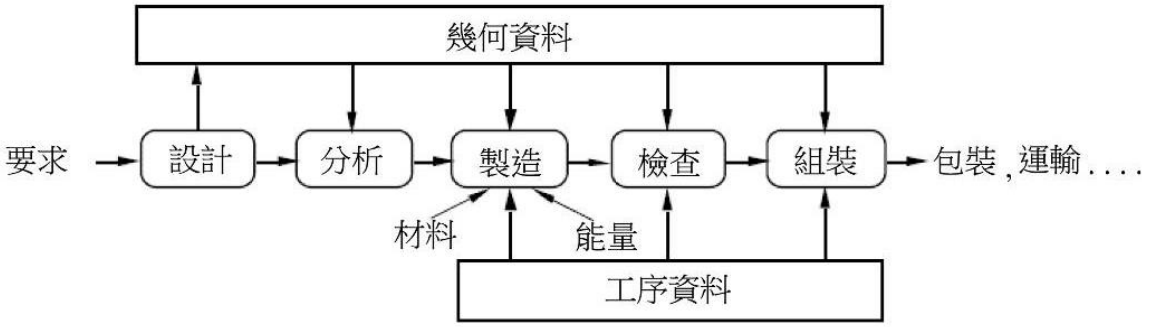
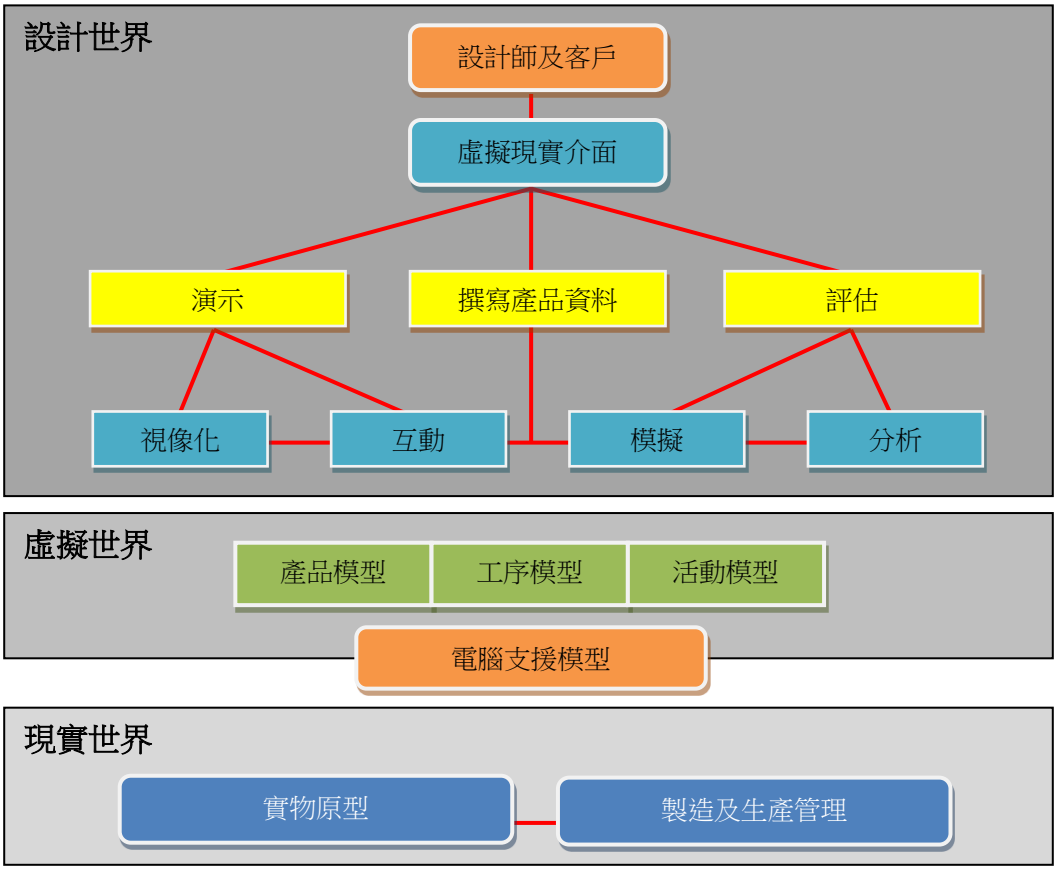


圖 3.05 產品開發過程

虛擬原型製作可以讓設計師：

- 製作逼真的電腦立體模型，作為操作及分析實物的複製品
- 將模塑、模擬、目標產品及生產等元素結合在虛擬世界中，並與設計世界互動
- 虛擬設計需要由產品定義、設計工程和製造等三方面構建而成

虛擬原型製作輔助設計的原則：



3.1.7 虛擬和實體原型的比較

虛擬和實體原型各有優點、缺點和要求，用下表各示：

項目	虛擬原型	實體原型
設備要求	高效能電腦及顯示設備	手工具及輕型機械
技術要求	設計軟件技術	材料加工技術
製作成本	材料成本低 建立成本高 修改成本低	材料成本高 建立成本高 修改成本高
展示效果	變化較多 容易透過動畫及多媒體演示	以靜態演示為主 能透過實際運作來演示
發放	容易發放(可用電子方式)	運送費用較高及困難
貯存	容易在電子設備內大量貯存	需要大量空間貯存及維護

選擇採用哪一種原型製作方法前，應先考慮現有條件能否附合要求，然後再考慮優缺點。

3.1.8 虛擬原型製作技術

(a) 模塑

- 模塑(Modelling)是指塑造設計產品的模型。
- 模塑通常是用於評估產品在各種情況下的性能，虛擬原型可減少出錯。
- 在短時間內展示出產品的未來表現
- 可迅速檢測出影響產品質量的任何變化

(b) 模擬

- 模擬(Simulation)是指將流程或工序重現，以觀察預期的結果。
- 模擬有利於測試製作過程，結果可以協助以最有效的方法設計產品。
- 模塑與模擬提供有用的數據來改善運作，並可以測試其他替代運作方案。
- 模擬可以善產品開發過程，找出問題根源
- 在實際投產前，測試生產控制及產品流程
- 有助規劃生產線和生產活動的安排。
- 研究各種方案和變數，以找出最佳方案。

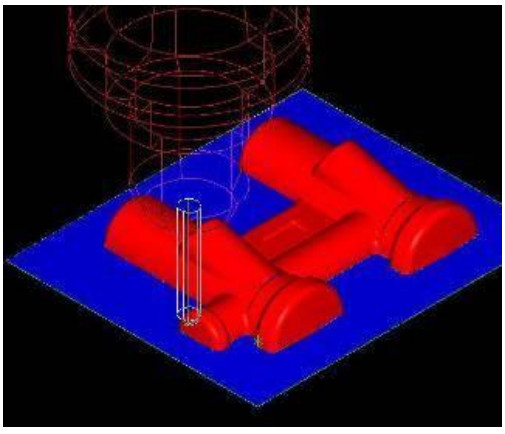


圖 3.06 在電腦上模擬生產運作過程

(c) 運動學分析

- 「運動學分析」是利用虛擬原型來考慮施力及機械動作的表現。
- 設計軟件能夠製作出機械裝置，結構複雜的立體模型和動畫圖象等。

應用運動學分析有以下優點：

1. 設計表現視像化，並可計算速率、加速度和負載
2. 能揭示潛在問題，例如:振動和危險的變形
3. 能旋轉立體模型以測試零件是否適合
4. 檢測含有重複動作的部分，如齒輪及連結
5. 模擬車禍在現實中瞬間所發生於的事件
6. 模擬尚未能實際進行的測試，如：安裝義肢、人造器官、深海鑽油和衛星等

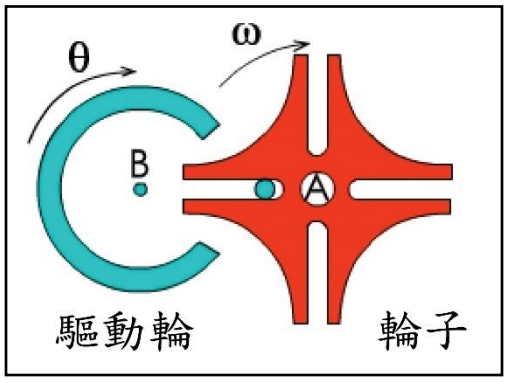


圖 3.07 運動學分析圖

(d) 產品實踐和修訂

虛擬模塑有兩大好處，即

(i) 製作真實物件的代替品

(ii) 為問題疏理出可行解決方案

傳統的手繪圖及手工生產方法會耗費許多時間與資源。

使用電腦輔助設計和製造軟件可快速地製作出非常精緻的立體模型，亦方便修訂。

虛擬模塑技術的有以下的主要發展模式：

- **參數式模塑技術**

  用家輸入參數來控制立體參數式模型的形狀及大小等屬性

- **約束為本模塑技術**

  用家輸入設計元素的約束條件來製作模型，如「A 和 B 孔洞的直徑相同」。

- **功能為本模塑技術**

  用家透過指定功能以創建立體模型，如凸鼓、倒角、內圓填角，孔洞和小塊

3.2 電腦模塑技術的準則

3.2.1 圖形系統的基本知識

電腦圖象可分為「光柵圖」和「向量圖」兩類。

1. 光柵圖象是一點一點堆砌而成的圖樣，通常稱為「點陣圖象」。

「光柵圖象處理程式」可建立和編輯光柵圖象，如：「Adobe Photoshop」及「Corel Painter」。

2. 向量圖象包括以數學公式表示的線、正方形，矩形、圓圈等。

「向量圖象處理程式」可建立和編輯向量圖象，如「AutoCAD」、「CorelDraw」及「Adobe Illustrator」等。

下圖顯示將向量圖象及光柵圖象放大之後的效果，左邊的標籤為一向量圖象。

- 右上角的圓圈所顯示的圖，是經繪圖程式放大的向量圖象。
- 而右下角的圓圈所顯示的圖象，則為畫圖程式放大的點陣圖象。

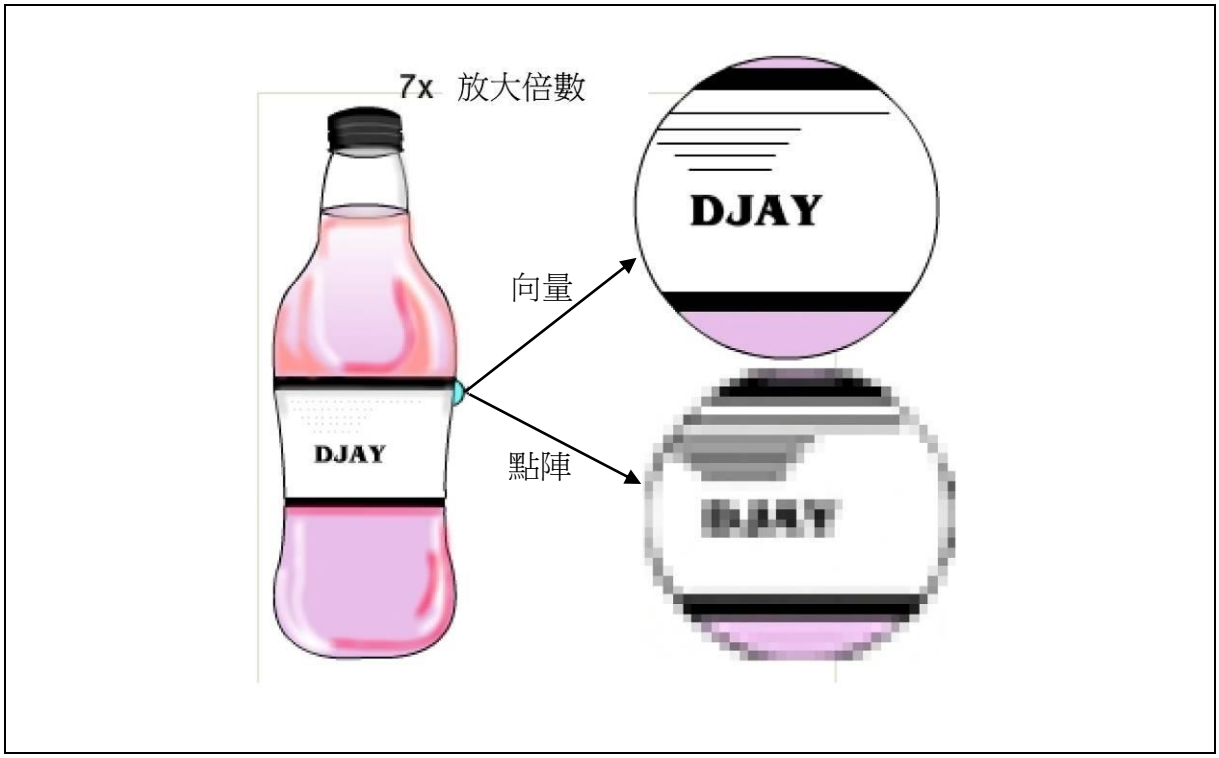


圖 3.08 向量圖象及光柵圖象放大之後的效果

電腦顯示屏、列印機、光學掃描器和傳真機等設備是常用的光柵裝置。

- 顯示屏以點陣或「圖元」來顯示圖象，需要先把圖象轉化為點陣模式，即「光柵化」。
- 列印向量圖象前，亦必須把圖象光柵化，轉成油墨點模式。
- 光學掃描器和傳真機亦會把文本及圖象檔光柵化為點陣圖象，方能進行處理。

(a) 光柵圖象

- 光柵圖象由許多小點(圖元)組成，就好像由小方塊砌成的「馬賽克」藝術品。
- 光柵圖象一般以每一吋(英制)的點數作為計量單位。
- 每一吋點數越多，解象度便越高，圖象質素則越佳，例如，在網上的圖象可以是每一吋 72 點數，但高解象度的圖象要求每一吋 300 點數或更高。

光柵圖象的解象度

圖 3.09 點陣圖象

- 列印機和掃描器的解象度亦以為每一吋的點數來量度，輸出質素則取決於圖象的原來解象度。
- 因此，以每一吋 300 點數及每一吋 600 點數的鐳射列印機列印一幅每一吋 300 點數的光柵圖象，效果並無分別。
- 放大光柵圖是將每一個圖元變大，鋸齒邊緣越見明顯。
- 圖象的原來解象度、列印設備的效能以及放大倍數等因素均會影響光柵圖象的列印質量。
- 一些設備會利用圖象來製作實物產品，例如：鐳射切割機、快速原型製作、數控機床等，解象度會影響產品的質素。

光柵圖象的檔格式

圖畫或文字被光學掃描後都會變成光柵圖象。

以下列舉一些常見的光柵圖象檔格式：

(i) BMP (視窗點陣圖)
(ii) GIF (圖形互換檔格式)
(iii) JPEG (聯合圖象專家小組規範)
(iv) PNG (便攜式網絡圖象格式)
(v) PSD (Adobe Photoshop)
(vi) TIFF (標誌圖形檔案格式)

(b) 向量圖象

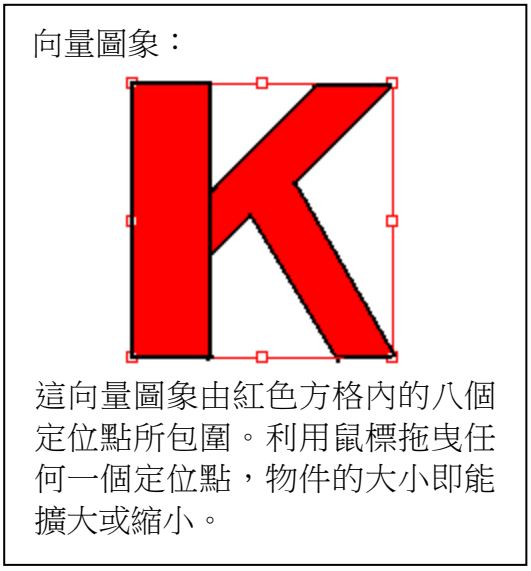


圖 3.10 點陣圖象

- 向量圖象是以基於數學方程的幾何圖元(點、直線、曲線或者多邊形等)來表示圖象。
- 以圓形為例，向量圖只需要儲存圓心位置、半徑、線條粗幼和顏色等資料，檔案一般較小。
- 向量圖象以繪畫物件為主，所以是物件導向的。相反，光柵圖象則是圖元導向。
- 一般而言，動畫會以向量圖製作，但要先光柵化才可以被屏幕顯示或點陣列印。

向量圖象的解象度

- 列印機或掃描器的解象度對向量圖象沒有限制。
- 放大或縮小向量圖時，電腦只要重新運算數學方程，便可以畫出圖象，質素不會因此而下降。

向量圖象的檔格式

以下列舉一些常見的向量圖檔格式：

(i) AI (Adobe Illustrator)
(ii) CDR (CorelDraw)
(iii) DWG (AutoCAD)
(iv) EPS 包封附言格式 (Encapsulated PostScript)
(v) SVG 可縮放向量圖象 (Scalable Vector Graphics)
(vi) WMF (Windows Metafile)

3.2.2 檔案格式轉換

- 向量圖象以數學程式來描述，而光柵圖則以圖元來表示，兩者大不相同。
- 一些電腦軟件(例如: PostScript)可以把向量圖象轉為光柵圖象，效果良好。
- 把光柵圖象轉為向量圖象的電腦軟件尚未完善，有待改良。
- 一些向量圖象也可以同時儲存包含光柵圖的資料，令光柵圖象可以嵌入向量圖象內。
- 相反，光柵圖象則不能儲存向量圖的資料，嵌入前必須先把向量圖象轉成光柵圖象。

3.2.3 電腦輔助設計立體模塑

電腦輔助設計立立體模塑是利用電腦來處理和顯示立體模型的圖象。

立體模塑有以下的優點：

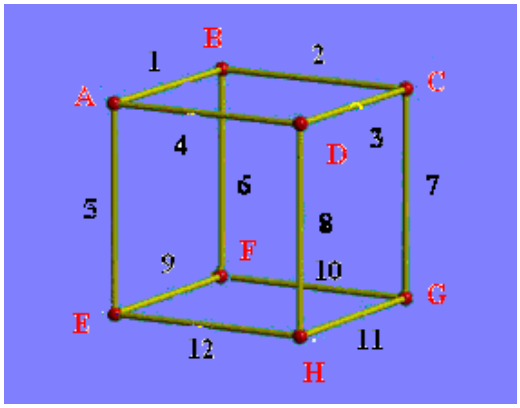
1. 更容易處理大量複雜的繪圖(如喉管安裝)，提高設計和製造的效率
2. 能自動分析物理屬性(如重量)，並可以解決物體互相協調和貫穿等問題
3. 可模擬進行刀具運作及機器人操作結果
4. 處理在產品開發期間所有主要數據及資料，提高設計效率

以下是電腦輔助設計系統中常用的三種立體模塑類型：

- 線框模塑
- 表面模塑
- 實物模塑

(a) 線框模塑

- 線框模型由頂點表和邊緣表組成，被視為最原始的立體物件模型。
- 頂點表記載每個頂點與相應坐標，而邊緣表則記載每條邊緣所連接的頂點。
- 以下立方體由 8 個頂點(紅色字母)及 12 條邊緣(黑色數字)組成。



線框模塑的優點

- 容易操作，毋須多加訓練，使用者亦可輕易構建
- 相對於表面及實物模塑，它需要較少的繪圖時間和儲存記憶體
- 可以容易地由線條模型變成一個表面模型

線框模塑的缺點

- 它的方向和投影平面較含糊，容易令使用者感到困惑。
- 隨著物件複雜性較高，繪圖效能便會降低
- 它需要同時運用拓撲與幾何數據，而實物模塑則只需利用幾何數據
- 它並不可以用來計算該物件之體積、質量屬性等數據。

(b) 表面模塑

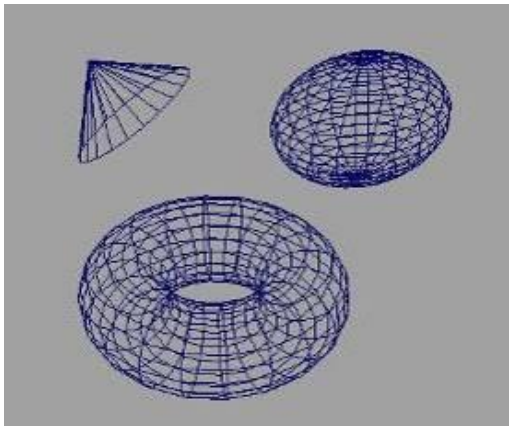
表面模塑建基於點、線條及表面上，較線框模型更高層次及更靈活。

以下是表面模塑較線框模塑優勝之處：

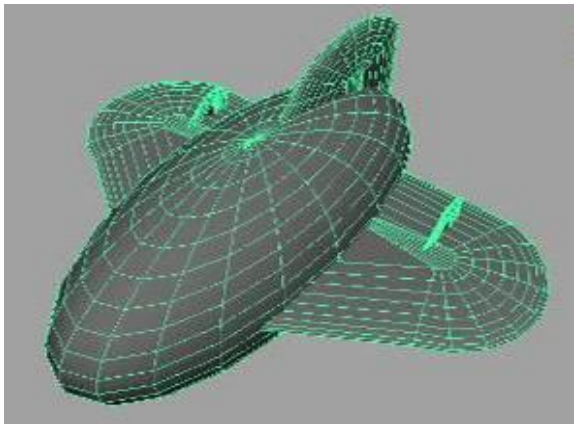
- 它可以識別並顯示複雜的曲線輪廓
- 透過其面部識別能力，它可以創建立體陰影面
- 它可以識別面部特徵，如小孔
- 它可為多軸機器操作和複雜的形狀顯示優質的立體工具軌跡模擬

表面模型較適合用於設計及顯示複雜曲面，例如汽車車身。

表面模塑的例子



表面分析



自由形態，曲面，或雕塑曲面

圖 3.11 表面模塑的例子

(c) 實物模塑

實物模塑建基於實物模型的體積容積和形狀，描述全面及明確。

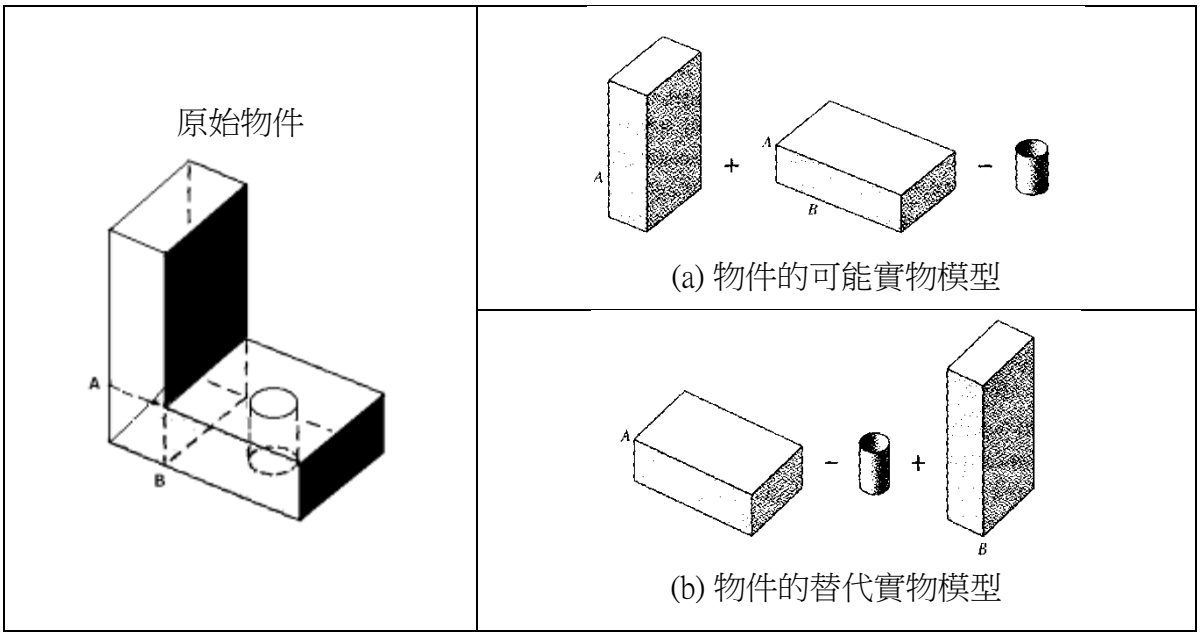
實物模塑的優點有：

- 可以區分物件的外部及內部，充分顯示物件的容積和形狀
- 可以看到物件內部，有助檢測零件間不必要的干擾
- 沒有包含隱線
- 即使是複雜的組件，它亦可清楚顯示立體的剖面
- 可以協助分析及顯示質量屬性，並構建限定元件
- 可以操控光暗和色彩效果，大大提高形狀、零件及剖面的視覺效果
- 可以模擬機械動作、工具移動軌跡及機械手臂的運動

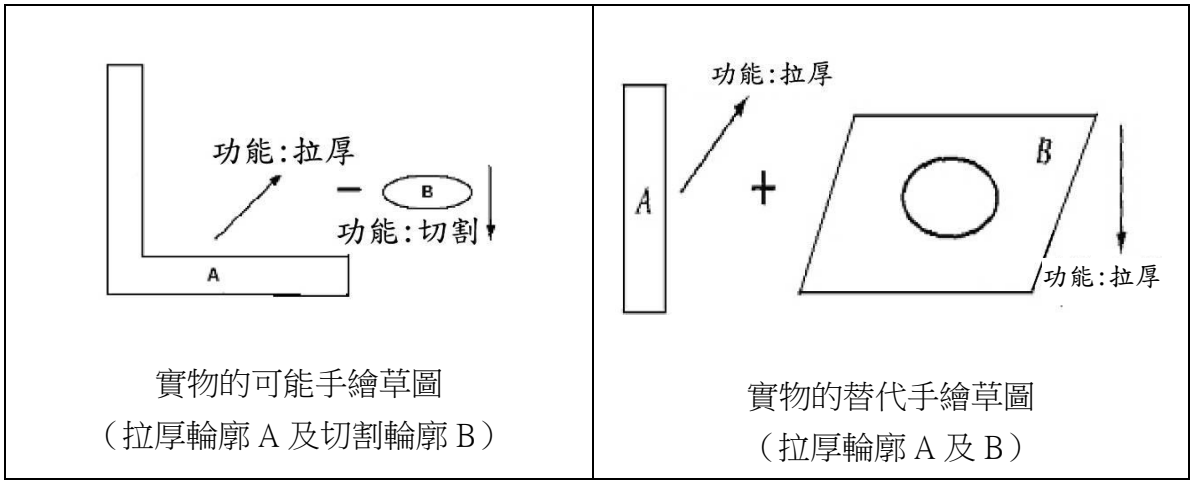
3.2.4 圖元及功能法

「圖元法」及「功能法」是兩種處理實物模塑的方法。

- 圖元法利用預先設定的簡單形狀— 即「圖元」來建構複雜的實物模型
- 圖元可以是方塊、圓錐體、圓柱體，球形、楔形或環面（圈）等
- 通過匯聚圖元便可以建立實物模塑。



- 功能法利用不同功能(例如拉厚、切割等)來建構實物模型，較圖元法靈活。



3.2.5 構造實體幾何法

- 構造實體幾何法是建立、修改和檢查電腦立體實物模型的常用方法。
- 標準的構造實體幾何圖元包含方塊、立方體、三角棱柱、球形、圓柱、圓錐及環面。
- 利用基本圖元加上布爾運算符，便可以建立構造實體幾何模型。
- 若以樹木為比喻，構造實體幾何法猶如樹幹，圖元是葉片，而布爾運算符則是節點。

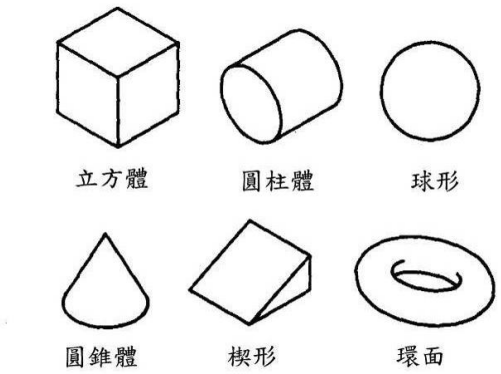
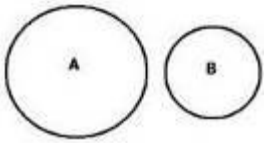
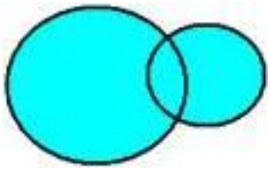
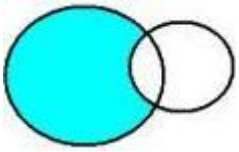
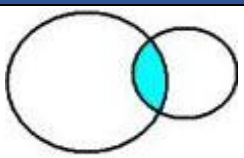


圖 3.12 由實物模塑系統提供的圖元

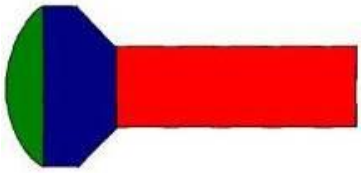
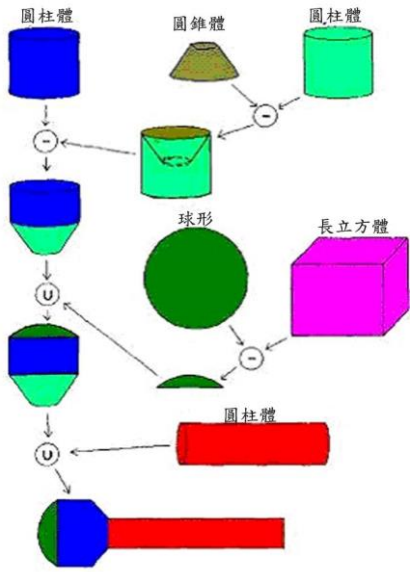
布爾運算

布爾運算利用集理論來界定圖元間的連接關係，分別有聯合、差集及交集。
下表顯示實物模塑每個布爾運算符的概略及例子。

集理論	聯合 (U)	差集 (–)	交集 (∩)
			

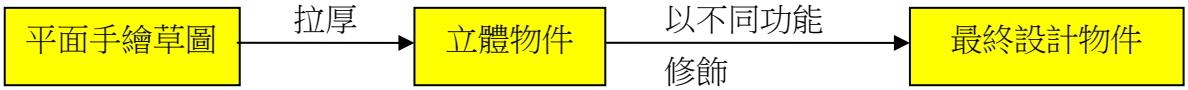
- 聯合 (U) 是結合 A 和 B 兩個主體的面積，即 A U B 的陰影面積變成單一的物件。
- 差集 (–) 是 A 和 B 兩個主體重疊下剩餘的面積，以 A – B 符號來表示。
- 交集 (∩) 是 A 和 B 兩個主體重疊的面積，由 A ∩ B（或 B ∩ A）符號來表示。

以下是利用構造實體幾何法構建實物模型的例子，並以樹狀圖的方式展示。

實物模型	在實物模型構造實體幾何
	

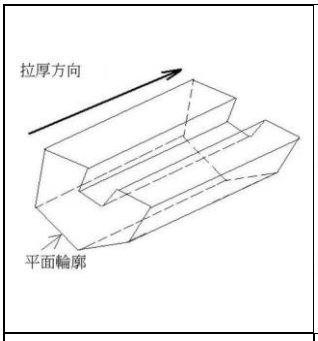
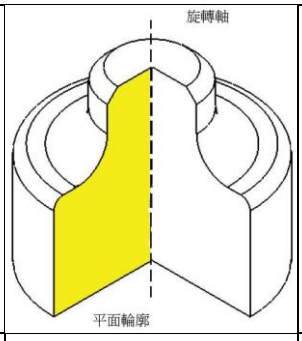
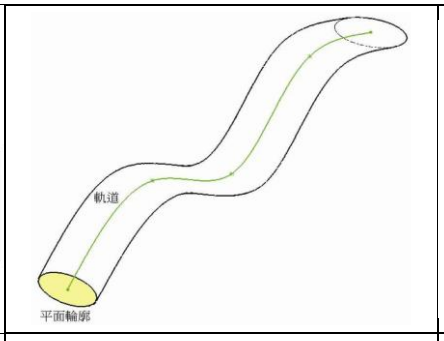
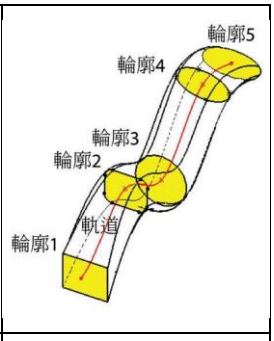
3.2.6 功能為本建模法

在概念上，以平面手繪草圖為始，製作一個立體設計的過程如下：

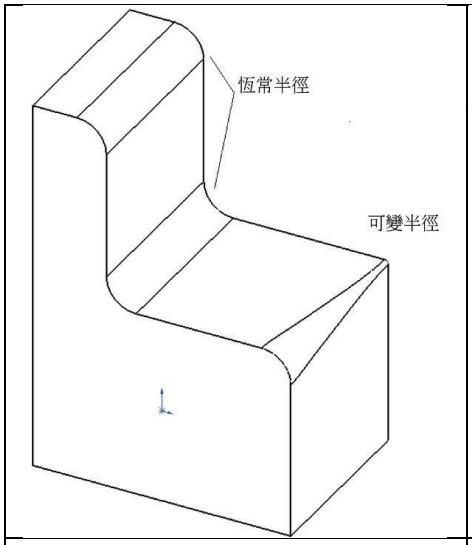
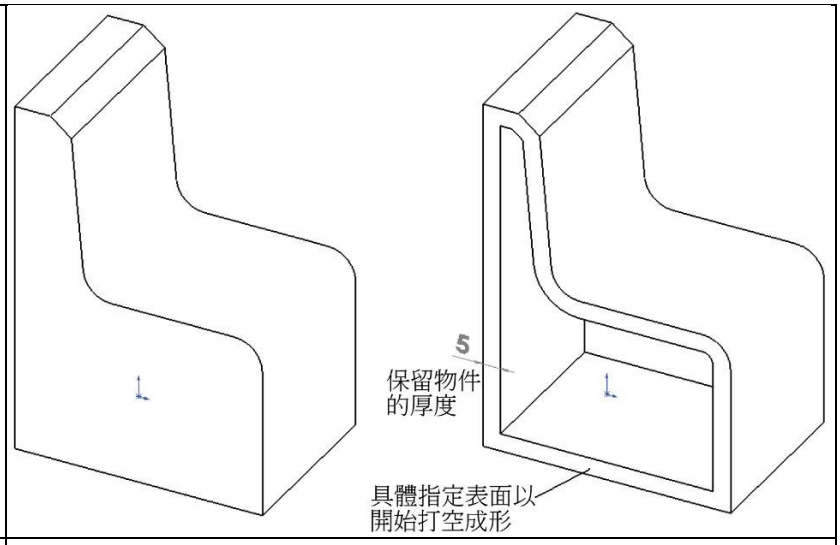


功能為本建模，讓設計師能以組成實物的形狀元素創製立體模型，設計師只需界定有關功能的訊息，「功能」是指個別形狀，如前所述，一些功能是由平面輪廓所製作，而其他如孔洞，內圓填角和倒角，則是修改現存立體物件而成。

- 由平面輪廓創建立體模型: 拉厚(線性掃描) 、旋轉(旋轉掃描) 、掃掠(非線性掃描) 、延伸

			
拉厚(線性掃描)	**旋轉(旋轉掃描)**	**掃掠(非線性掃描)**	**延伸**

- 修改現存立體物件: 空殼功能, 圓角/內圓填角功能, 倒角功能, 拔模功能, 孔洞功能, 陣列功能, 鏡像功能等。

	
圓角 / 內圓填角功能	**空殼功能**

3.2.7 立體模塑的優點

與平面模型相比，立體模塑擁有以下優點：

- 讓用家從任何角度觀看模型
- 製造可靠的標準和輔助平面
- 去除隱線，擁有逼真的陰影
- 檢查干擾
- 促進涉及限定元素的工程分析
- 提取作進一步處理製造數據
- 輸出數據用來製作動畫

3.2.8 實物模塑的約束條件

實物模塑的約束條件是指各組成圖元的指定關係(例如兩圖元必須平行)。

電腦輔助設計軟件大都支援幾何約束，以下是一些基本的命令：

● 同步 ● 同一直線 ● 交叉

● 並行 ● 垂直 ●切線

設定約束條件後，任何一個實體的改變都會影響其他相關實體。

一些電腦模擬軟件會自動訂定約束條件，但大多可由用家自行訂定或刪改。

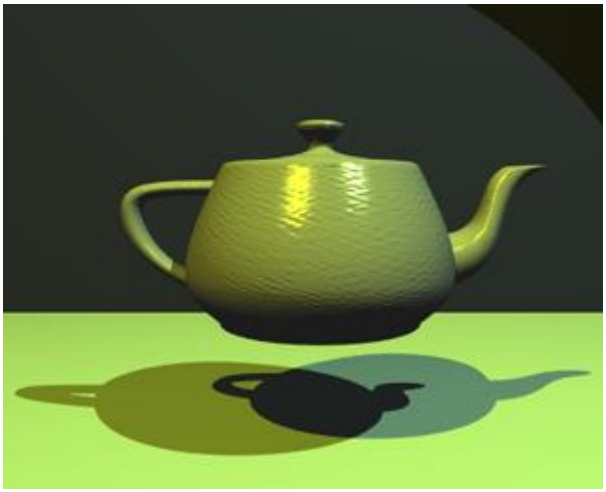


圖 3.13 立體模塑的例子

3.3 電腦輔助設計軟件

電腦輔助設計系統使用特殊的軟件和設備(例如圖形顯示螢幕)來協助設計工作。

使用電腦輔助設計系統可以讓設計師：

1. 探索概念性的計劃
2. 以較短的時間，創立更多不同的設計品作選擇
3. 更迅速完成設計
4. 使用共同的數據庫，節省交換設計數據的時間和減少出錯
5. 利用圖象處理功能來描繪立模型，以傳達設計意念及最終計劃
6. 將定稿設計的模型數據用於生產最終設計繪圖等

在以下分節，將會討論各種電腦輔助設計系統的不同應用，讓設計師作選擇。

3.3.1 圖象設計

圖象設計結合文字和圖象，例如：標誌、圖形、小冊子、通訊、海報和標誌等。

設計圖象時會應用各種設計原理(例如調整、平衡、對比等)和設計元素(例如線條、形狀、質感和顏色等)來增加吸引力和傳達訊息。

質感可以提供一個設計的視覺或表面特性。以下是四種視覺質感的例子：

(a) 在相片內的物件

質感：蠟筆有頗為平滑的表面，而水泥則是粗糙的	質感：兩個玻璃瓶和隔熱墊布料是平滑的	質感：用舊了的錘及草

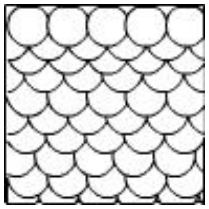
(b) 由相片編輯軟件所創建的圖象(以下是模擬出實際或經想像的質感)

質感：模擬窗簾或光滑布料的褶位	質感：模擬一個粗糙及岩石般的表面	質感：隨機的柔和圓圈創造一種虛構的質感

(c) 從掃描或數碼相片的實際質感數碼圖象

質感：草蓆	質感：由舊輪胎製成的門墊	質感：這是樹皮

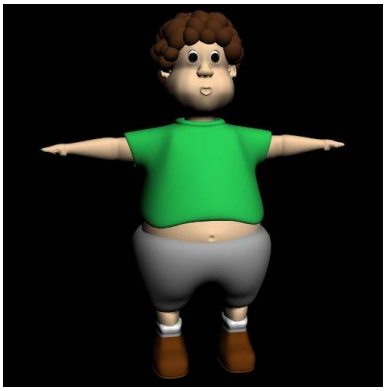
(d) 以線條或形狀創建質感符號(這些圖案顯示各種質感。)

		
質感：波浪線條，象徵水、浪或旋轉的的地形	質感：重疊的圈子看起來像魚鱗	質感：網格線條模擬格子或亞麻布、窗紗或其他材質

3.3.2 多媒體製作

- 電腦輔助設計系統可用於製作多媒體，以製作平面或立體漫畫模型、動畫及電腦遊戲。
- 以下的圖片顯示了人體的立體模型，它是由一個三角形或多角形網格所製成。
- 如果三角形的尺寸大於身體的曲率，輪廓上的彎角顯得太鮮明，看起來並不真實(圖 A)。

(A) 立體模型的粗糙網格



(B) 立體模型的細緻網格

(C) 描繪後的人的造型

如果大大縮減三角形的大小(圖 B)，模型會變得更加順暢及看起來更像真實的人體。

仔細描繪這個立體模型後，它看起來更像一個真實的人體(圖 C)。

一般來說，用以製作模型的三角形越小，模型與真實物件的形狀越接近。

不過，三角形越小，製作模型便需要更多數據和計算時間。

3.3.3 室內和建築設計

室內和建築設計的繪圖一般使用透視、色調、陰影和反射鏡象等手法來傳達視覺效果。

建築師通常需要為不同場所(如樓層平面、屋頂)和物件(如傢具)製作多視繪圖。

利用立體模塑軟件更可製作有如相片般迫真的圖象和虛擬演練。

圖 3.14 在建築設計上採用電腦輔助設計軟件

圖 3.15 在室內設計採用電腦輔助設計軟件

3.3.4 工程繪圖

- 工程師可以用電腦輔助設計系統來設計各種產品，大如船舶，小如螺栓或螺母等。
- 在敲定最後設計前，工程師可以電腦模擬設計的不同可能性，例如，曲柄移動的動作。

此外，電腦輔助設計系統還可以：

1. 製作動畫來顯示序列，例如，裝配和拆卸
2. 將複雜的組件分拆為較小及較簡單的設計
3. 參考零件/組件來創製其他替代的立體設計
4. 編製立體檢測計劃
5. 有效地傳送資料，促進設計團隊的溝通
6. 製作虛擬立體模型來補充平面繪圖的不足

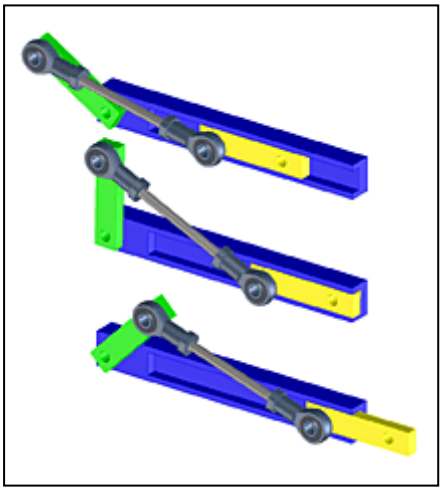


圖 3.16 立體電腦輔助設計系統中順序移動的動作

3.3.5 產品設計

產品設計師常使用電腦輔助設計系統，因為：

1. 能方便地構思和傳達設計意念
2. 能迅速和靈活地處理產品設計程式
3. 能有效率地創建及管理設計的數據或模型
4. 能有效率地管理現有產品的設計數據
5. 能加強設計團隊之間的溝通
6. 能促進公司內設計項目的管理
7. 能在生產前先用電腦模擬產品的不同面貌

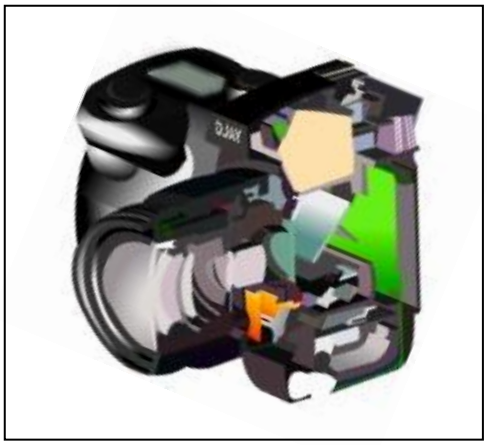


圖 3.17 產品的不同面可在電腦螢幕上視像化

3.4 電腦輔助設計對設計流程的影響

3.4.1 設計效率

使用電腦輔助設計系統，可以更快捷和準確地創造、開發、傳達、記錄及傳遞產品設計的資料，因此能提升整個設計流程的效率。

圖 3.18 由電腦輔助設計所創造的富真實感產品圖象

3.4.2 產品圖象的質素

使用電腦輔助設計系統，設計師能更全面地操控圖象質素，因為他們能：

- 選擇質感，如木材或金屬模式
- 選擇材料，如反射或不反射材料
- 模擬操控燈光發射條件及攝影機鏡頭

設計師能便捷地創造更多具真實感的產品圖象，並視像化地展示最後設計。

3.4.3 虛擬產品 *(參考課題 3.1.1)*

- 一些電腦輔助設計系統可讓用家在虛擬環境中從不同角度或距離觀察產品及其運作。
- 這種功能可更清晰地展示設計、機械裝置及結構。

圖 3.19 虛擬產品的示範

3.4.4 自動更新和重繪

- 一些電腦輔助設計軟件更支援自動更新和重繪功能。
- 當修改了產品的某些部分時，其他相關部分便會自動更新或重繪，這能提升準確性和效率。

3.4.5 快速原型製作 *(參考課題 3.1.5)*

- 快速原型製作是結合電腦模塑技術和電腦輔助設計系統的實物模塑方法。
- 當立體數碼模型匯入快速原型製作系統，實物模型隨即產生。

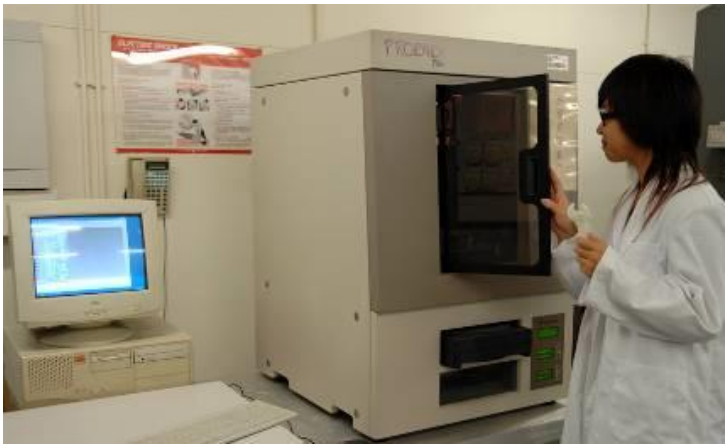


圖 3.20 快速原型製作機

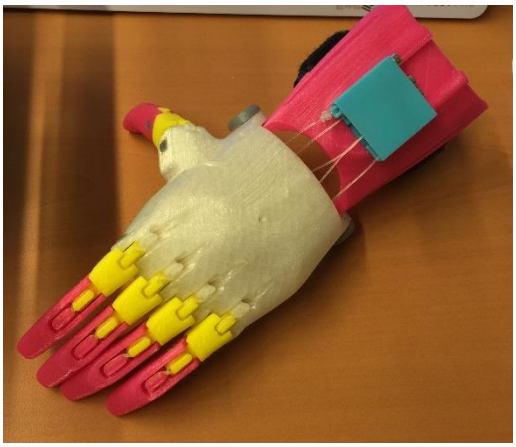


圖 3.21 機械手的立體模型

- 如已經製作實物模型或快速原型，可以用「鐳射選擇性固化法」來製作虛擬原型。
- 與實物原型相比，虛擬原型的優勝之處在於能節省製作時間和成本。

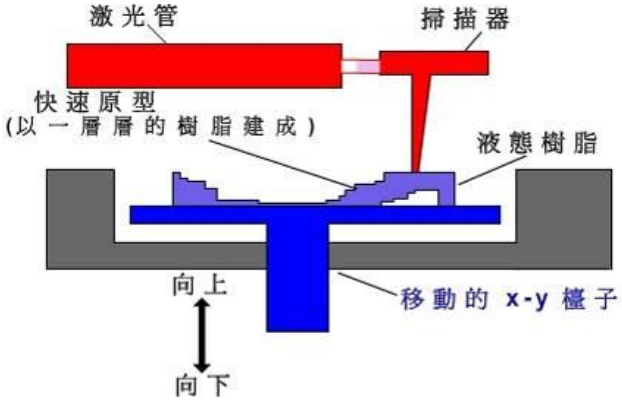


圖 3.22 鐳射選擇性固化法技術 (STL)

科技新知 - 3D 立體電影和電視

第四章 應用

4.1 電腦輔助設計及視像化

電腦輔助設計廣泛應用在不同的行業中，例如建築、工程、教育、醫療和視像遊戲等。

4.1.1 電腦輔助設計以保護文物

測量人員可應用立體掃描技術來將歷史建築物和文物(例如舊天星碼頭)、護土牆與斜坡等掃描並製成立體模型，以作日後文物保護和維修保養之用。

圖 4.01 測量人員正在掃描建築物

圖 4.02 立體掃描人像

4.1.2 立體掃描人像和物件

- 立體掃描器(3D scanner)又稱為三維掃描儀，它可以偵測現實世界中物體的幾何形狀與表面特徵信所(如顏色、反照率等)，然後建立物體的虛擬立體模型。
- 建立物體的虛擬立體模型後，便可以方便地處理和修改，然後再重新塑做。
- 例子：掃描人物的面孔和頭部，然後製成小型的塑膠或金屬頭像。

4.1.3 模擬物流系統

- 生產線的物流系統設計是工廠的成敗關鍵，必須考慮周全。
- 傳統上，物流系統的成敗往往要依賴工程師的個人經驗。
- 現今，可以利用物流模擬軟件和立體動畫來預先檢測系統的操作情況，以防患未然。
- 此外，當工廠要更新設備和基礎設施時，可以先透過模擬軟件來評估可行性。

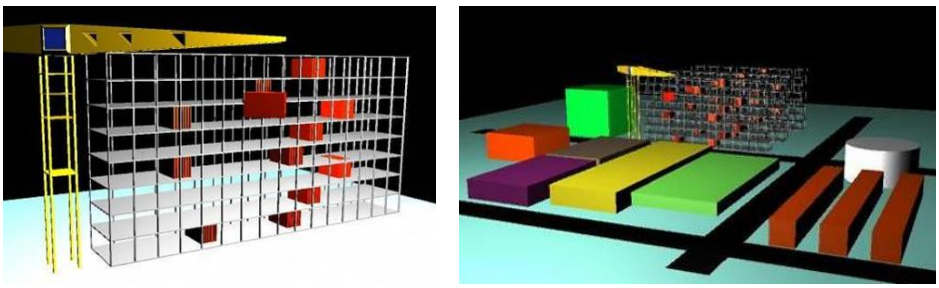


圖 4.03 模擬工廠的物流情況

4.1.4 質量屬性分析

電腦輔助設計系統可以按產品設計而快捷地計算其質量、體積和面積等屬性。

假設瓶子由一種每立方厘米 0.92 克的物料製成。

瓶子的體積為 4.38 立方厘米（相等於毫升）。

因此，瓶子的質量為 4.38 x 0.92 = 4.03 克。

此外，系統亦可以計算表面面積等資料。

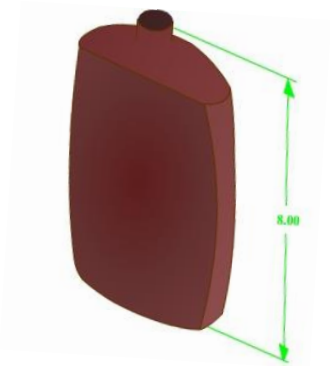


圖 4.04 電腦輔助設計計算體積和面積

4.1.5 虛擬實境

- 虛擬實境讓用家能在電腦模擬的立體環境下，與物件互動。
- 用家可以利用鍵盤、滑鼠、特製手套、頭盔顯示器或操縱桿等設備來在虛擬實境中互動。
- 虛擬實境可應用於培訓，例子 : 虛擬手術(訓練外科醫生)、虛擬機器(訓練操作員)等。

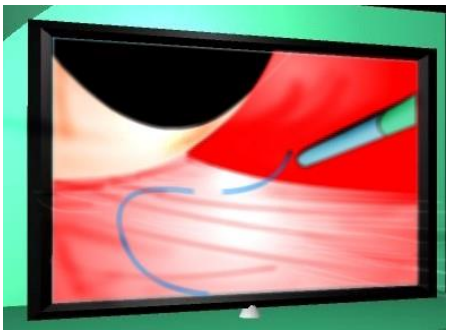


圖 4.05 虛擬手術

圖 4.06 虛擬飛機駕駛器訓練機師

利用虛擬實境作訓練有以下的優點：

(a) 學員可在受監控及安全環境下發展技能
(b) 訓練安排不會受天氣或真實設備限制
(c) 學員所需的真實訓練時間會較少
(d) 運作成本和風險較真實訓練為低

4.1.6 虛擬實境遊戲

- 電腦輔助設計還可以製作虛擬實境遊戲，令玩家在顯像屏上可以看到虛擬環境和角色。
- 玩家可以透過手動控制器或體感控制器來操控虛擬角色，好像置身在遊戲世界中。
- 虛擬實境遊戲還可以配合聲效和立體眼鏡，令遊戲更為迫真。

圖 4.07 虛擬實境遊戲手動控制器

4.1.7 教學用途

大多數電腦輔助設計軟件都可以在螢幕上顯示立體的立方體及三角錐等幾何圖形，讓學生使用此等應用程式輕鬆地瞭解幾何概念和理論。

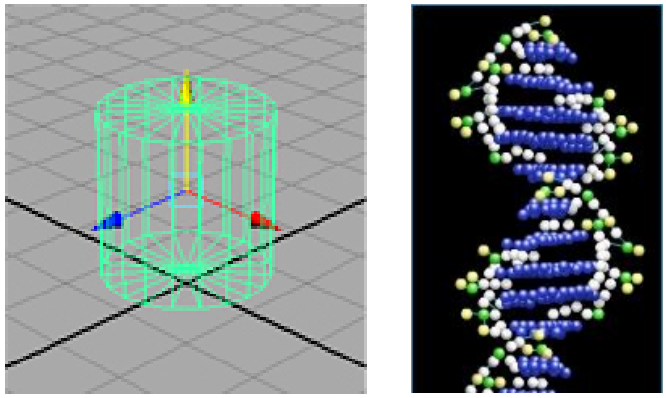


圖 4.08 使用電腦輔助設計把基因組織視像化

電腦輔助設計可以用來協助教授科學學科，例如：

(a) 模擬化學反應

(b) 把生物概念視像化，如基因組織

(c) 把地理形狀的特別景觀視像化，如懸崖和峽穀

(d) 解釋空間概念

4.1.8 結構分析

- 「結構分析」測量負荷對結構的影響(應力、應變等)，並指出會在什麼情況下受到破壞。
- 「應力」是力在物體內的分佈情況。
- 「應力強度」是指每單位面積所承受的力。
- 「應變」是受力時每單位長度的變形程度。
- 「拉伸測試」可找出受力時的應力和應變關係，並用「應力-應變曲線」來展示。
- 曲線的形態會因應不同材料而變化。

典型的鋼材的應力-應變曲線包括以下部分：

(1) 極限強度

(2) 抗屈強度

(3) 破裂點

(4) 應變硬化區

(5) 頸縮區

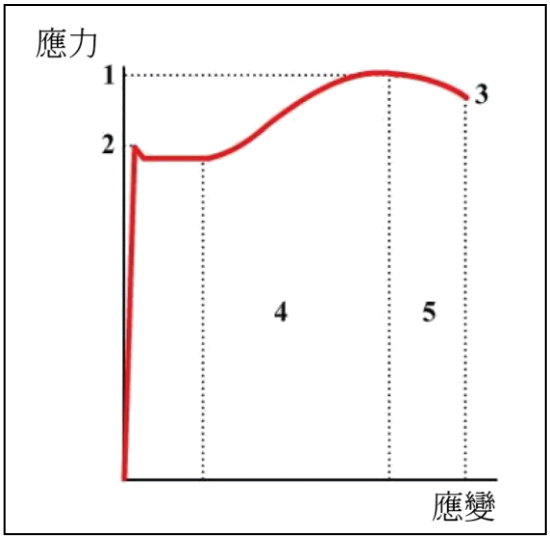


圖 4.09 典型的應力應變曲線

- 「衝擊測試」量度物料可以承受的最大衝擊，以了解物料是堅韌還是易碎的。
- 「伊佐德」(CHARPY)法和「夏比」(IZOD)法為較常用的兩種衝擊測試法。

圖 4.10 衝擊測試機

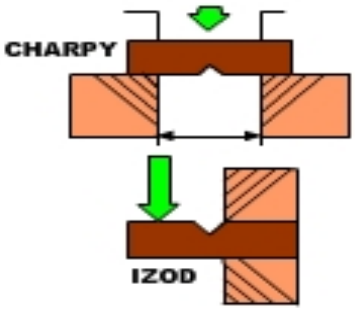


圖 4.11 衝擊測試樣本

- 衝擊測試機(左上圖) 進行測試時會釋放位於特定高度的懸臂，讓它擊打樣本。
- 在兩種測試法中，樣本下方都預設 V 形缺口，以確保樣本在該處斷裂。
- 樣本斷裂後，所需要的最少能量(如 ft lbs 或 KJ)和斷裂面積會用來計算結果。

4.2 個案研究

- 主題名稱：夢想家居
- 設計情境：香港居住環境

4.2.1 引言

- 到底屋內設計應該以什麼為設計中心？
- 實用／美觀、儲物／空間、先進／環保、簡樸／華麗、時尚／復古、自然／特色？
- 在建造過程中，我們會考慮到其他社會及環境等因素如「資源運用」、「環境保護」、「工程管理」、「社區文化」、「建築條例」、「個人消費」、「人際社交」等跨領域議題。
- 從個案中我們可以了解到室內設計要求的不單是裝修，讓人可以居住；實際是要滿足住客的需求，突顯屋主的個性和品味。
- 運用空間、天然光線、傢俬、擺設、燈光等元素，再配合適當的色調和物料，就能夠創作出不同的設計特色和效果。

圖 4.12 家居設計例子

4.2.2 家居設計考慮因素

- 家居設計目的當然是希望令家居變得更舒適，但各人的需求和各個室內空間大小和隔間都不同，因此設計時必須要考慮以下八大因素：

家庭成員的需求	室內間隔大小	單位座向及窗戶數目
電掣位置及數目	**舒適的理想家居**	傢俬及電器擺設
設計風格	限制	安全

4.2.3 特色家居設計

- 家居設計除了考慮實際需要外，當然希望能夠一所獨一無二，又能展示屋主個人品味的家居設計。所以必須事先考慮設計主題，如以下例子：

1. 簡樸實用
2. 簡約時尚
3. 高貴典雅
4. 環保家居
5. 智能家居
6. 現代主義
7. 地方特色
8. 復古設計
9. 主題設計
10. 通用設計

4.2.4 設計概要及製作考慮因素

- 設計和製造一個屬於自己或家人的理想／夢想家居模型。
- 在改變現有家居或找到合適的住宅後，便需要先了解單位的設計限制和家庭成員的需求。因應各人的需求和單位大小及隔間不同，設計時必須要考慮以下八大因素：

1. 家庭成員的需求：每個人對生活的要求都有不同，所以必須要了解他們的需
2. 室內間隔大小：室內間隔數目和比例會直接影響整個室內設計方案
3. 單位座向及窗戶數目：理想的住宅希望能夠引入更多的天然光和有清新的空氣
4. 電掣位置及數目：電掣的位置應該設置在電器擺放周圍的位置，以免電線外露
5. 傢俬及電器擺設：正確的傢俬及電器擺放位置能夠有效善用空間
6. 設計風格：不同的設計風格能夠展示戶主的品味和性格
7. 限制：室內的主力牆、樓底高度、單位座向、窗戶數目、大門位置、窗台數目及大小都是不能改變的，在設計時需要特別考慮
8. 安全：屋宇的建築結構和防火安全是必須要考慮的因素

4.2.5 製作模型的材料及工具

- 代表性的 CAD 軟體、CG 軟體：
  - CAD：AutoCad, JwCAD (Freeware), ArchiCAD
  - CG：SketchUp (Freeware), Interior Designer Neo, 3DS Max
- 咭紙、發泡膠、木材、亞加叻膠板等
- 表面處理：噴漆、廣告彩、有色紙
- 接合方法：膠紙、白膠漿、萬能膠、熱溶膠槍、鋼釘、螺絲，及以下所有手工具和機器：
- 切削工具：鐳射切割機、線鋸、線鋸床、運鋸、銼、砂磨機、鑽床
- 手提工具：電鑽、電動螺絲批、線鋸機

4.2.6 不同技術顯像內容

- 單位平面圖（原本設計連尺寸）
- 單位平面圖（經設計後連尺寸）
- 室內傢俬及大型電器佈置平面圖
- 變換傢具擺設平面圖（展示不同設計意念）
- 室內電位平面圖
- 室內透視圖（不同角落）
- 俯視圖（整個單位或某個角落）
- 剖面立圖模型（電腦模擬或比例模型）

4.2.7 設計概要

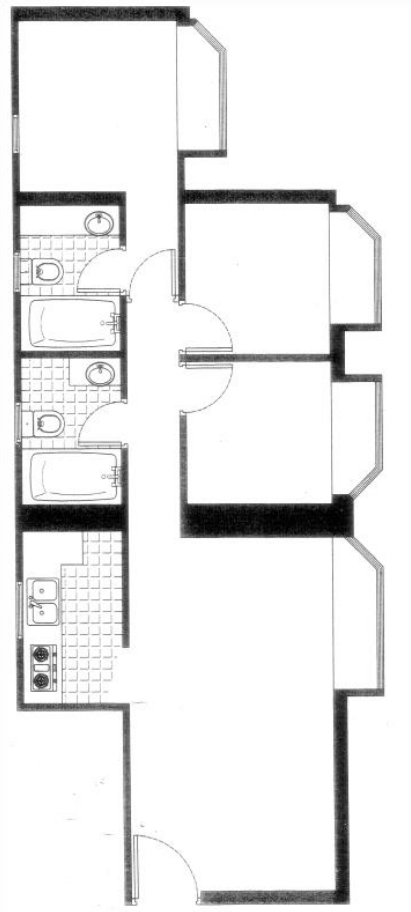
- 透過了解單位的優點和限制，以及自己和家人的生活習慣和需要，設計製造一個屬於自己或家人的理想／夢想家居模型。
- 運用用相關設計技巧及電腦輔助設計如：
  - 平面及立體繪圖技巧
  - 真體/虛擬模型製作技巧
  - CAD 軟體及 CG 軟體
- 選擇合適的方法，製作模型及設計演示圖板，展示自己理想的家居設計。

4.2.8 家居平面圖例子

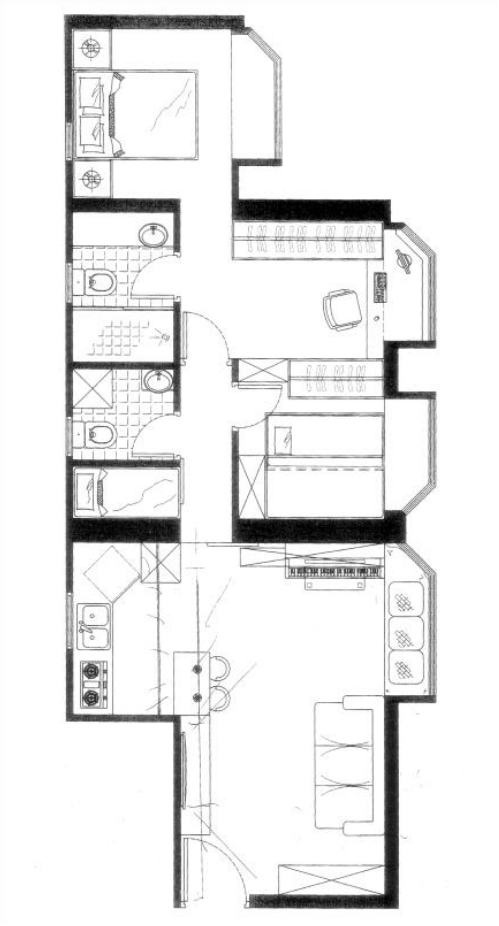
- 室內平面圖：

（圖一）是一個單位原有的平面圖。

（圖二）展示了在設計後的間隔、房間安排、傢俬、電器、燈槽擺放位置。



（圖一）



（圖二）

4.2.9 電腦輔助設計圖例子

- 電腦繪畫平面圖及放置傢俬和電器

- 立體電腦繪圖

科技新知

虛擬實境頭戴式顯示器 (virtual reality head-mounted display)

手眼虛擬實境

虛擬實境跳傘訓練