

關卡 3

設計與製作的基礎

當我們提出一個新的創意構想，或是說明概念時，若只用語言和文字論述，聽者往往無法精確地了解，此時若以圖形輔助，便能方便、快速地溝通，雙方的想法也能更趨於一致。因此，「圖畫語言」的產生，便成為傳遞構想與交換知識的最佳工具。

現在要學

挑戰 1

無所不在的視圖與製圖

- 1 常見的視圖
- 2 製圖、視圖與測量工具

闖關任務 我是小小工程師

挑戰 2

電腦輔助設計與應用

- 1 電腦輔助設計概述
- 2 完成自己的第一個 3D 繪圖

闖關任務 3D 繪圖大師

挑戰 3

處處可見的工具

- 1 認識手工具與電動手工具
- 2 其他常見工具

闖關任務 ① 製作微型椅
② 我是遊戲製作大師——彈珠臺

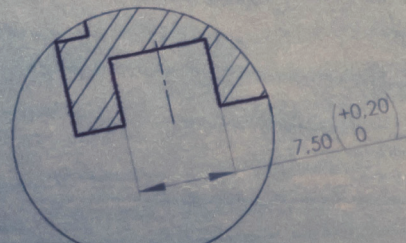
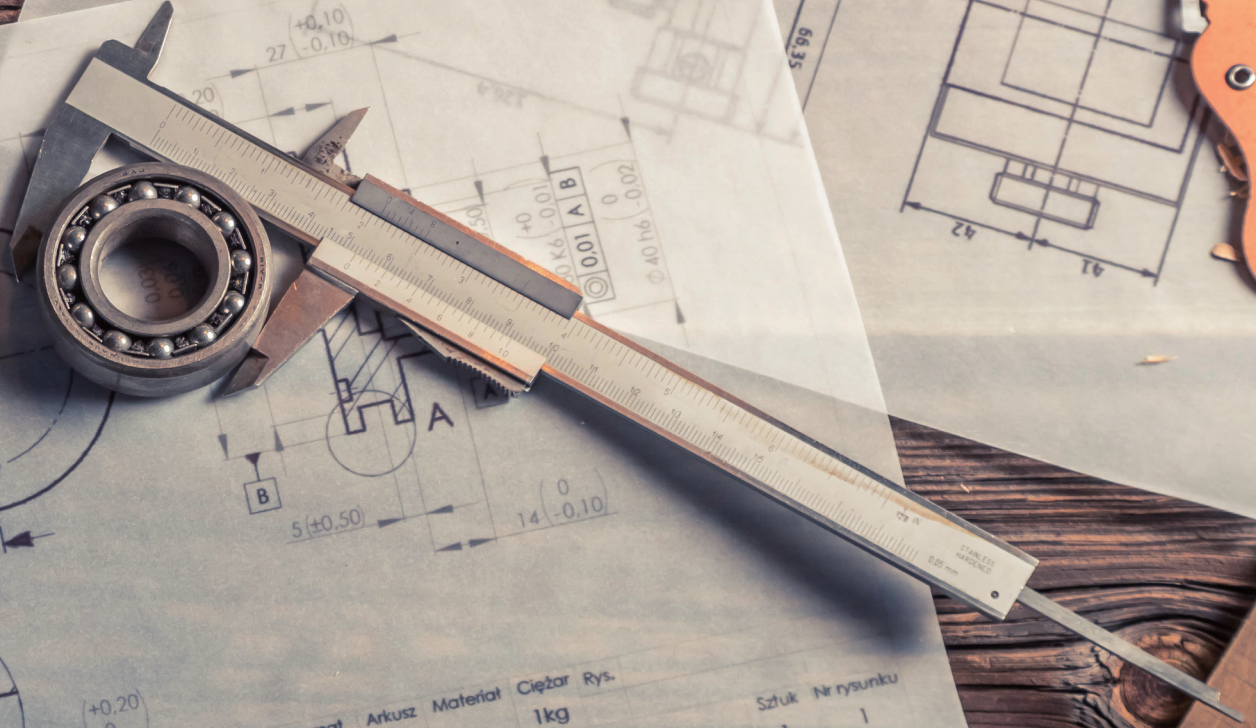
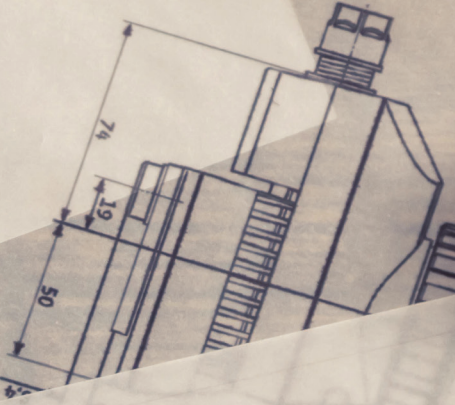
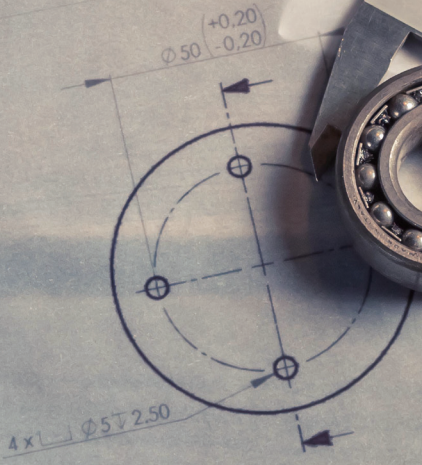
以前學過

- 關卡 1 生活科技導論
關卡 2 認識科技

以後要學

- 關卡 4 結構與機構
關卡 5 製作一個創意機構玩具





Podziałka	Format	Arkusz	Materiał	Ciężar	Rys.	Szlk	Nrysunku
1:1	A4	1		1kg		1	1
Nazwa części:							

挑戰

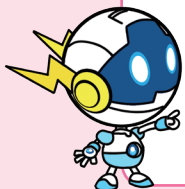
1

無所不在的視圖與製圖



學習重點

1. 了解視圖與製圖在設計時的重要性。
2. 能理解基本的視圖。
3. 能具備基本的製圖能力。

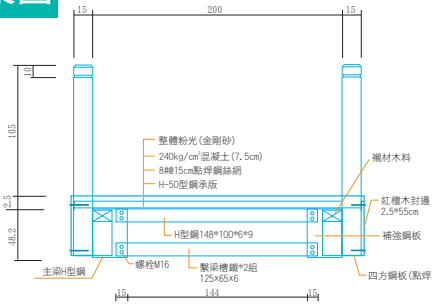


如果要對同學描述你家裡的家具外觀與規格，你覺得要怎麼讓你的說明更明確呢？

1 常見的視圖

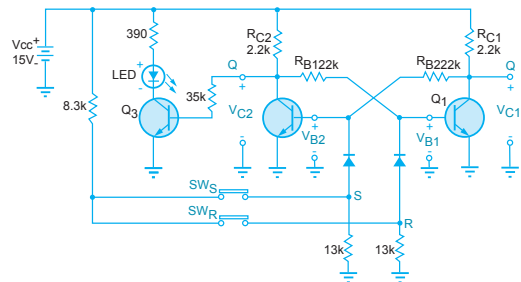
現代社會講求專業分工，一項產品從設計、生產、銷售到施工，通常由不同人員執行，為了讓所有人員都能精確的溝通與理解，故發展出標準化的視圖。製圖時以線條、符號與文字，來表達物體的形狀、大小、構造、配置、製程與組裝方式等（圖 3-1）。中華民國國家標準（Chinese National Standards，簡稱 CNS）中，制定了製圖的標準，例如：標準圖紙大小、線條、字法、各種視圖規範與尺度標註等。

建築圖



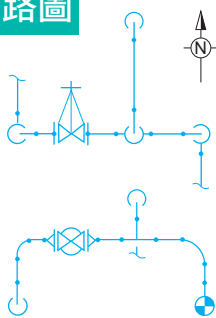
適用於建築設計、建築結構及建築設備之製圖及相關事項。

電路圖



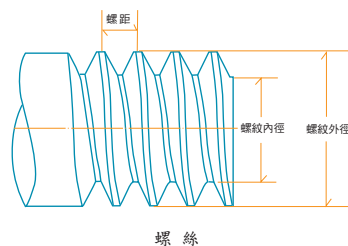
利用線條與電路符號，表達線路連接關係，常用於各種充電（電池）玩具、電器用品或居家電路配置。

管路圖



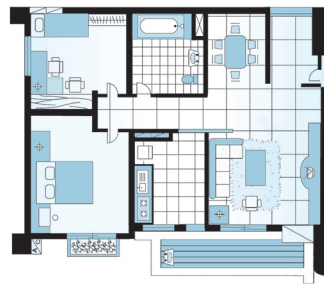
適用於各種管路，例如：水管、電管、瓦斯管等。

機械零件圖



適用於螺紋、螺釘、螺帽、軸承、齒輪、彈簧等各種常用零件，以及引擎、汽車、船舶、飛機等各種機械。

室內配置圖



表達房屋之座向、陽臺位置、房間數、衛浴設備、房廳的布置與動線、牆柱位置與採光情形等。

▲圖 3-1 常見的視圖。



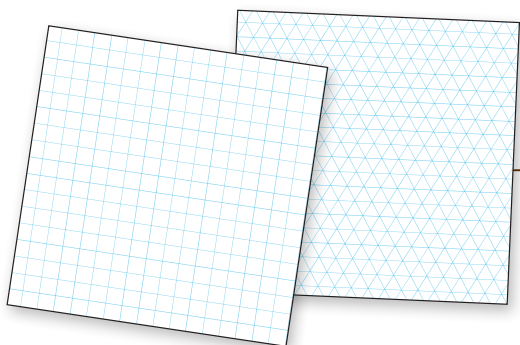
製圖與 測量工具

「工欲善其事，必先利其器。」過去製圖以手工繪製為主，一般常用到的製圖與測量工具（圖 3-2）：

▼圖 3-2 製圖與測量工具。

繪圖用筆

製圖時我們會依照不同情況使用不同的鉛筆繪製，通常用 3H、2H 製作底稿，用 H、HB 加重及寫字。



方格紙與三角格紙

紙上有許多交叉線條所構成的正方形或正三角形格子，常用來作圖與繪製設計圖。



圓規

可繪製不同大小的圓或弧。



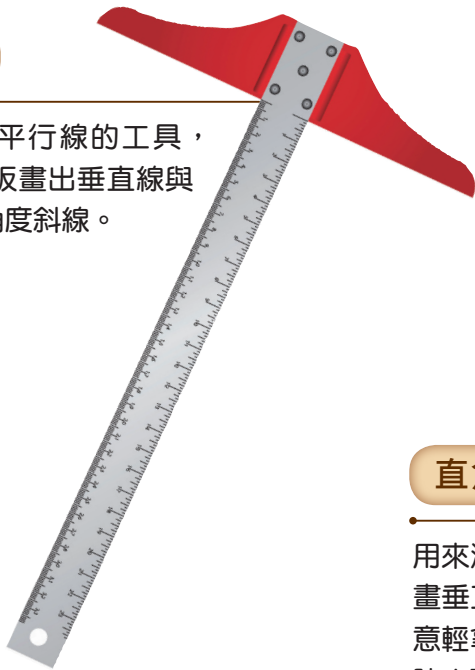
分規

用來截取線段、量取尺寸和等分線段或圓弧線。

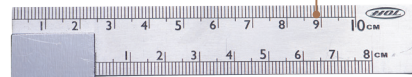


丁字尺

主要用來畫平行線的工具，可搭配三角板畫出垂直線與 15° 倍數的角度斜線。



尺葉



尺柄 (樑)



直角規

用來測量直角、平面或畫垂直線等。使用時注意輕拿、輕靠、輕放，防止碰撞。



鋼尺

是生活科技教室最常使用的測量工具，常用於測量長度、畫直線與切割直線時的輔助。有公制與英制 2 種單位。

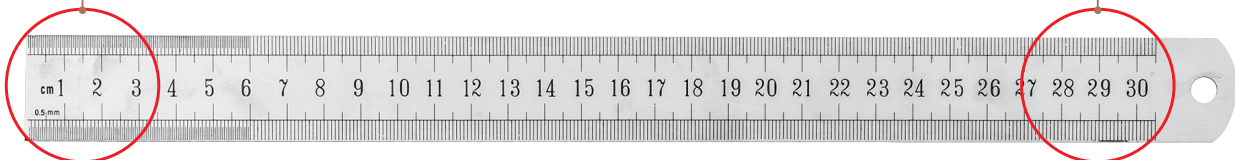
注意事項

1. 使用鋼尺時，不得揮舞或敲擊桌面及其他物品。
2. 不得使用鋼尺代替其他切削工具。
3. 在使用電動加工機具時，要確定鋼尺不在加工範圍內。

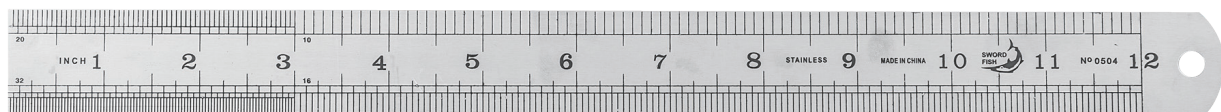


為了講求精確，除非測量角落，才會從尺的最左邊開始測量，不然一般會從 1 公分處開始測量。

使用時應注意單位，通常一面是公分 (cm)，另一面是吋或是英寸 (inch)。



正面



反面



製圖與 測量工具

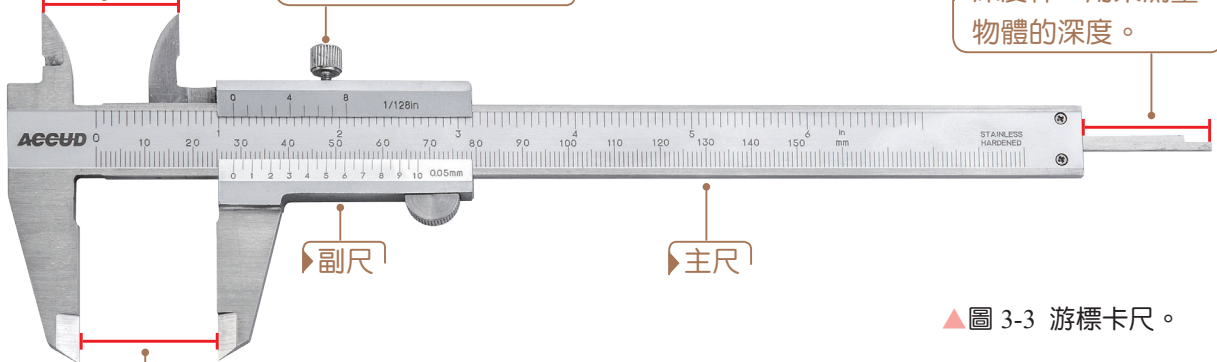
游標卡尺

游標卡尺是一種較鋼尺更精確的測量工具，可以測量物體的內徑、外徑及深度。一般來說，游標卡尺的最大測量長度為 15 公分（cm），最小刻度單位為毫米（mm），結構分為主尺及副尺，利用兩者搭配可以量測到毫米後一位的數值，讓我們來學習使用這個實用的測量工具吧（圖 3-3、3-4）！

內側定面：用來測量物體內徑。

螺絲：用來固定副尺。

深度桿：用來測量物體的深度。



▲ 圖 3-3 游標卡尺。

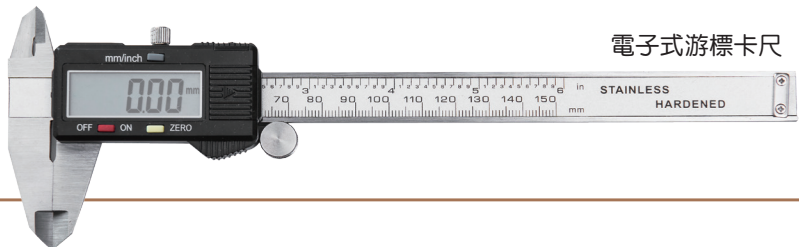
外側定面：用來測量物體長度與外徑。

補給站

近年來已發展出利用指針式與電子式游標卡尺，協助判讀數值。



指針式游標卡尺



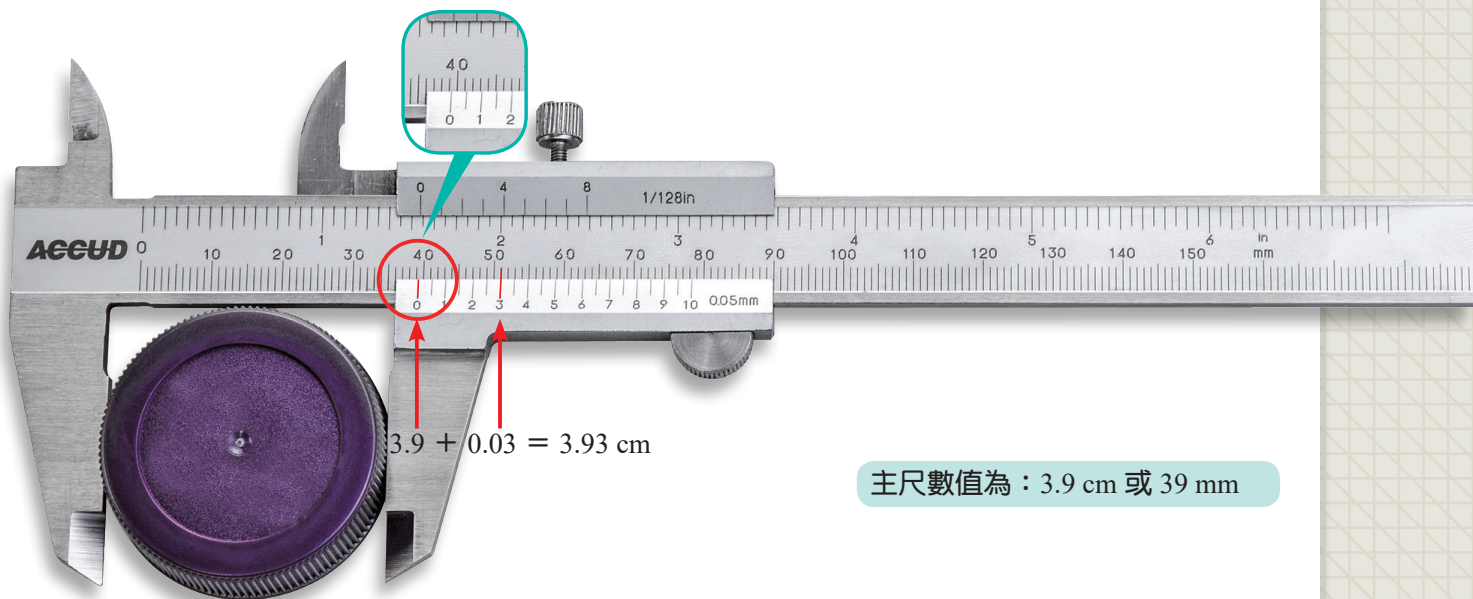
電子式游標卡尺

游標卡尺的數值判讀

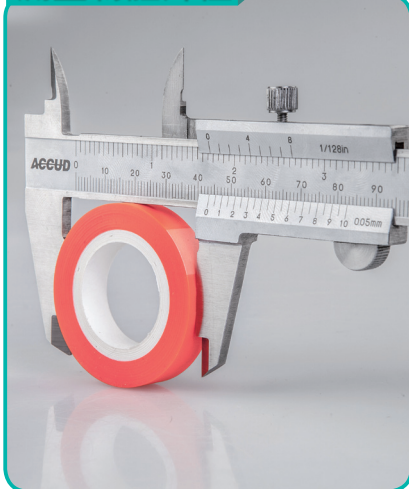
1. 主尺的數值需透過副尺的位置進行判讀。副尺上的「0」刻度指在主尺的刻度處，即代表主尺最小單位是毫米的數值。
2. 副尺上有 0~10 的刻度，找到與主尺上的刻度連成一條線的刻度，即為最小單位下一位的數值。

做一做

試著用游標卡尺與鋼尺量出身邊的東西，看看它的外徑、內徑以及深度的數值分別為何？



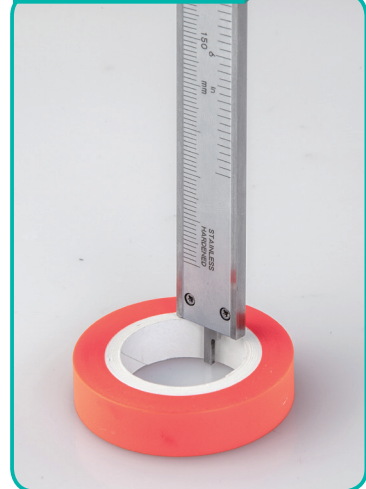
測量物體外徑



測量物體內徑



測量物體深度



▲圖 3-4 游標卡尺的數值判讀與測量方式。

3 製圖與視圖

立體圖

日常生活中，我們使用與接觸到的物品，多為立體形體，因此製圖時，以立體圖來表達，是最直觀也最易懂的方式。立體圖中的等角圖具有容易理解、繪製容易、能同時呈現三個面的優點，因此應用廣泛、使用率高。

在等角圖中，正方形的圖形會畫成菱形，圓形則畫成橢圓形。橢圓形的徒手畫，是將菱形的兩個對角線各分成六等分，再把各點以適當弧線連接起來；若有直尺、圓規等製圖工具輔助，可採用四中心法繪製。利用正四角柱體和橢圓形畫法，即可畫出圓柱體。

做一做

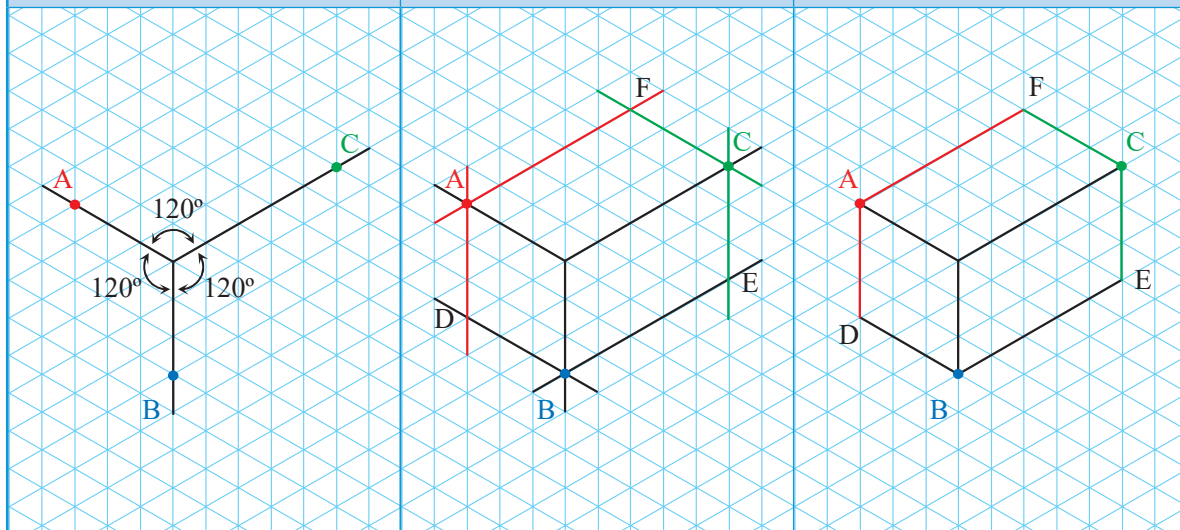
利用附件 1 的三角格紙，繪製出一個內徑 50 mm、外徑 80 mm、高度 100 mm 的圓管等角圖。

等角圖畫法

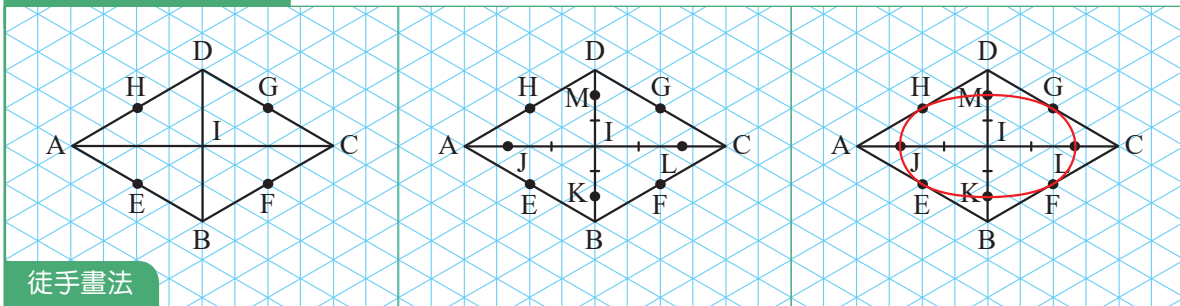
① 畫出夾角各為 120° 的三軸。在三軸上，依物體的長、寬、高取出截點位置。

② 在每條軸線上的截點，分別畫出與另外二軸平行的直線，新繪的六條線，會交於三點。

③ 擦拭多餘線條，即完成等角圖。

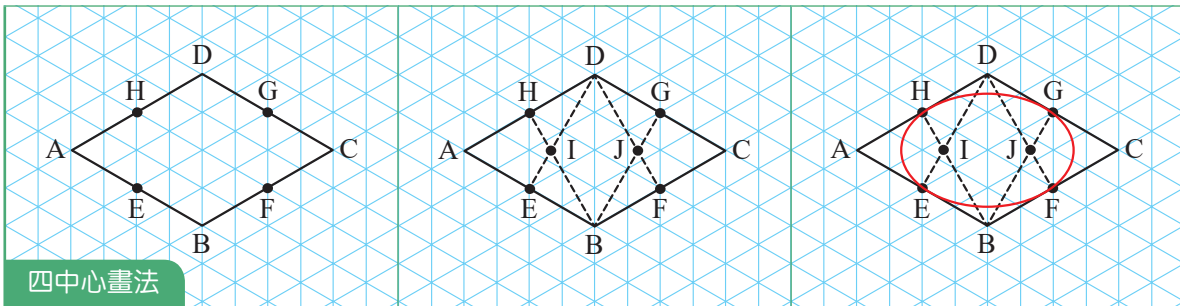


近似橢圓形畫法



徒手畫法

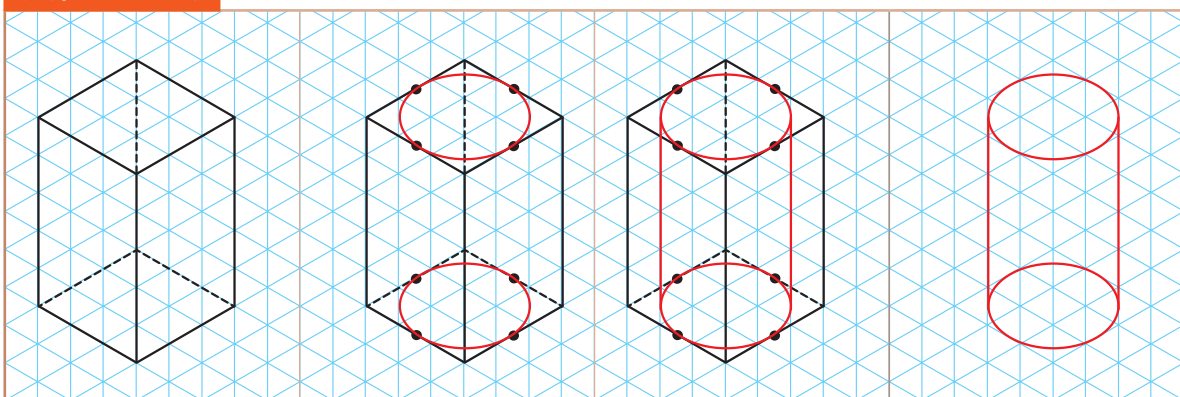
- 1 畫一個菱形 $ABCD$ ，標出四邊的中點 E 、 F 、 G 、 H ，將 \overline{AC} 、 \overline{BD} 連線，交點為 I 。
- 2 將 \overline{AI} 、 \overline{BI} 、 \overline{CI} 、 \overline{DI} 均平分成 3 等分，即 $\overline{AI}=3\overline{AJ}$ ， $\overline{BI}=3\overline{BK}$ ， $\overline{CI}=3\overline{CL}$ ， $\overline{DI}=3\overline{DM}$ 。
- 3 將 E 、 K 、 F 、 L 、 G 、 M 、 H 、 J 各點之間以平滑曲線連成一橢圓。



四中心畫法

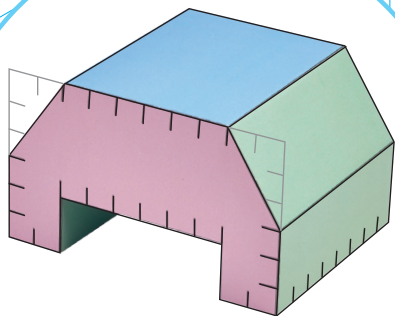
- 1 畫一個菱形 $ABCD$ ，標出四邊的中點 E 、 F 、 G 、 H 。
- 2 將 \overline{BH} 、 \overline{DE} 連線，交點為 I ； \overline{BG} 、 \overline{DF} 連線，交點為 J 。
- 3 以 I 為圓心， \overline{IE} 為半徑畫弧；以 J 為圓心， \overline{JF} 為半徑畫弧；以 B 為圓心， \overline{BH} 為半徑畫弧；以 D 為圓心， \overline{DF} 為半徑畫弧。

圓柱體畫法



- 1 畫出正四角柱體。
- 2 先找出四邊的中點，在上下兩個面畫出橢圓形。
- 3 連接上下兩個橢圓形。
- 4 擦掉虛線、點及四角柱體框線即完成。

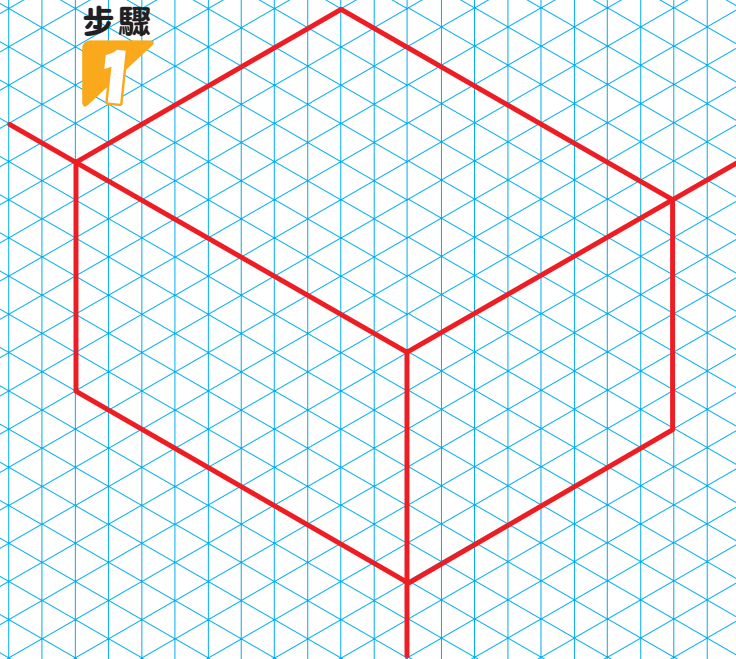
實作 範例



(每一格為 5mm)

步驟

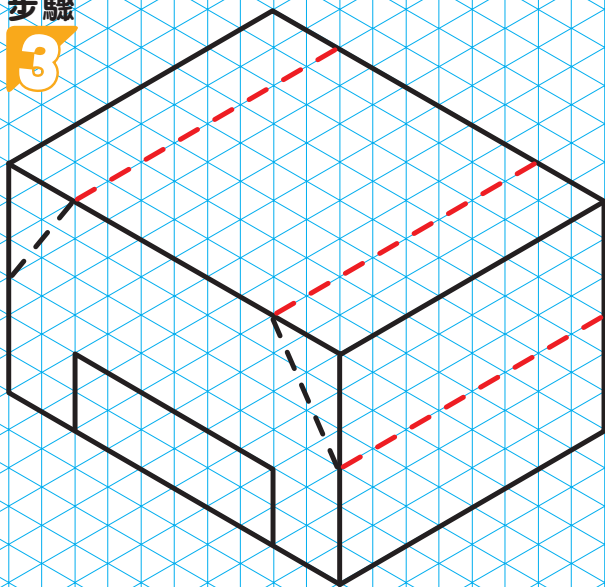
1



找出物體的長、寬、高，畫出一等角圖。

步驟

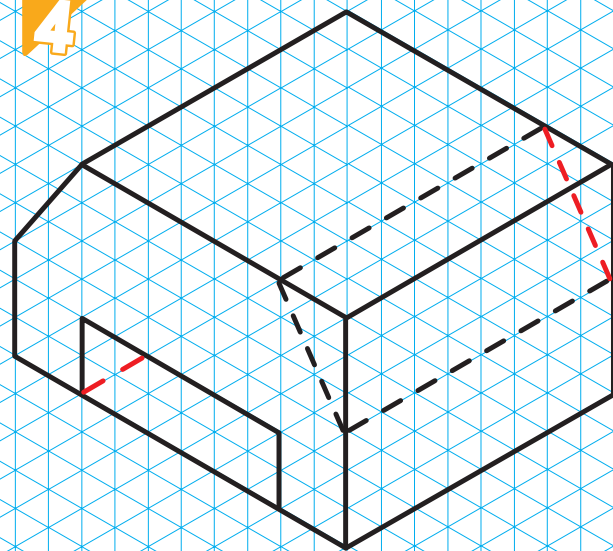
3



接著逐步繪製與上一步驟有連結的視角，因為尺寸、特徵輪廓有相互關聯，繪製時需對齊下方的線段。

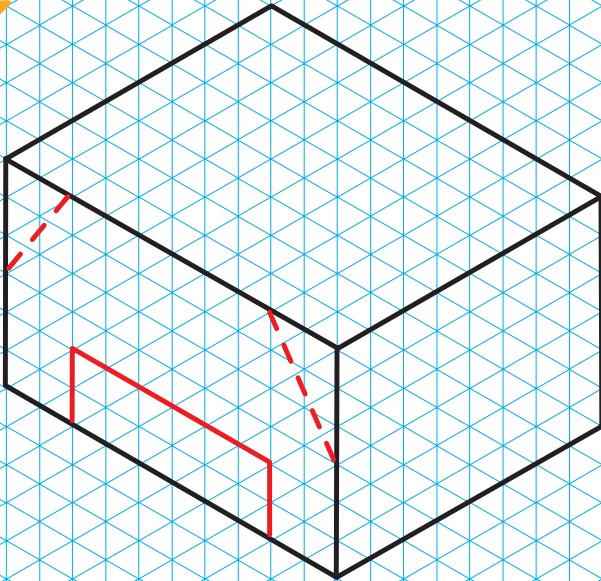
步驟

4



已完成的輪廓可將多餘線段擦掉，接著補上另一斜面及底部內側的線段。

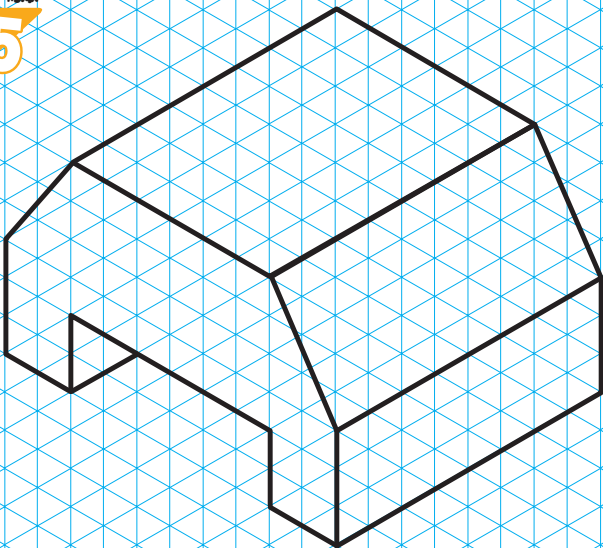
步驟 2



首先繪製特徵最明顯的那面視角，以實線逐步繪製特徵輪廓，可以用虛線輔助繪製出會被挖除的輪廓。

TIPS 有斜面的部分先算出在此視角的長及寬，再連接起來。

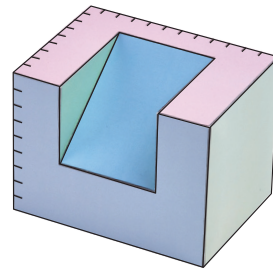
步驟 5



將多餘的線段擦掉，就完成立體圖了！

做一做

拿出附件 5、6 組成立體圖，再利用附件 1 三角格紙，試著畫出此立體圖的等角圖。



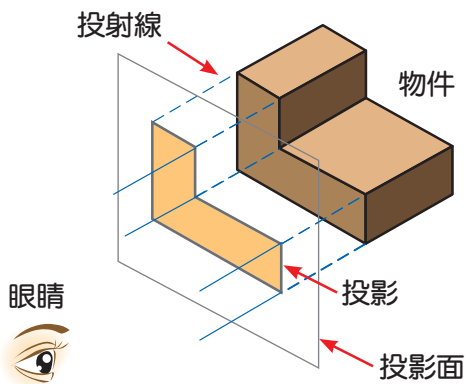
(每一格為 5mm)

三視圖

立體圖是以特定角度描繪物件真實的輪廓，但無法呈現被遮住的部份，同時也不易標示與讀取各部位的尺寸。若從物體的上、下、前、後、左、右六個方向進行觀察，則可以更明確了解物體各面的形狀與大小。

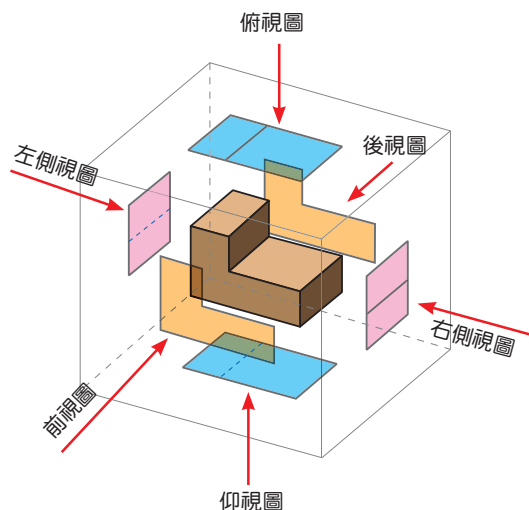
若將一屏幕放置於觀察者與物體之間，再以平行光源照射，使物體的投影呈現出該面的形狀，此稱為**平行投影**，而觀察者在投影面上所看到的圖形，即為**正投影視圖**（圖 3-5）。

再進一步假設立體物件外皆有一虛擬的透明箱（屏幕）包覆，然後進行平行投影，則每一個面都會呈現一個正投影視圖，這六個面所形成的圖形，稱為**正投影多視圖**。而通常利用前視圖、右側視圖及俯視圖，就足以表達詳細的圖面資料，即為**三視圖**（請搭配附件 3、4 操作）。

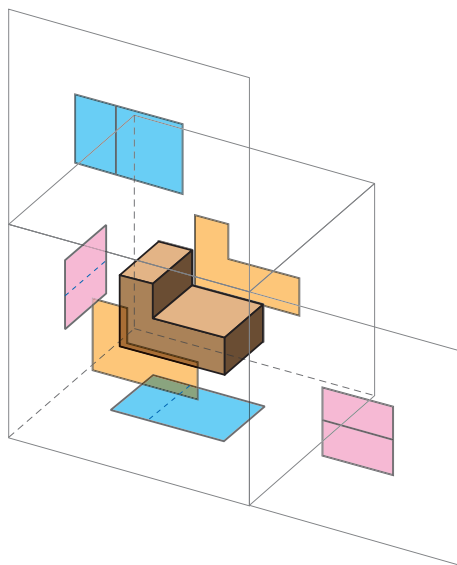


▲ 圖 3-5 正投影視圖。

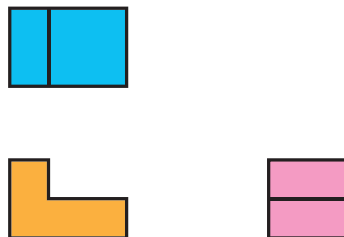
① 虛擬透明箱上的正投影多視圖。



② 俯視圖與右視圖旋轉 90° 後，與前視圖齊平。



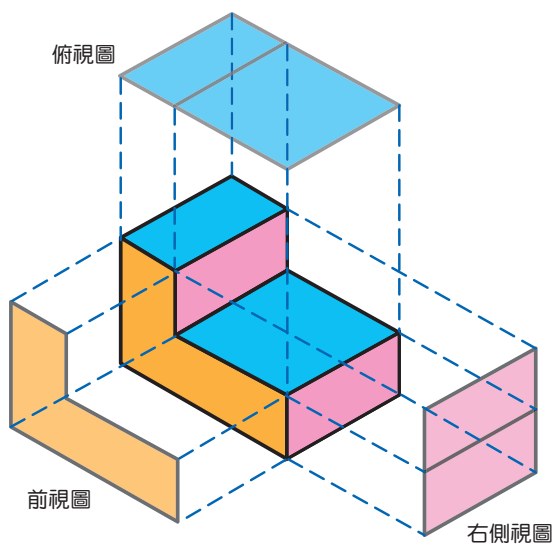
③ 將前視圖、右側視圖與俯視圖，繪製於紙上，即完成三視圖。



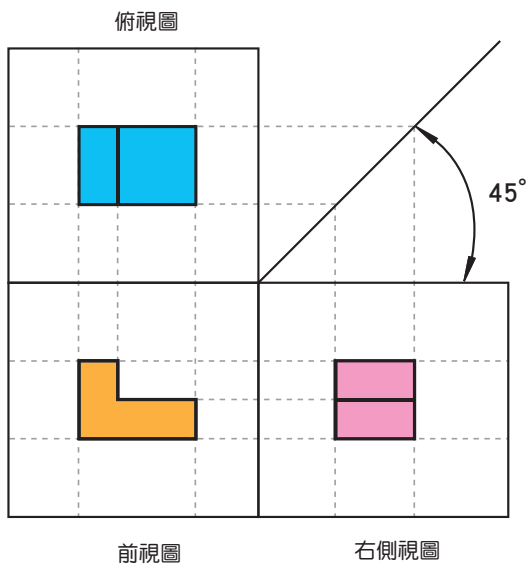
立體圖與三視圖的關係

從正投影多視圖可以發現，透明箱上的俯視圖及右側視圖，是經過不同方向的 90° 旋轉，即把盒子相連的兩個垂直面打開，才與前視圖共同形成常用的三視圖。

圖 3-6 為一個 L 形物件的立體圖，從圖面上的藍色虛線，可以看出立體圖與三視圖各點的對應關係。將其繪製成圖 3-7 的三視圖後，俯視圖置於前視圖的垂直正上方；右側視圖置於前視圖的水平正右方；俯視圖與右側視圖的對應點關係，呈 45° 夾角。其中平行於坐標三軸之線段，長度的對應關係也可以在圖面上直接看出。



▲圖 3-6 立體圖與三視圖各點的對應關係。



▲圖 3-7 三視圖彼此之間的關係。

線條的規範

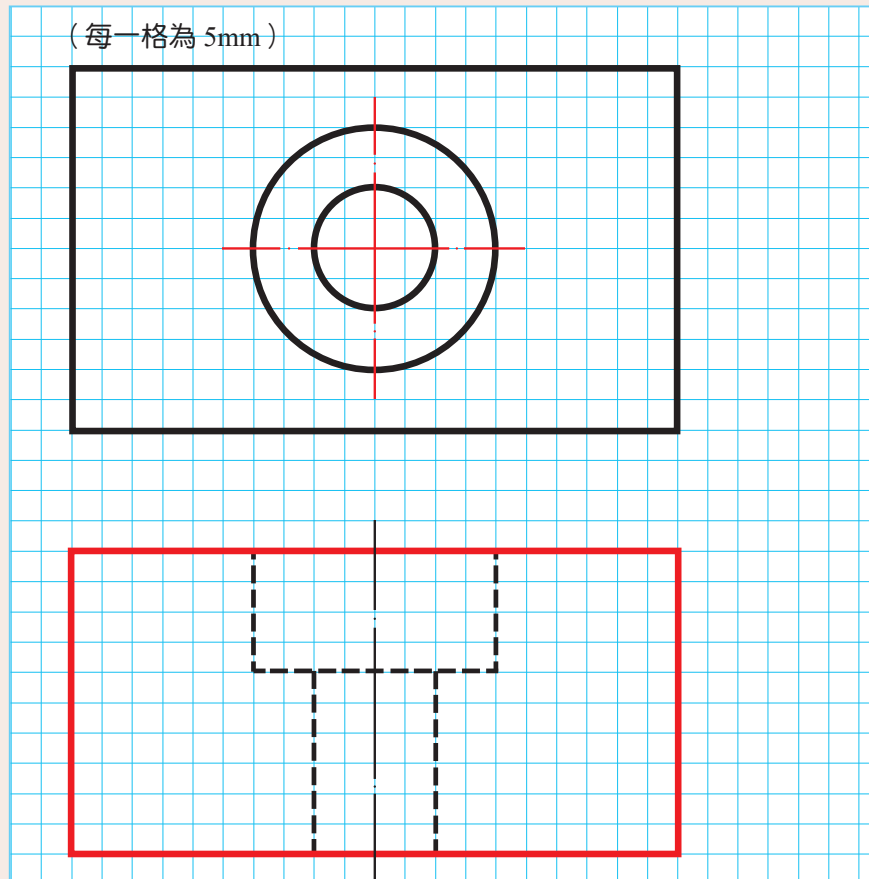
製圖中的線條皆有其規範與準則，不同粗細與型態的線條，各有不同的意義，繪圖時，務必遵守相關規定。

○ 細鏈線

細鏈線用以表示「中心線」，說明中心線到物體兩端的距離一致外，也可以使用兩條細鏈線交點表示「中心點」。繪製時需注意，線條為一長一短交錯，且中間的空白間隔約為 1mm，兩長線中的短線約為空白間隔的一半。

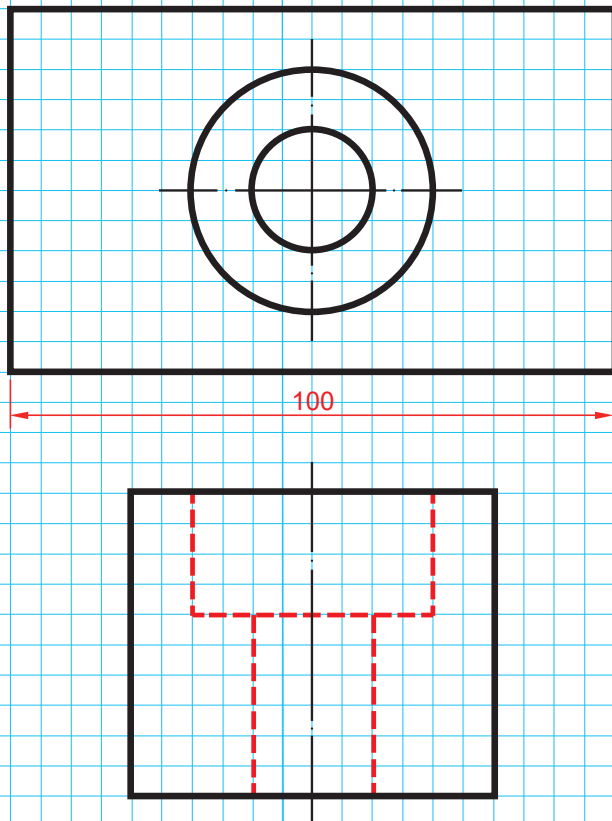
○ 粗實線

實線表示「看得到的邊緣」。實線作為物體外觀的勾勒，類似圖畫時「勾邊」的技巧，用以加強圖形外觀。除了邊緣外，看到的折線、孔洞都應使用實線標示。



線條的種類、粗細及用途

種類	式樣	粗細	畫法	用途
實線		粗	連續線。	可見輪廓線、圖框線。
		細	連續線。	尺度線、尺度界線、指線、剖面線、因圓角而消失之稜線、旋轉剖面之輪廓線等。
			不規則連續線。	折斷線。
			含鋸齒形彎折之連續線，兩相對銳角角度約為 15°，其尖角高度約為 2mm。	



○ 細實線

細實線用在「尺寸標註」，表示物件邊長、口徑時使用的線段。長度標註的細實線不可以與邊緣的粗實線連接。

○ 虛線

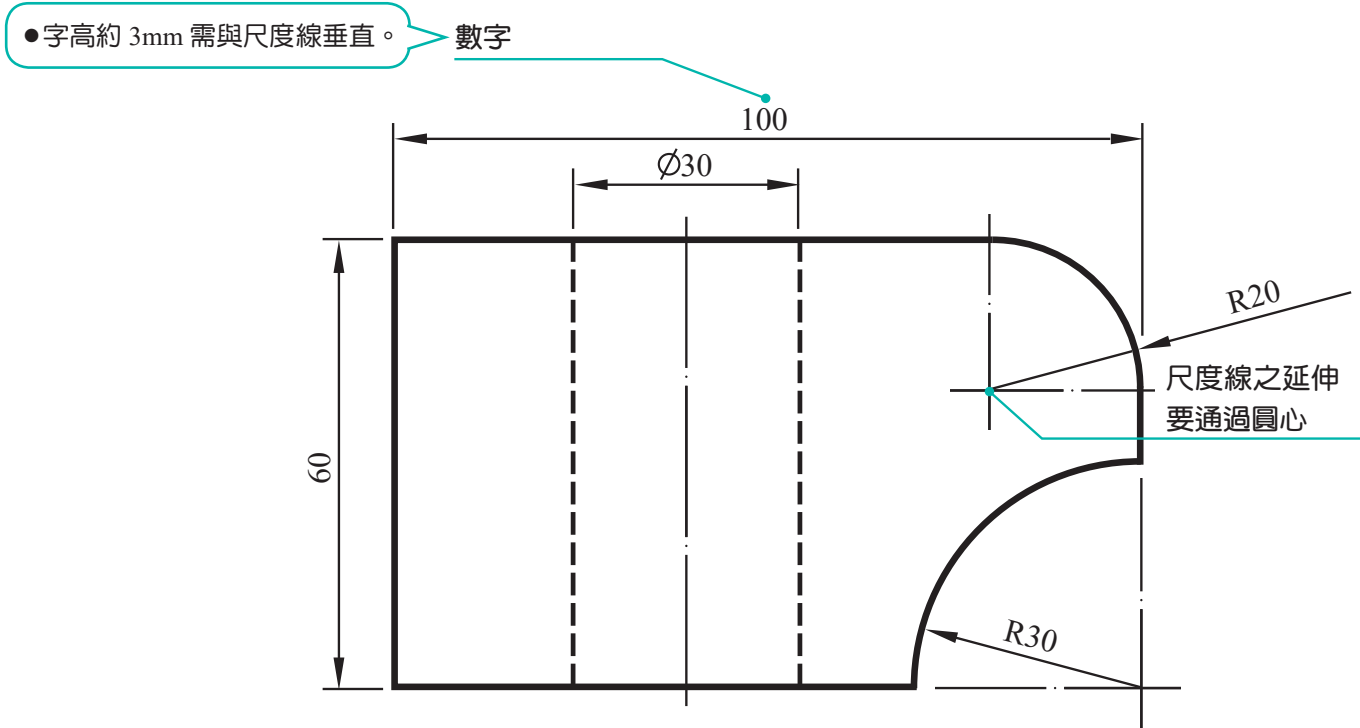
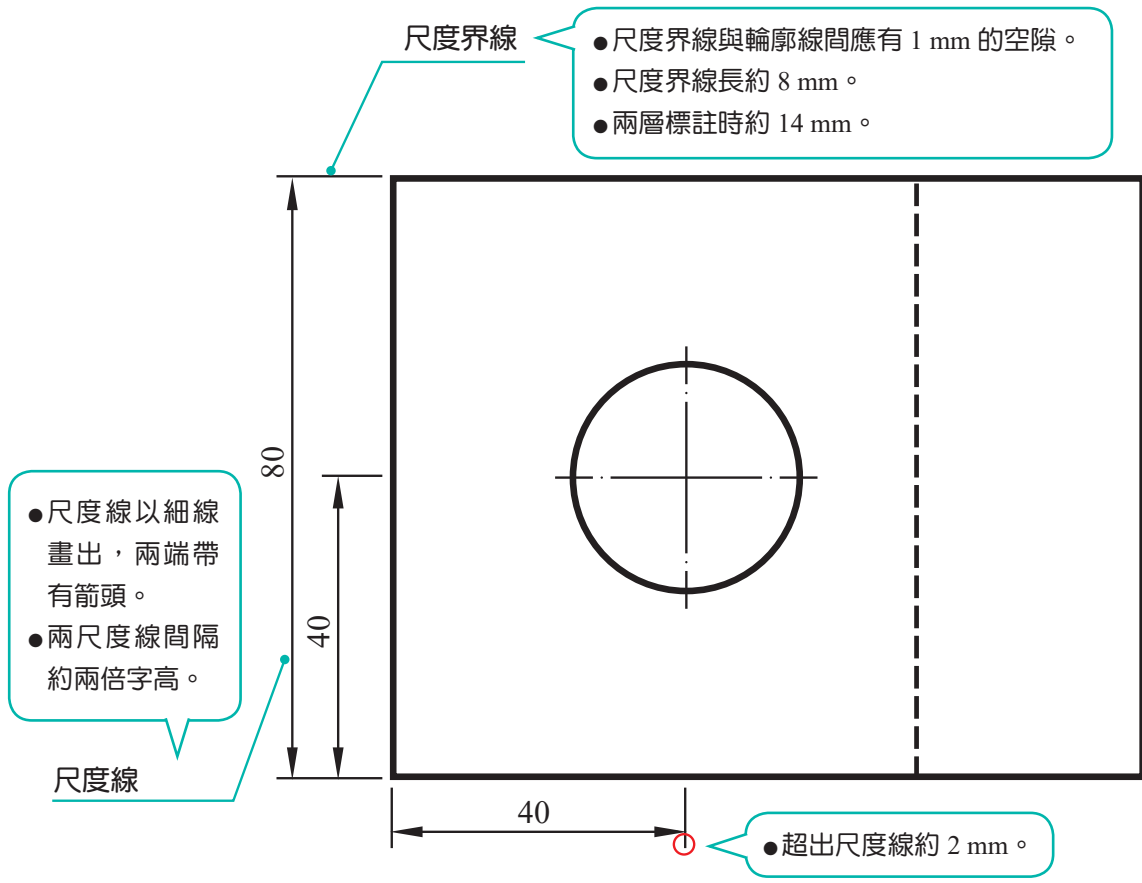
虛線表示「看不到的輪廓」，類似從手機的正面看不到背面的圖案一樣。在製圖中，常常需要繪出於此面看不到的圖形，以表示物體的背面或裡面的樣貌，即用虛線表示。

種類	式樣	粗細	畫法	用途
虛線		中	每段約 3mm，間隔約 1mm。	隱藏線。
鏈線		細	線長約 20mm，中間為一點，間隔約 1mm。	中心線、節線、假想線等。
		粗		表示需特殊處理物面之範圍。
		細、粗	兩端及轉角粗，中間細，粗線長不可超過 10mm。	剖面線。

尺度標註

立體圖與三視圖僅在表達物體的形狀，但繪圖時常會依據實物的大小，將視圖按照比例放大或縮小，故無法在圖面上得知實物的尺寸，因此要完整表達一個物件，還需在圖上加註**尺度標註**，其基本原則如下：

1. 常用的尺度標註有**長度標註與角度標註**，標註方式包含了**尺度界線、尺度線、箭頭及數字**，而直徑符號 (ϕ)、半徑符號 (R) 與其他符號，則視需求標示。
2. 尺度應標示在視圖外，正投影多視圖的尺度，標示在視圖與視圖之間，以方便讀圖。
3. 每個部位的尺度都須標示完整，不可疏漏及重複。
4. 水平之尺度線的數字，標示於尺度線的上方；垂直之尺度線的數字，標示於尺度線的左方。
5. 整個圓的尺度以直徑 (ϕ) 標，需標註在非圓形視圖上；半圓或未滿半圓的尺度以半徑 R 標註，需標註在圓內。尺度線為半徑線或其延長線，箭頭為單邊且應觸及圓周。
6. 角度數字之方向，可採用沿尺度方向書寫，或一律朝上書寫，但不可在同一張圖上混用。
7. 尺度由小至大向外順序排列，尺度線不得與任何其他線條重合或交叉，也不宜有孤立尺度。
8. 同一側之尺度標註不宜超過四層，可以在同一層上標註的尺度，不宜分註成多層，同一層之尺度應對齊。
9. 尺度單位應註明於圖紙右下角，不要直接標示在圖上。臺灣常用的單位為毫米 (mm)，有些國家則以英寸 (inch) 標註，如有單位混用則須特別加註。



實作 範例

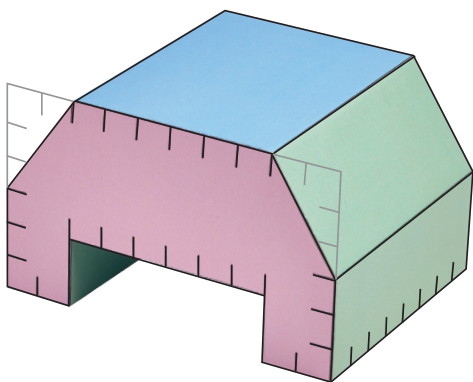


目的

將下方的立體圖繪製成三視圖。
(每一格為 5mm)

器材

方格紙 1 張、製圖鉛筆數支、橡皮擦、直尺等工具。



(每一格為 5mm)

參考製作步驟

步驟

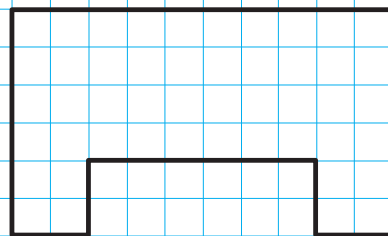
1

選定前視圖進行繪製。先以粗線繪製外框，每條直線皆需使用直尺繪出正確尺寸，直角以三角板繪製。

步驟

1

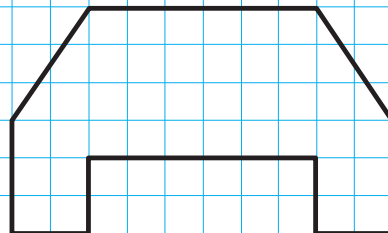
前視圖



步驟

2

前視圖



步驟

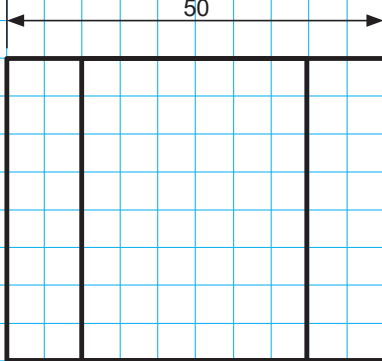
2

前視視角所能看到的輪廓，用粗實線畫出，再將多餘（要挖空）的線段擦掉。

步驟

3

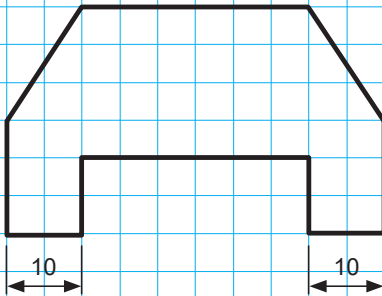
俯視圖



步驟

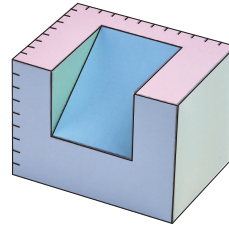
5

前視圖



做一做

拿出附件 5、6 組成立體圖，再利用附件 2 方格紙，試著畫出此立體圖的三視圖並進行尺度標註。

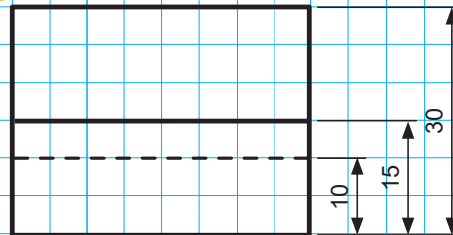


(每一格為 5mm)

步驟

4

右側視圖



步驟

5

圖名	實作範例零件	日期	2021.12.30		
姓名	妹妹	單位	mm	比例	1 : 1

步驟

3

接著再畫出俯視圖，因視圖間的尺寸是連貫的，俯視圖的外框必須對齊下方的前視圖。

步驟

4

最後畫右側視圖，視圖的長度也要連貫，必須與前視圖同高，外框繪製完成後，再繪製視角所能看到與看不到的輪廓。看不到的輪廓用虛線畫出，畫法如下：每段長約 3mm，間隔約 1mm，反覆繪製連接成。

步驟

5

全部視圖完成後，再加上各部位的尺度標註，並在右下角寫下「圖名」、「日期」以及「繪製者的姓名」。

闖關任務

3-1



我是小小工程師

同學們可以自行利用時間，進行不同的闖關任務。

配合習作第 26、27 頁

目的

熟悉三視圖的製圖畫法與尺度標註。

任務說明

測量教室木椅的尺寸，以 5:1 的比例算出微型椅子的縮小尺寸，再繪製出三視圖。

過關條件

利用本挑戰所學的製圖規範，繪製出正確的三視圖並進行尺度標註。

工具

方格紙 1 張、製圖的鉛筆數支、橡皮擦、鋼尺(或捲尺)等工具。

參考圖片



評分標準

項目	表現優異	順利過關	挑戰失敗
線條	粗細、長度、表現方式沒有錯誤。	粗細、長度、表現方式稍有錯誤，但錯誤在 5 個以內。	粗細、長度、表現方式錯誤超過 5 個，或是無法判讀。
尺度標註	尺度標註沒有缺漏，並符合工程製圖之尺度標註規範。	尺度標註稍有缺漏，或繪圖方式稍有不符合工程製圖之尺度標註規範。	無法理解所繪製之物件尺度範圍及標註內容。
畫面整體評分	圖面保持乾淨、清潔。	圖面稍有髒汙，橡皮擦擦拭痕跡並未完全擦除。	圖面髒汙造成製圖無法判讀或是誤判。