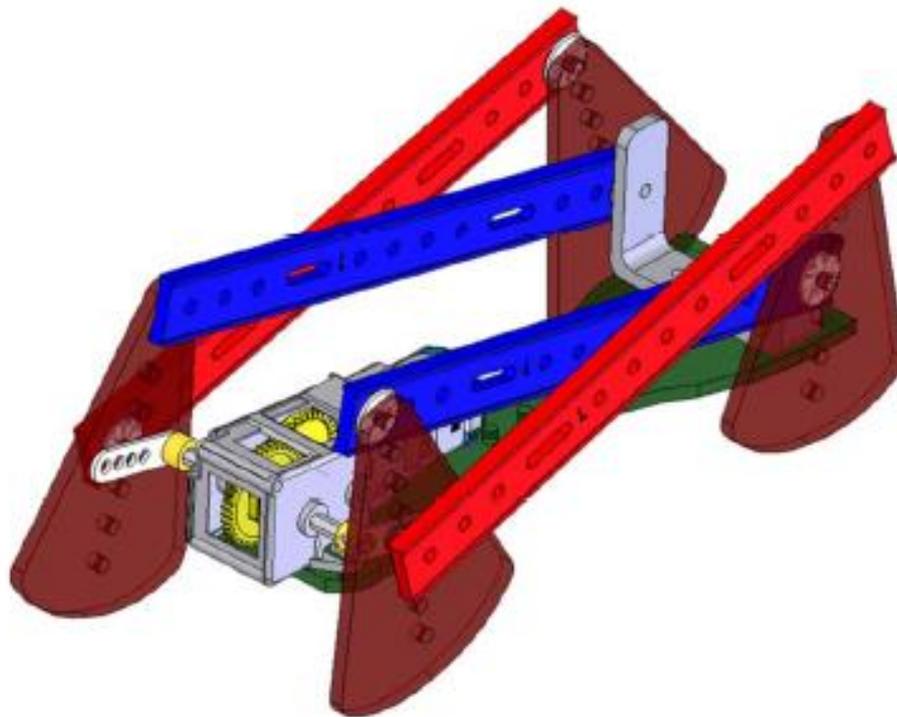


中一科藝創建師習作(四足步行機械人)

DESIGN & TECHNOLOGY



東華三院張明添中學



設計與科技

中文姓名	
英文姓名	
班 別	
班 號	

守則

1. 上課須帶備物品：課本、活動冊、文具(包括木顏色筆、鉛筆、膠擦、原子筆和膠直尺)、手冊和工衣(深藍淨色圍裙)。
2. 如無老師在場學生不得進入「設計與科技室」；所有學生必須穿上工衣方可進入工場範圍工作。
3. 工場及實驗室範圍內嚴禁飲食。
4. 不可將鋼尺、鋸刀、鉸剪、飲品和食物帶入「設計與科技室」。
5. 工場工具不宜帶進實驗室；實驗室只可進行組裝、實驗和電腦相關活動。
6. 只有工場範圍可作物料加工用途；任何物料切削、黏合和噴塗等工序均不可於實驗室內進行，確保實驗室環境整潔。
7. 不可於實驗室內鉋鉛筆，如有需要可使用工場內之鉛筆鉋機。
8. 學生不得擅自進入老師工作間。
9. 全班以班號排列入座；大號數座前面，如40 號座WS01 如此類推；不可私下調位。
10. 上課時先作例行檢查，並向老師匯報任何發現之損毀情況。
11. 所有同學可於午膳時間12:45PM -1:20PM 或逢星期二及星期四放學時間3:45PM – 4:45PM 進入「設計與科技室」補做課堂上未能完成之課業，凡進入活動的學生必須自備工衣，並在「使用設計與科技室紀錄簿」上填上個人資料、進入及離開時間。
12. 於每課節完結前，或使用「設計與科技室」後，學生必須將工具擺回原位、打掃乾淨工作檯面、妥善存放自己的作品於老師指定地方、關閉所有電腦、拔除所有插在電源的電器設備及工具（需充電設備除外）、關上每台設計及控制工作站的門、並將電腦椅降低、拉直椅背及泊好。
13. 每課節完結後必須完成活動冊內的「課堂記錄」，並回家自行閱讀相關書本頁數。
14. 活動冊封面須以英文大楷和中文清楚填上姓名、班別和班號，並以透明包書膠妥善包好活動冊。
15. 所有繪圖必須以鉛筆繪製；設計草圖須以木顏色筆著色。

No	Date	Content	Marks
1			
2			
3			
4			
5			



難題

現代人喜歡養貓狗等的寵物，但大多數住宅大廈皆嚴禁飼養寵物的。



背景

一般來說，任何人均有權飼養家畜作為寵物。家畜即經由人類馴養後，能與人共同居住的動物。然而，某些野生動物是受到香港法例 第170章《野生動物保護條例》或香港法例 第586章《保護瀕危動植物物種條例》所保護，若飼養這些受保護的野生動物，便屬違法。上述兩項條例是為實施《瀕臨野生動植物種國際貿易公約》（簡稱「公約」）的規定而制定。

從2003年8月1日起，公屋住戶已全面禁止養狗。然而，在法例實施之前已在公屋飼養的狗隻，若體重少於20公斤，則能繼續保留至自然身故。獲准在公屋飼養的狗隻，不可以對其他住客構成滋擾。假如房屋署收到相關投訴，經徹查後，證實戶主違規兩次的話，有關批准可能會被撤銷。如未經批准在公屋內飼養寵物，署方將根據屋邨管理扣分制，向違例住戶扣分。受扣分制約束下的不當行為還包括製造噪音（如狗吠聲）或讓狗隻在公共地方隨處便溺等。

在私人樓宇內，只要沒有違反大廈公契，飼養寵物均屬合法。大廈公契是大廈落成後，由大廈發展商與第一手買家簽訂的文件，該文件對大廈現時及其後的所有業主，都具有法律效力。如果公契內沒有列明飼養寵物事宜，一般都可視為可飼養寵物。香港司法機關早已確立飼養寵物是任何人享用私人單位時的正常行為。如果大廈禁止飼養寵物，公契必須明確指出；若有住戶因為飼養寵物而違反公契守則，業主立案法團可對違規者興訟追究。然而，即使公契禁止住戶飼養寵物，業主立案法團亦有權酌情處理。當他們收到住戶飼養寵物的申請時，有責任避免無理地拒絕對方。

養寵物有多好？

紐約州立大學布法羅分校 2009 年的研究中，研究人員發現，在緊張的工作和經歷了壓力之後，如果人們的寵物和家人陪在身邊，能夠幫助他們更好的釋放情緒，清除壓力。



人本視野

寵物之所以被棄養，是因為主人並沒有認真考慮清楚居所的限制，這令他們陷入應該遷居還是棄養的兩難局面之中。遺憾的是，這往往都使寵物成為了最終的犧牲品。與此同時，有很多人非常不負責任，即使非常清楚所居住的大廈並不容許飼養狗隻，但仍然固執而行。當大廈管業處或房屋機構收到有人飼養寵物的投訴，這些主人便要在棄養或遷走之間作出抉擇。根據2010年對狗主和貓主進行的普查顯示，香港有接近10%的狗主居住於公共租住房屋內，另有20%居住於資助租住房屋內。由此估計，目前有超過3萬隻狗正面臨被遺棄、棄養或送走的風險。





習作簡介

本習作嘗試設計及製作一台四足仿生物造型的機械人，以取代傳統寵物。此機械寵物除了可代替真正的寵物帶給主人歡樂，亦同時可參加機械人的運動比賽，如跑步和拔河等。

學習目標

學生在設計與製作四足步行機械動物的過程當中，學習及掌握連桿、曲柄、齒輪等機械原理。本習作將以交叉式連桿設計機械人的步行動作。各同學可於完成習作後再自行以兩人一組，分組製作八足步行機械人。

設計大綱

設計及製作一具四足步行機械人，它必須利用馬達來驅動，可以靈活向前競步，並以最短的時間完成2m距離的路程。

創業家思維

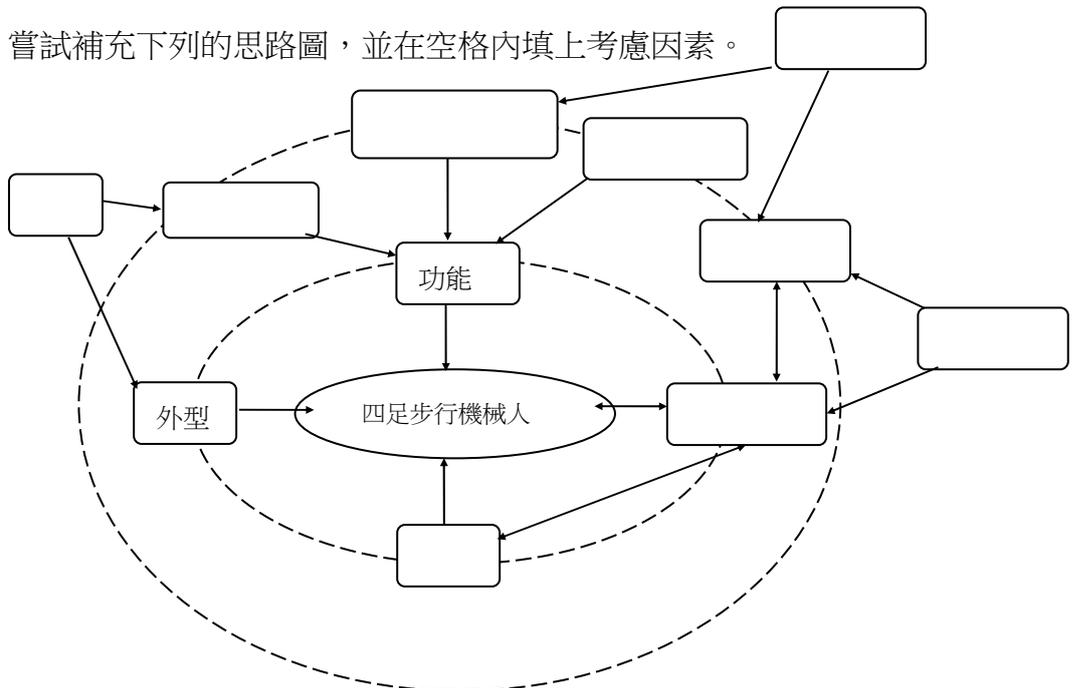
思路圖繪製方法：

1. 從一張白紙的中心開始繪製，周圍留出空白。
2. 用一幅圖像或圖畫表達你的中心思想。
3. 在繪製過程中使用顏色。
4. 將中心圖像和主要分支以線連接起來，然後把主要分支和二極分支連接起來，再把三極分支和二極分支連接起來，依此類推。
5. 在每條線上寫上一個關鍵字。
6. 盡量使用圖形。

「思路圖《Mind_Map》是一種整理腦中思緒的筆記方式，相較於傳統筆記、文章或列表，思路圖則是採用「樹狀」的「平面」結構來記錄，由於這些單向、線性式的記錄方式更接近我們大腦實際的運作方式，因此習慣之後，得以讓我們跳脫過於簡化且無效率與創造力的線性思維，使得思考與記憶力效率大增！思路圖適合整理、記錄並展示開發產品時的思維；它不僅適合開會的時候給他人做展示，在自己理清思路的時候也非常好用。

在決定設計方案前我們同樣可以「思路圖」的方式去找出所有考慮因素。在圖中心的地方是最後方案，跟貼其外的是影響這方案的考慮因素。

嘗試補充下列的思路圖，並在空格內填上考慮因素。





設計規格

所設計的機械人必須：

1. 以亞加力膠片為原材料去製作機械人底板及四肢，並須經由鐳射雕刻機加工製作而成；
2. 必須使用田宮模型TA-70093 馬達齒輪箱；
3. 以12mm扁鋁枝屈製腳座；
4. 使用環保物料作裝飾；
5. 經速度測試；以最短時間完成2m距離的路程為勝；
6. 具擺設用途。

物料

每人將獲提供三速馬達齒輪箱模型一盒，各同學製作時必須注意以下要點：

1. 按說明書方法製作高速馬達齒輪箱；
2. 多餘及用剩餘的零件，請交回工場內進行分類回收。



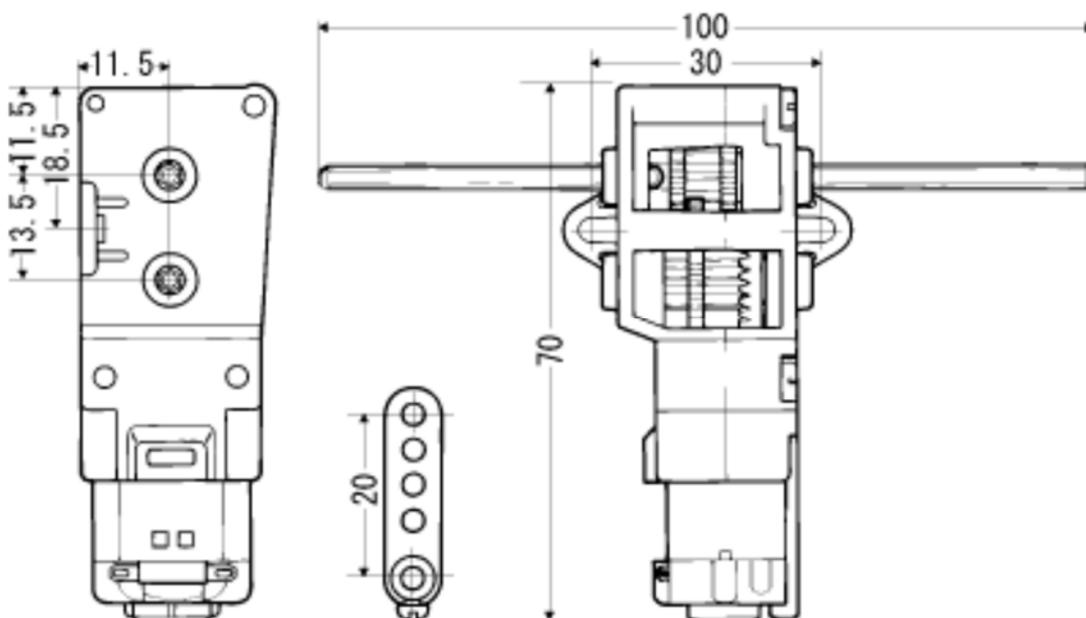
田宮模型

田宮公司是一家日本塑料模型、無線電遙控汽車模型、電池與太陽能教育模型和航海模型的製造商。公司於1960年代早期由田宮義雄在靜岡建立。因其商標由一紅一藍兩方格分別藏有星星圖案而成，故一般模型愛好者稱其為「雙星」模型。

三速馬達齒輪箱模型

本習作採用的馬達齒輪箱模型為田宮出品的三段速度齒輪箱，透過不同組合方式組裝模型內附之齒輪組件，便可改變齒輪比，進而改變速度。下圖為組裝完成後的實體尺寸示意圖。於本科及一般工程上量度的長度單位為「毫米」Millimeter (mm)。

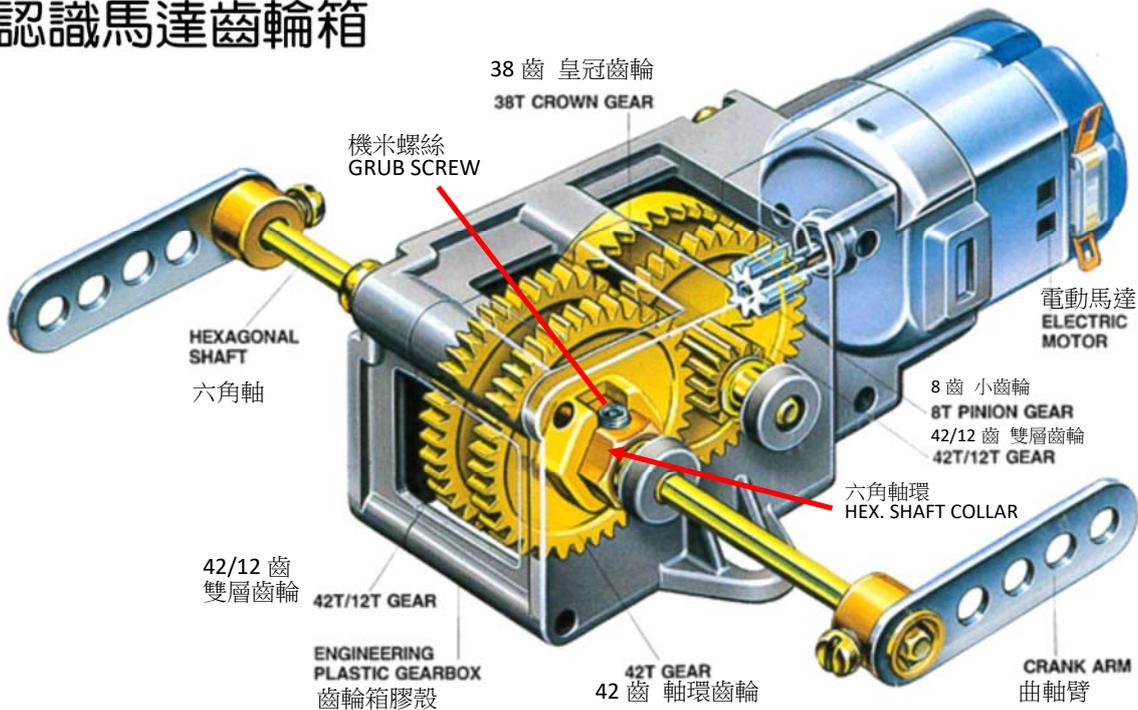
T



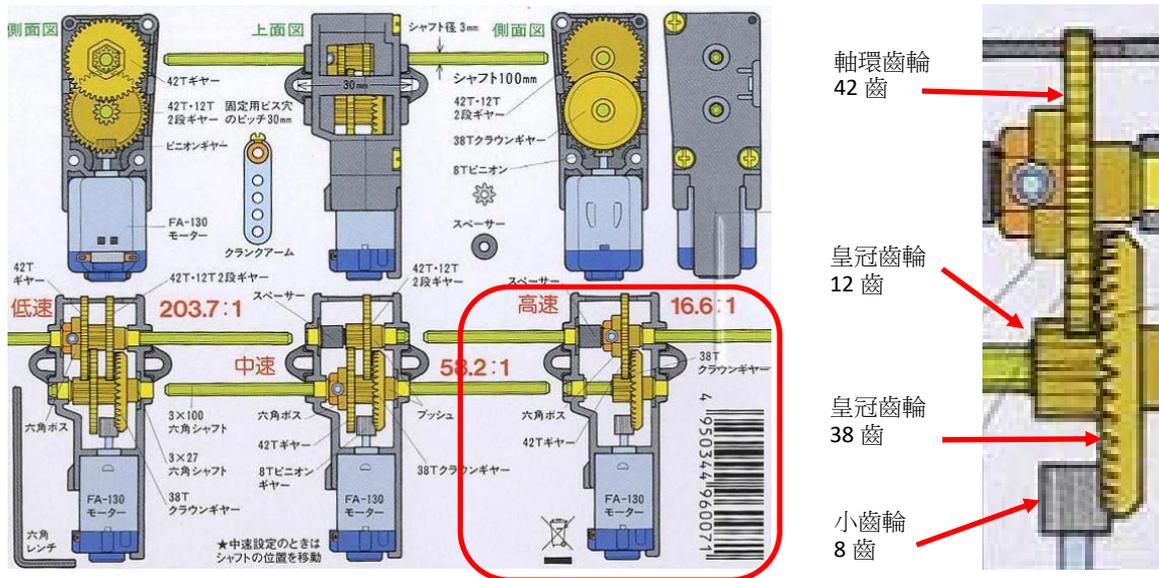


認識馬達齒輪箱

T



我們所採用的齒輪箱型號為 TA 70093，共可提供三段速度。本習作將以速度為主，故此我們採用最低齒輪比 16.6:1 (高速) 來進行製作。



高速齒輪共有兩組齒輪組：第一組為 8 齒的小齒輪配 38 齒的皇冠齒輪，第二組為 12 齒的皇冠齒輪配 42 齒的軸環齒輪。第一組齒輪比為 38:8，第二組為 42:12。因兩組齒輪組均以中間的皇冠齒輪為傳遞動力，位於皇冠齒輪上 12 齒的齒輪與 38 齒的齒輪為同速，故兩組齒輪合共齒輪比為各自齒輪比相乘。

$$\text{齒輪比} = \frac{38}{8} \times \frac{42}{12} = \frac{16.625}{1}$$

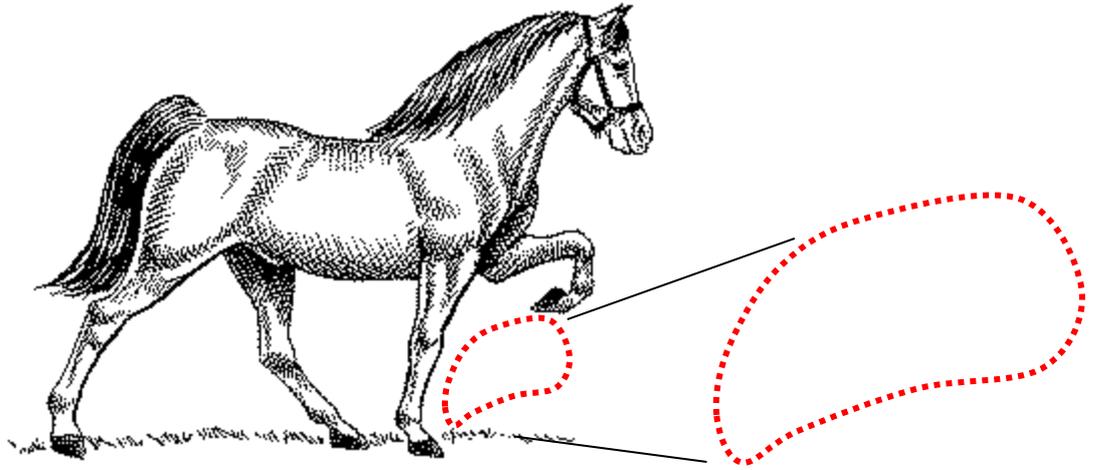
請先將車軸均分為兩段，每段 50mm。再於下次上課前按高速齒輪箱製作方法完成後帶回來。

S

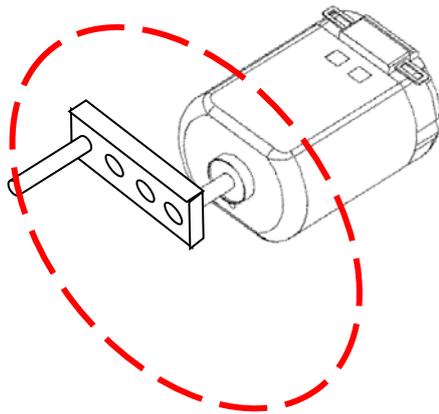


步行機械人如何運作？

步行機械是一種以簡單馬達、齒輪、曲軸和連槓組合而成之機械構造，它能模彷動物步行時腳步之型態，做出提步踏步的連續動作。



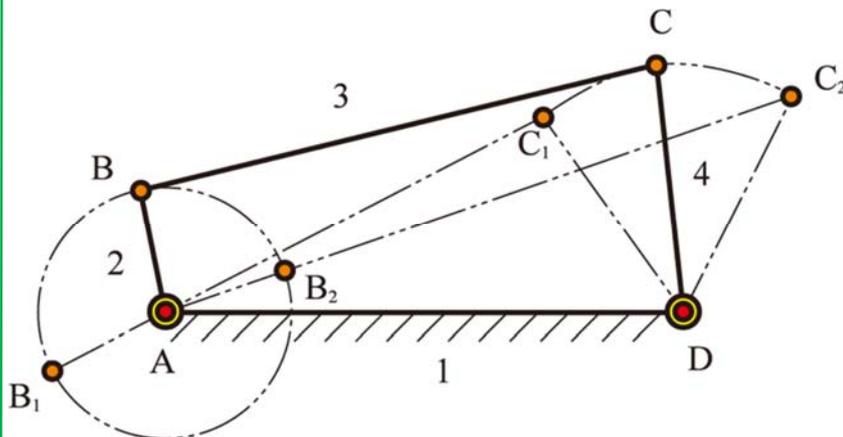
由於當馬達轉動時其軸心不停旋轉，若以一物料做成指針狀連於其上便可造出圓周運動。此物料看起來像是由彎曲了的軸心伸延出來，故此稱為「曲軸」。



要設計出機械組件能透過驅使馬達的旋轉運動做出動物步行時的提步踏步動作看似不易，但只要瞭解一些範例設計你也可輕易設計自己的步行機械。

四連桿機構

四連桿，機架為礎，首尾二桿，一轉一搖，中連浮桿；轉為力之始，是謂曲軸，搖為搖桿，力所共出之處也。



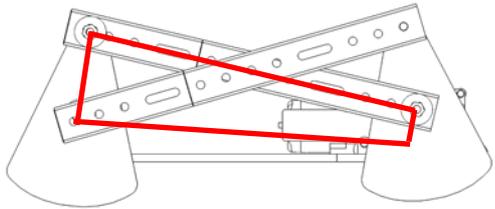
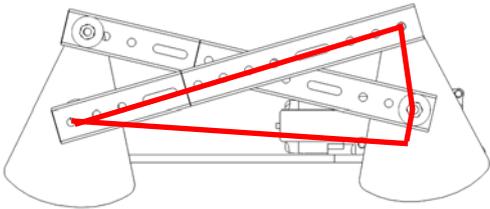
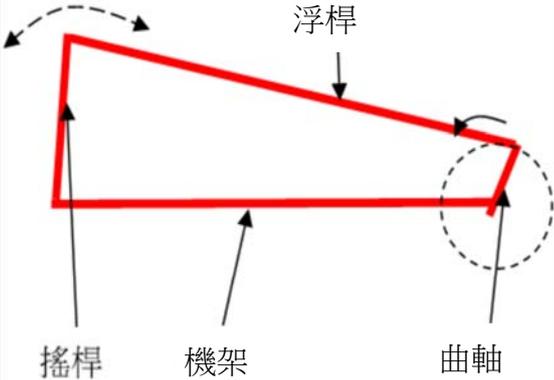
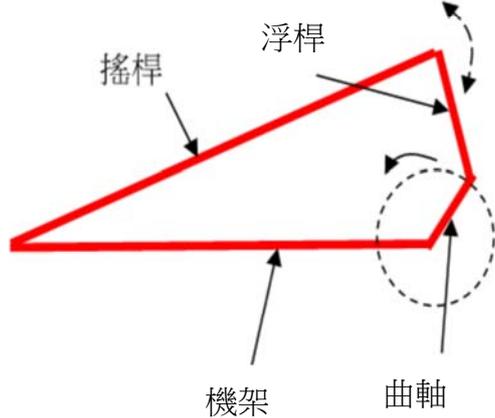
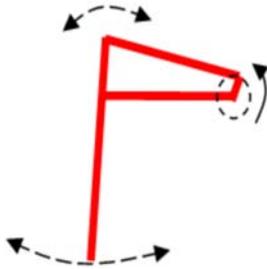
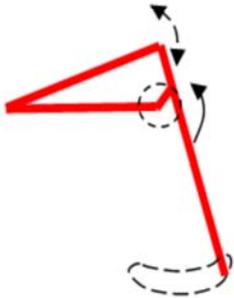
- 1→連心線（機架）
- 2→曲軸
- 3→浮桿（連接桿）
- 4→搖桿



T

四足交叉式連桿機械人的運作原理

要將馬達的旋轉動作轉換成步行動作並不容易，我們需要運用連桿機構來進行。此交叉式連桿機械人可分解為前後兩組「四桿關鍵機構（four-bar chain mechanisms）」，如下兩圖所示。

前組	後組
	
 <p>浮桿隨著曲軸轉動而推動搖桿作前後擺動。</p>	 <p>浮桿隨著曲軸轉動而推動搖桿作上下擺動。</p>
 <p>搖桿帶動前足作前後擺動。</p>	 <p>浮桿帶動後足作上下提步踏步之動作，同時因浮桿被曲軸約束迫使後足作前後踢腳，因而產生步行之軌跡。</p>



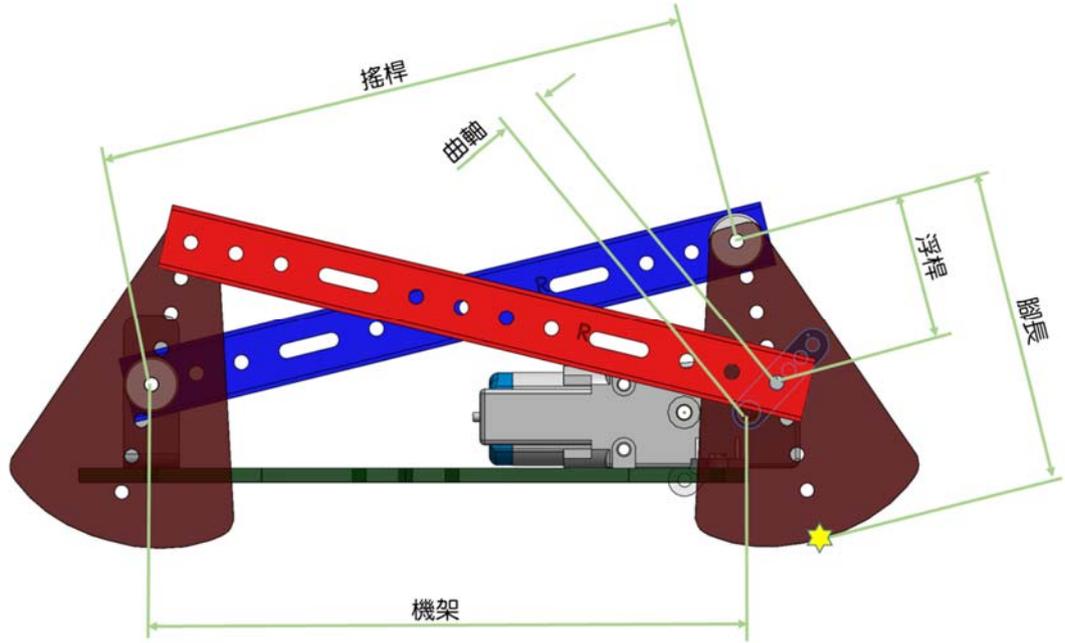
S

四足交叉式連桿機械人的實驗

請登入 eClass，進入設計與科技教室，再前往教學內容，搜尋「4 Legged Robot Simulation」的工作表，這需要用 Microsoft Excel 開啟，同時需要啟用巨集。

動力來源

馬達為此四足機械人動力來源。由 U 型鋁架、底板及馬達共同組成虛擬機架，馬達軸心便成為曲軸軸心，馬達的旋轉動作便成了曲軸的時針動作。



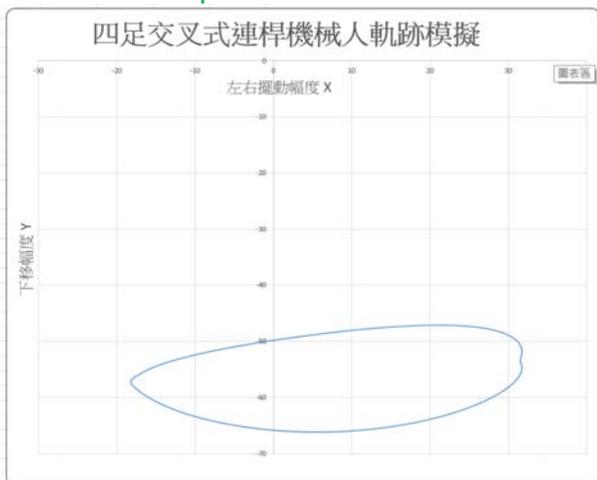
在左邊第二行 A 至 E 欄填上不同數值，以觀察軌跡變化。你也可按數字下箭咀來作增減控制。如要返回預設數值，可按「重置」。

	A	B	C	D	E	
1	機架	曲軸	浮桿	搖桿	腳長	
2	130	9	32	130	67	
3	▲	▲	▲	▲	▲	重置
4	▼	▼	▼	▼	▼	
5						

問題

1. 機架長度大過 153 或短於 107 時，軌跡圖會有何變化？_____
2. 浮桿增長，軌跡圖會移向何方？_____
3. 搖桿增長，軌跡圖會移向何方？_____
4. 腳的長度增減除了放大縮細軌跡圖外，會否影響圖形結構？_____

5. 請於下方空格繪出以下數值連桿軌跡。



機架	曲軸	浮桿	搖桿	腳長
118	19	30	129	71





題目	認識齒輪箱
設計作業	四足步行機械人
課本頁數	P.66-68

學會甚麼？

今天我學會了 . . .

1.																			
2.																			
3.																			

今天完成的任務

今天我完成了 . . .

1.																			
2.																			
3.																			
4.																			

夢想隨筆

課堂感想

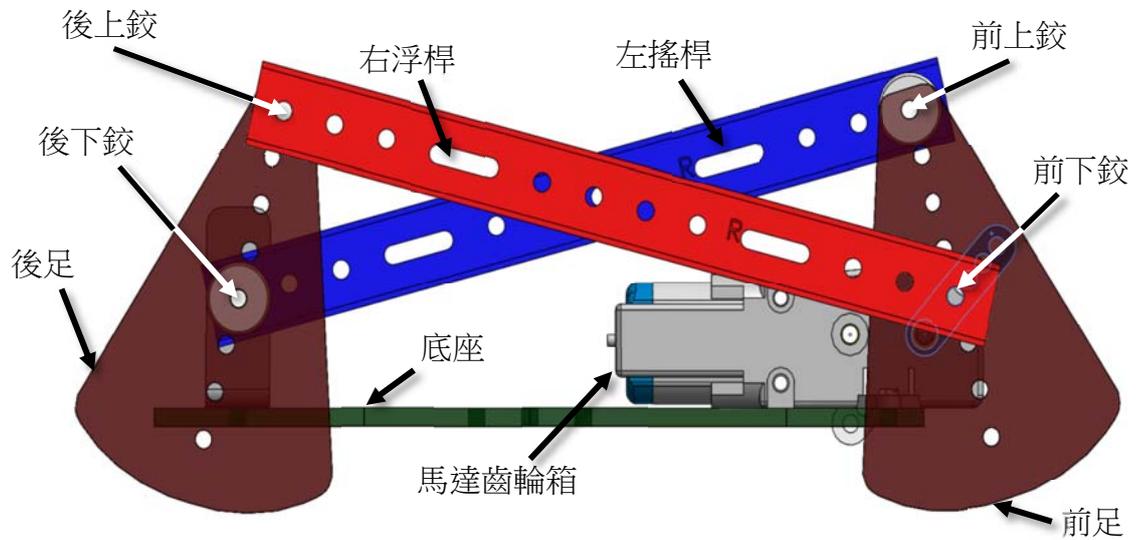
夢想隨筆是一個空間讓同學可任意設計自己的東西。如找不到合適題材，同學可以在此繪出近日生活中遇見的好設計。請於圖中加入文字說明。所有繪圖必須以鉛筆繪製，並以木顏色筆著色。

人生幾何？直正方圓！

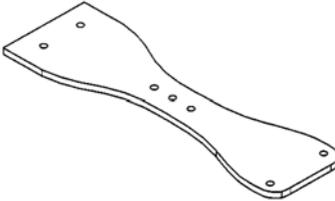
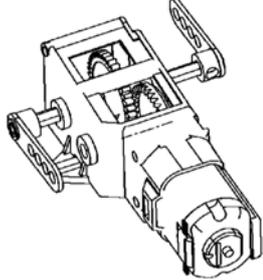


四足交叉式連桿機械人製作

本習作將運用萬能組合膠件製作四足機械人，完成後的側面圖是這樣的：



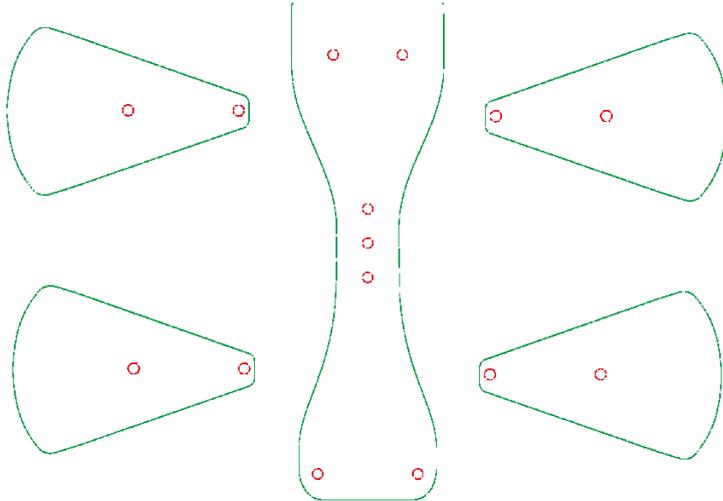
以下為使用的零件列表：

		
長型膠條 x 4pcs	亞加力膠片底座 x 1pcs	田宮 70093 馬達齒輪箱 x 1pcs
		
M3 螺絲 10mm x 2pcs 12mm x 2pcs 15mm x 4pcs 20mm x 4pcs	M3 螺帽 x 24pcs	M3 墊圈 x 22pcs

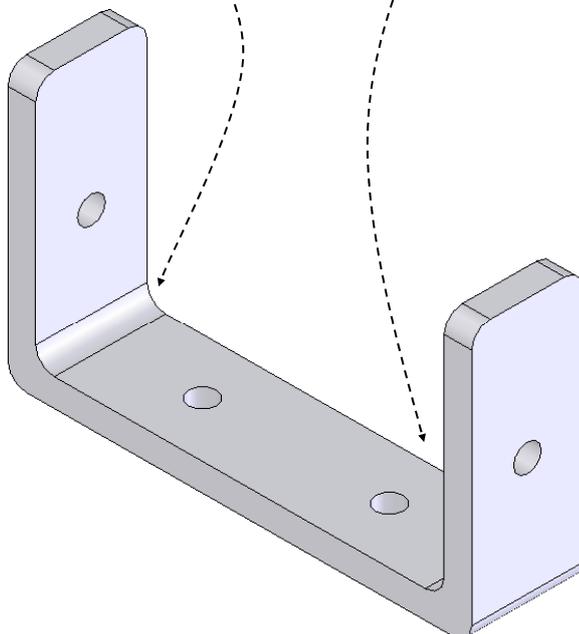
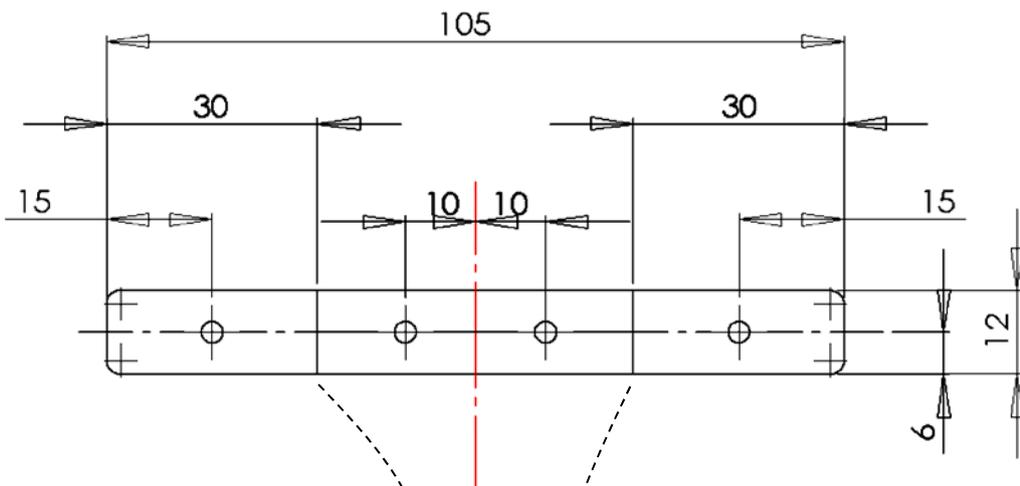
製作步驟



按圖於CorelDRAW中繪出底座及腳，再利用鐳射雕刻機於亞加力膠片上將圖樣切割出來。



按下圖尺寸以12mm偏鋁條製作出U型支架



M

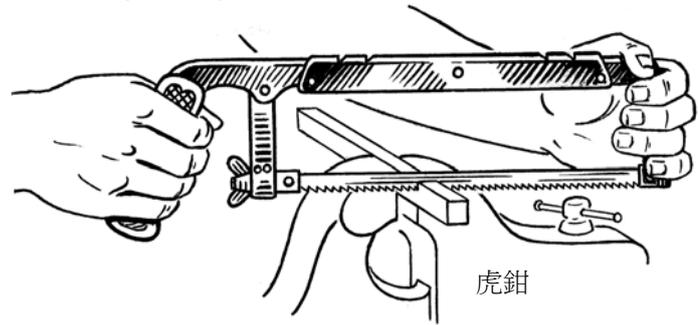
於本科及一般工程上量度的長度單位為「毫米」Millimeter (mm)。



製作 U 型鋁條步驟

成功製作 U 型鋁條是製作此機械人的關鍵因素。以下為製作步驟：

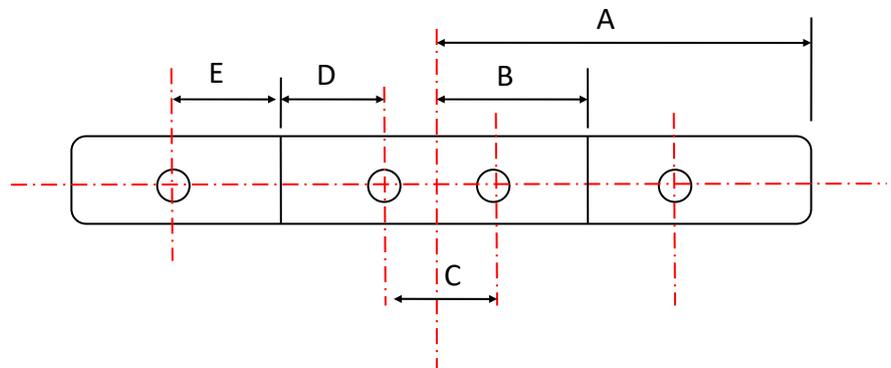
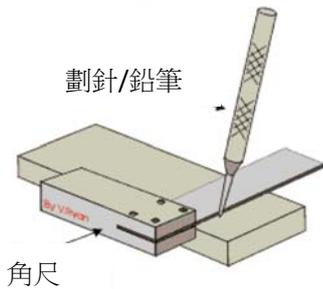
1. 先用弓形鋼鋸，鋸出正確長度(105mm)。



2. 再以鉛筆，鋼尺和角尺劃線。

工程圖一般以毫米(mm)為單位，圖中列出的尺寸以不重覆及精簡為原則，這些尺寸不一定可直接運用於製作上。我們需要重新計算每細項尺寸，並將尺寸詳細記錄下來以便製作。因為此 U 型鋁條為機械人前腳的支架，具對稱性，所以我們必須先找出其中心線位置，再進而找出所有由中心線起量度的尺寸。

請參閱第 11 頁的工程圖，並比較以下簡圖。嘗試理解下表中各項尺寸的計算方式。



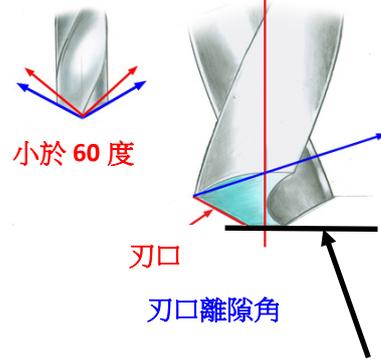
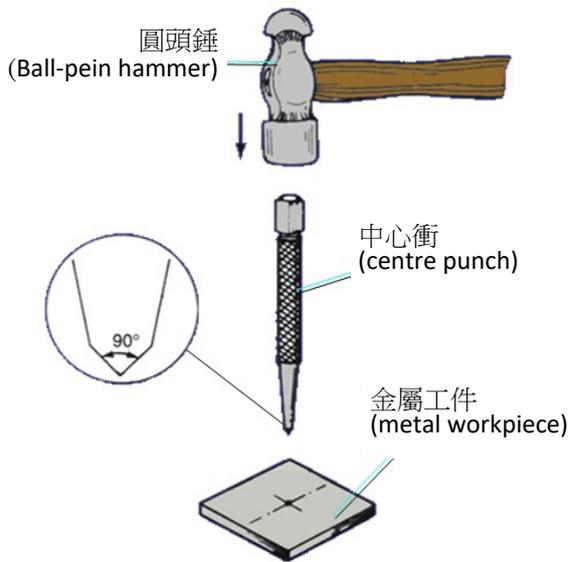
M

A	全長的一半 = $105 \div 2 = 52.5$
B	將 A 減去末端的 30 = $52.5 - 30 = 22.5$
C	因左右對稱，兩邊孔與中心距離相加 = $10 + 10 = 20$
D	$D = B - C$ 的一半 = $22.5 - 20/2 = 22.5 - 10 = 12.5$
E	$30 - 15 = 15$



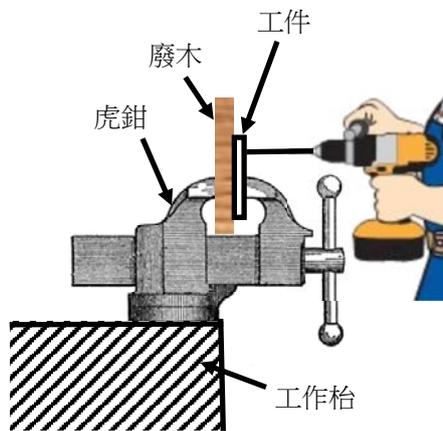
T

3. 以中心衝打出中心點標記。

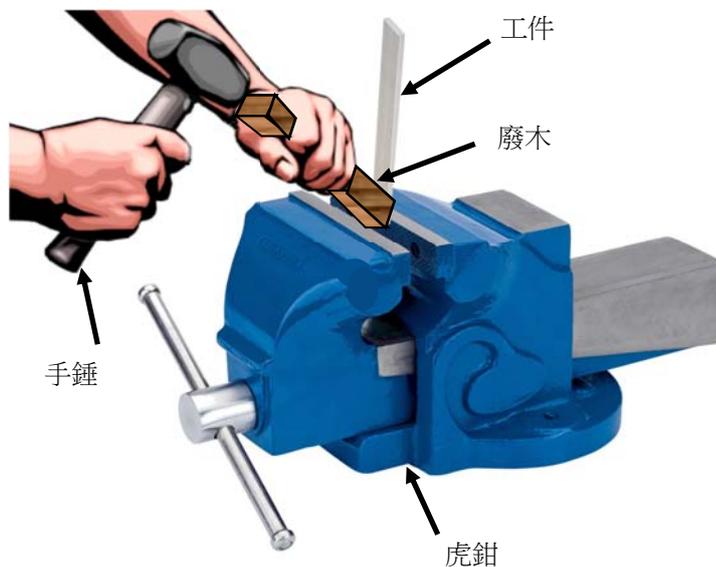


因鑽咀末端是平直的所以我們必須預先在物料表面衝出一個定位用的小凹位。

4. 用手電鑽鑽孔。



5. 以虎鉗夾穩，並以手錘敲打成形。



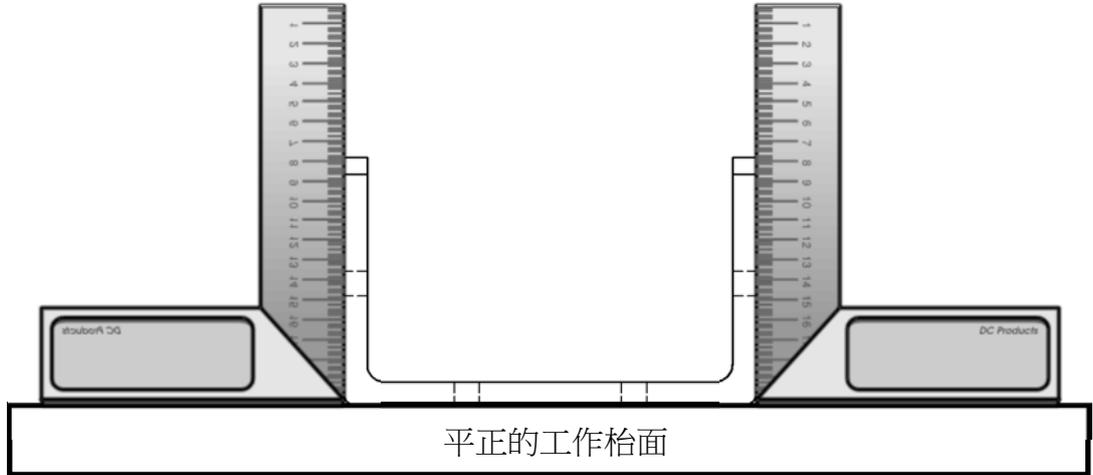


T

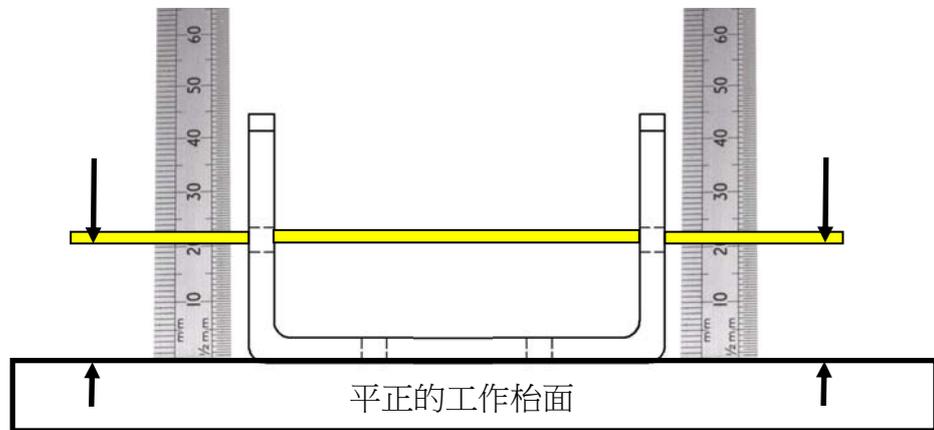
U 型鋁條測試

製作完成 U 型鋁條後，必須經過檢測確保符合規格。同學可按以下方法進行檢測：

1. 測量左右兩邊鋁條是否與底板成正角。這點會影響日後機械人裝嵌的。

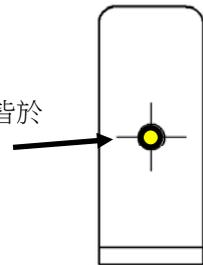


2. 測量左右兩邊孔位離低高度。如左右不一，機械人左右腳便將高低不一，步行時會一拐一拐的，無法行得直和快。

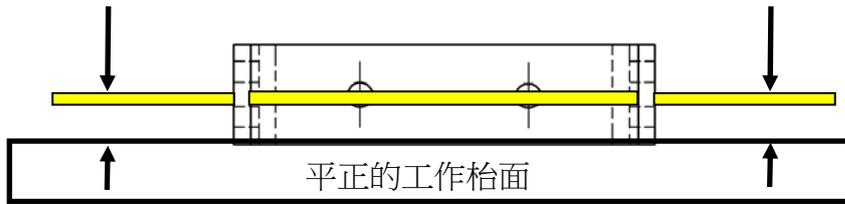


2. 測量左右兩邊孔位是否位於同一軸心。
如左右不一，機械人左右腳便會一前一後，步行時會轉彎的。

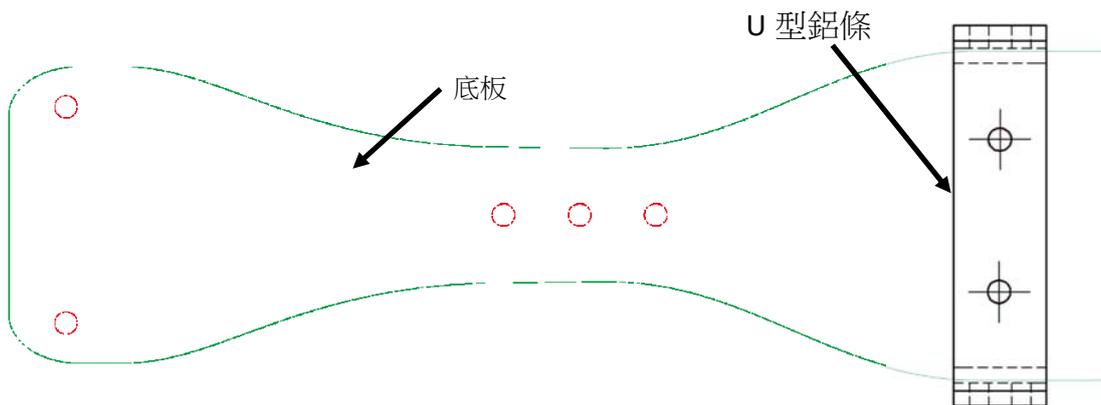
側望左右兩孔皆於
同一位置上



3. 測量四個孔位是否位於同一直線，否則機械人是不能行直線的。



4. 最後檢查 U 型鋁條底部兩個小孔是否與底板吻合。



修正方法

1. 上述第一點如有錯誤可用手鉗弄回直角；
2. 如小孔的位置只差少許，則可用針銼將其擴大少許；
3. 如小孔的位置相距甚遠，則建議重新開孔；
4. 上述第二項測試是無需對準尺寸來進行的，只要左右一至便行；

注意：

人手製作的工件出現偏差是在所難免的，如非必要無須重新製作。但假若同學期望追求完美，每人也不可重新製作多於兩次，以示公允。



題目	製作 U 型鋁條
設計作業	四足步行機械人
課本頁數	P.128-137

學會甚麼？

今天我學會了 . . .

1.																			
2.																			
3.																			

今天完成的任務

今天我完成了 . . .

1.																			
2.																			
3.																			
4.																			

夢想隨筆

課堂感想

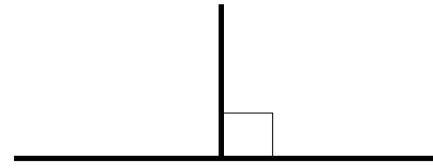
夢想隨筆是一個空間讓同學可任意設計自己的東西。如找不到合適題材，同學可以在此繪出近日生活中遇見的好設計。請於圖中加入文字說明。所有繪圖必須以鉛筆繪製，並以木顏色筆著色。

人生幾何？直正方圓！

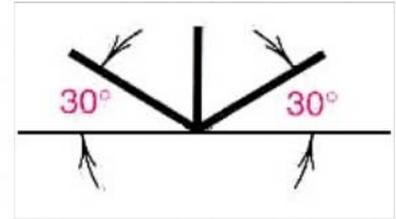


立體圖繪製

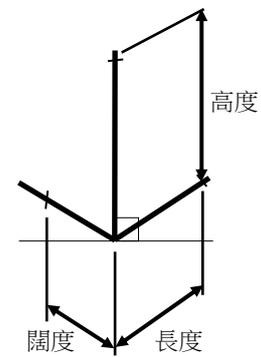
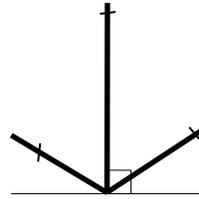
第一步：先劃一水平線，再在其上找一點向上劃垂直線。



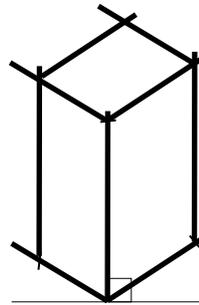
第二步：在兩線相匯處分劃左右各一傾斜角度為 30 度斜線。



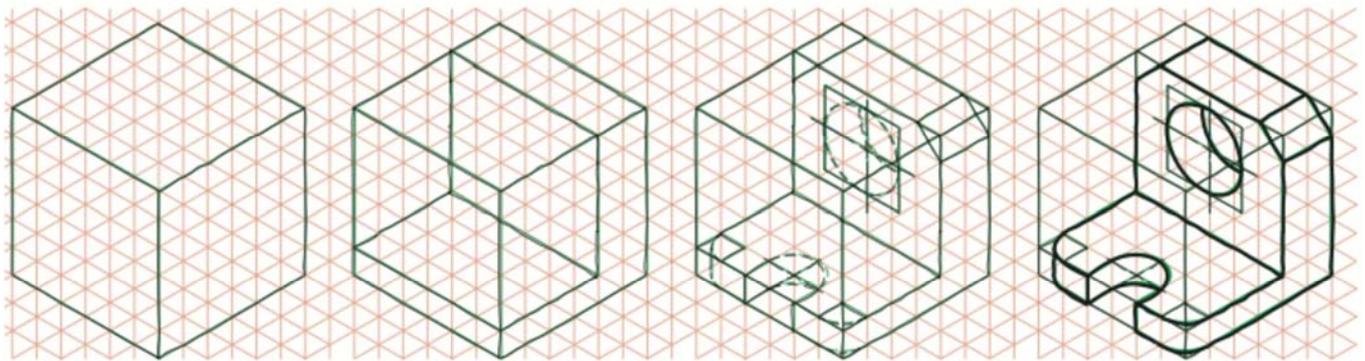
第三步：在兩條斜線及垂直線量度並記下要繪物件之長度、闊度及高度。



第四步：在長度、闊度及高度的刻度位置繪畫平行線。



第五步：繪畫細節並加深色線段。



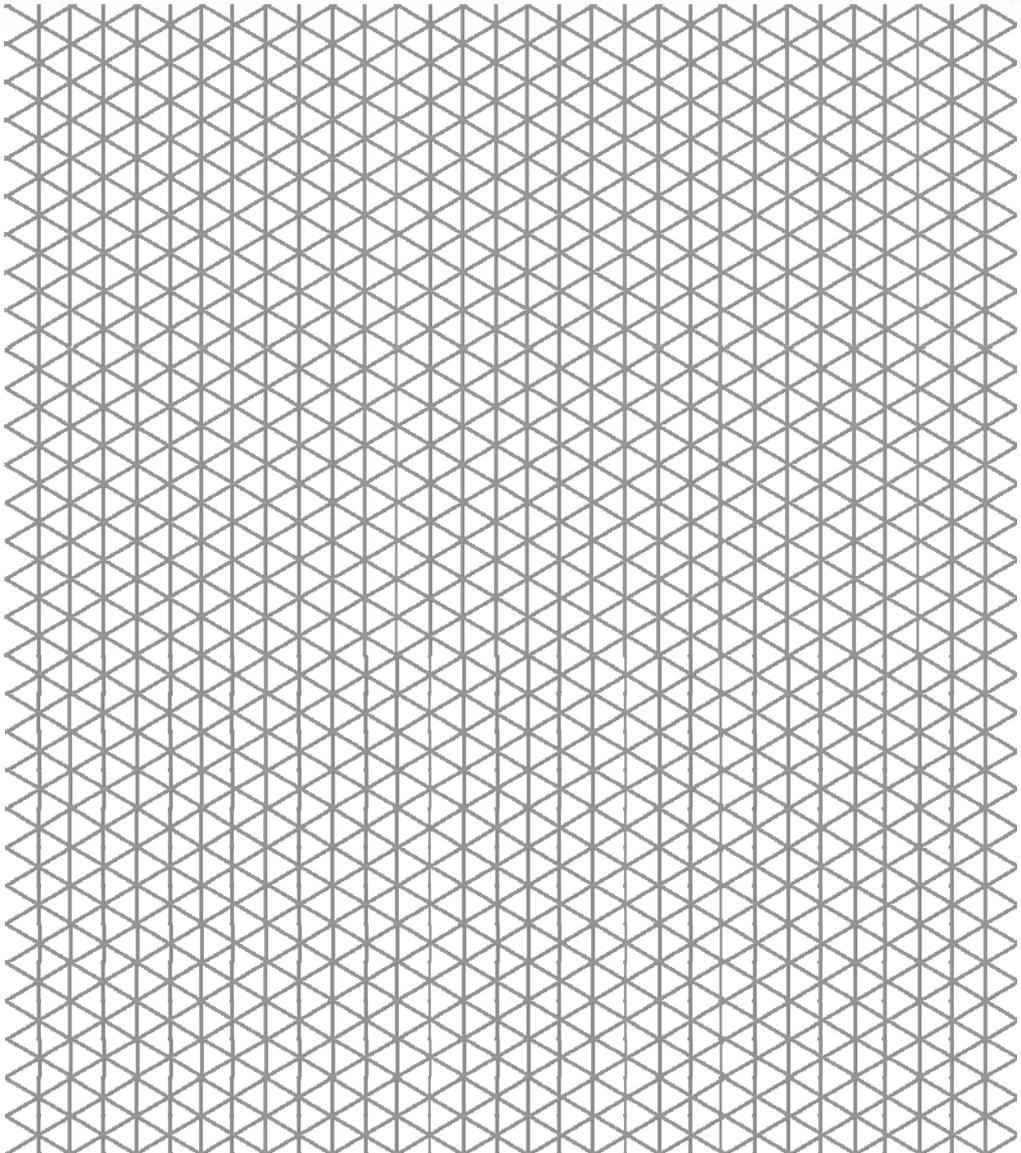
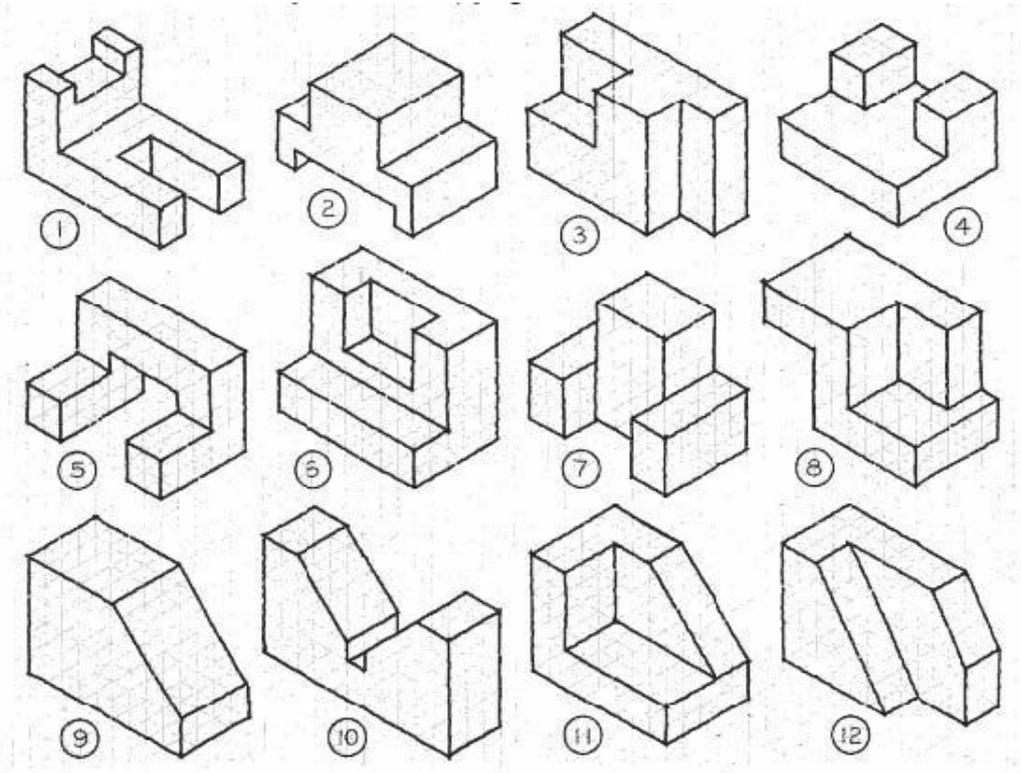
STEP 1
BUILD THE FRAME

STEP 2
BLOCK IN THE DETAILS

STEP 3
ADD THE DETAILS

STEP 4
DARKEN THE LINES

繪圖練習 — 請將圖 1-12 繪畫左下列立體圖紙上。



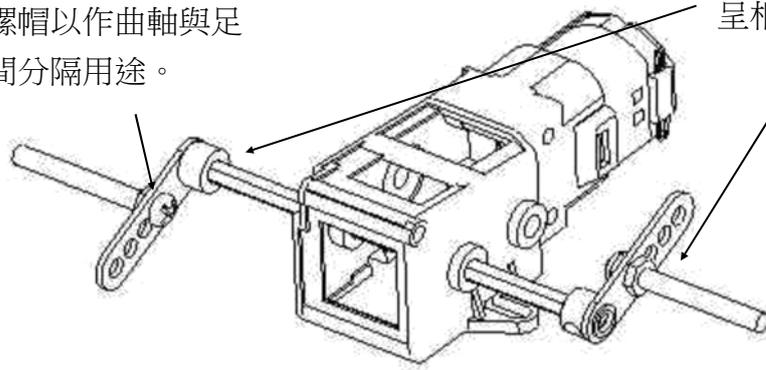


組裝機械人

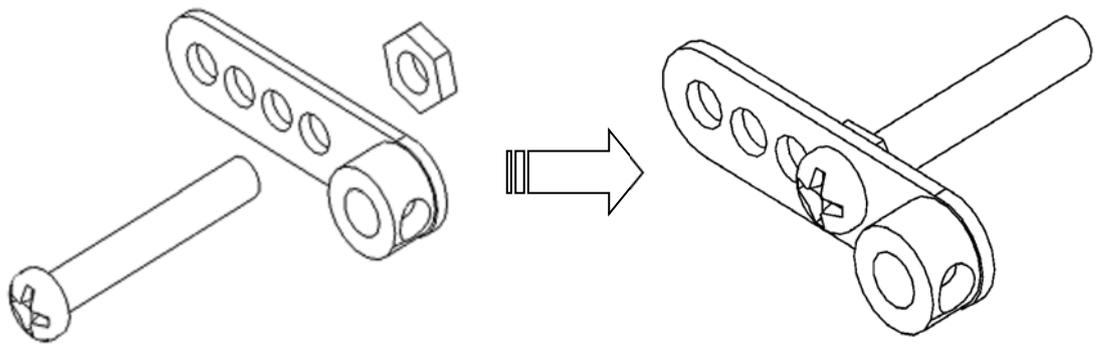
1. 裝配兩個高速馬達齒輪箱，詳情見田宮的說明書。

曲軸末端必須先安一粒螺帽以作曲軸與足件間分隔用途。

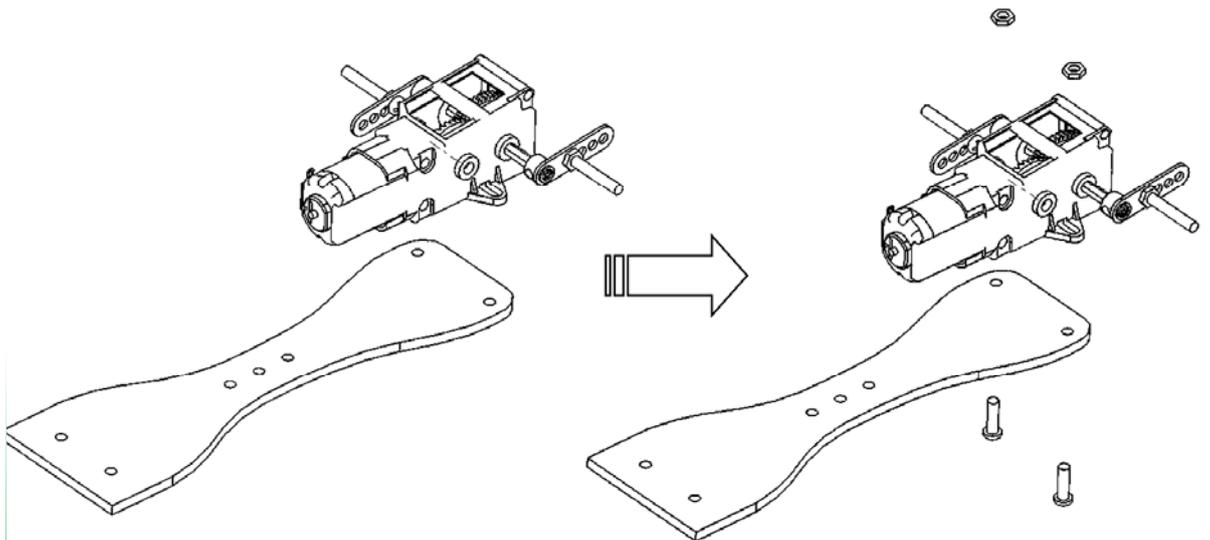
確保兩支曲軸是呈相反方向的。



注意：請先將 20mm 長螺絲固定於曲軸第一格上。

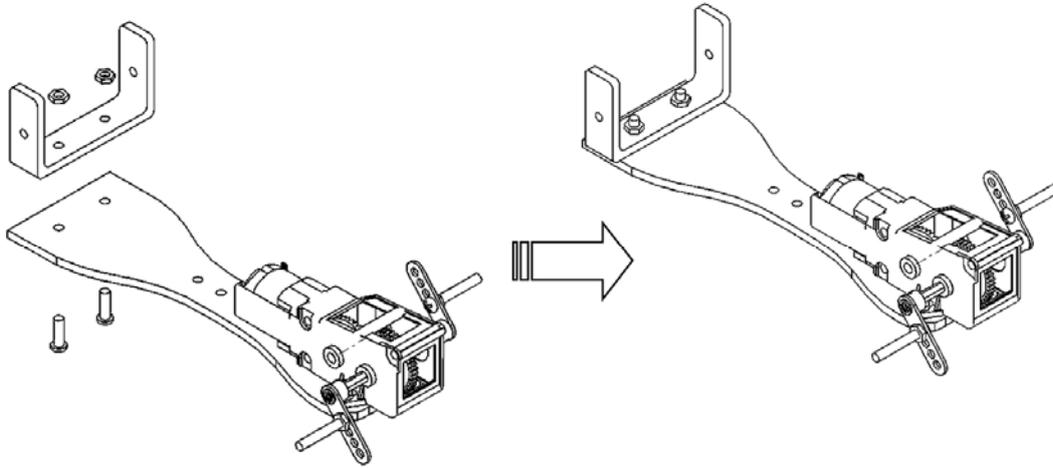


2. 利用兩枚 10mm 螺絲及兩枚螺帽將馬達齒輪箱與底座結合。注意螺絲必須從底下往上收緊，如圖。

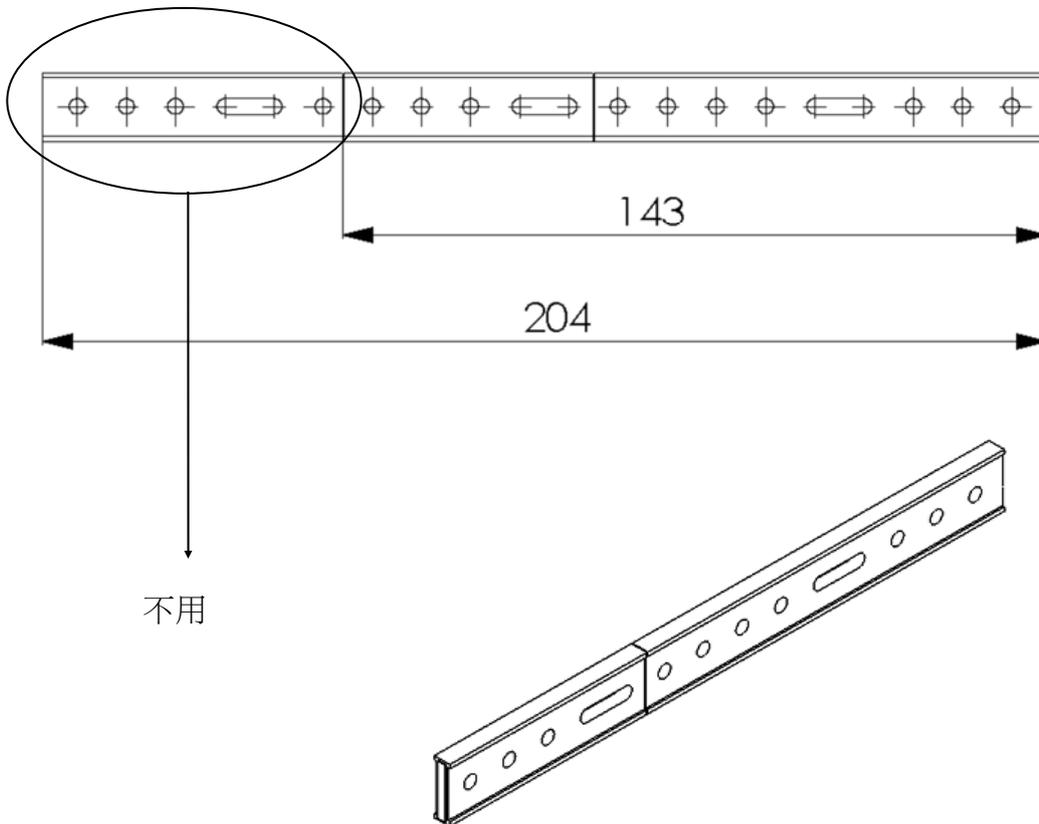




3. 再以兩枚 12mm 螺絲及兩枚螺帽將 U 型支架與底座結合。注意螺絲必須從底下往上收緊，如圖。

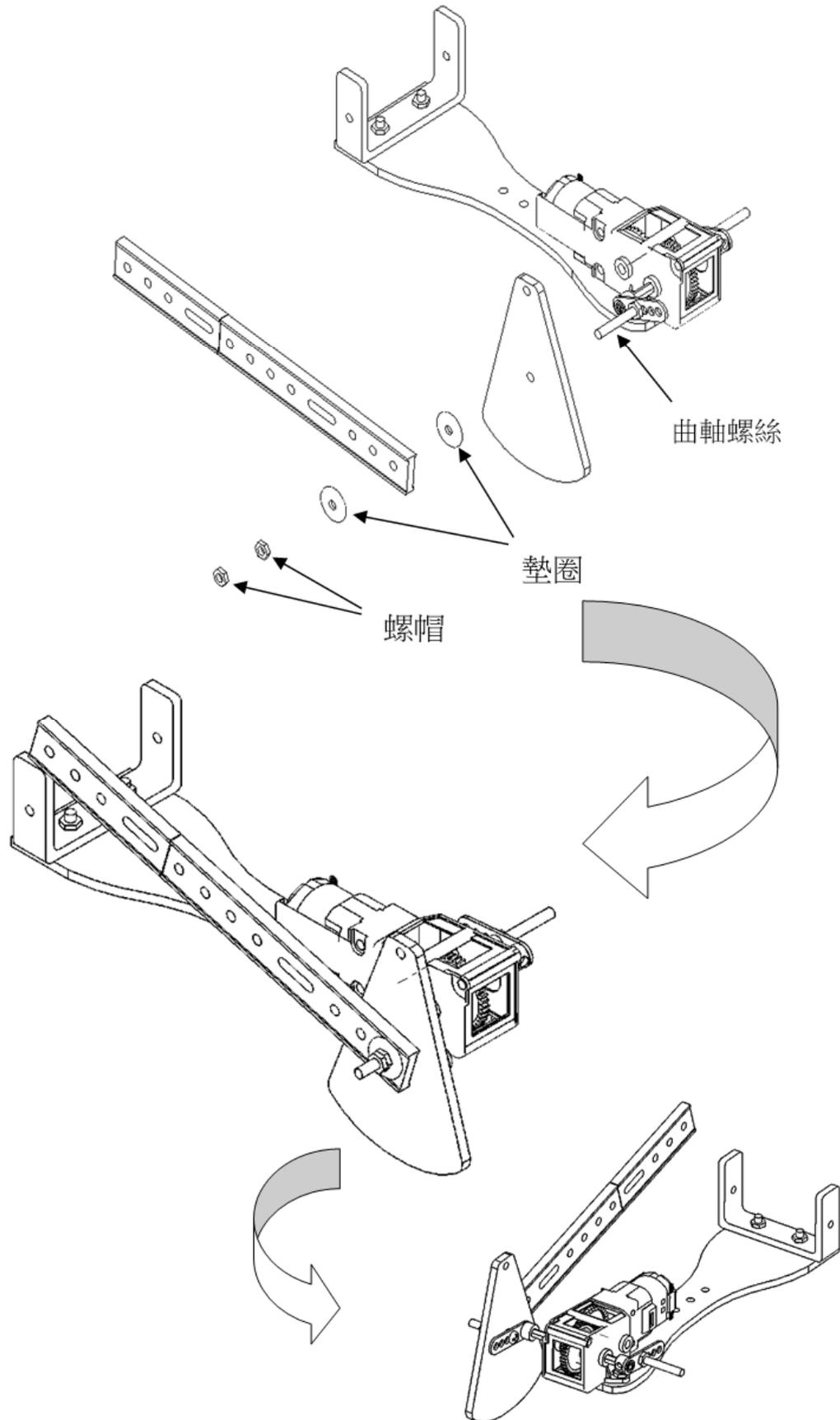


4. 將 4 條萬能組合膠條如下圖分成兩段，將長的一截保留作連桿之用。

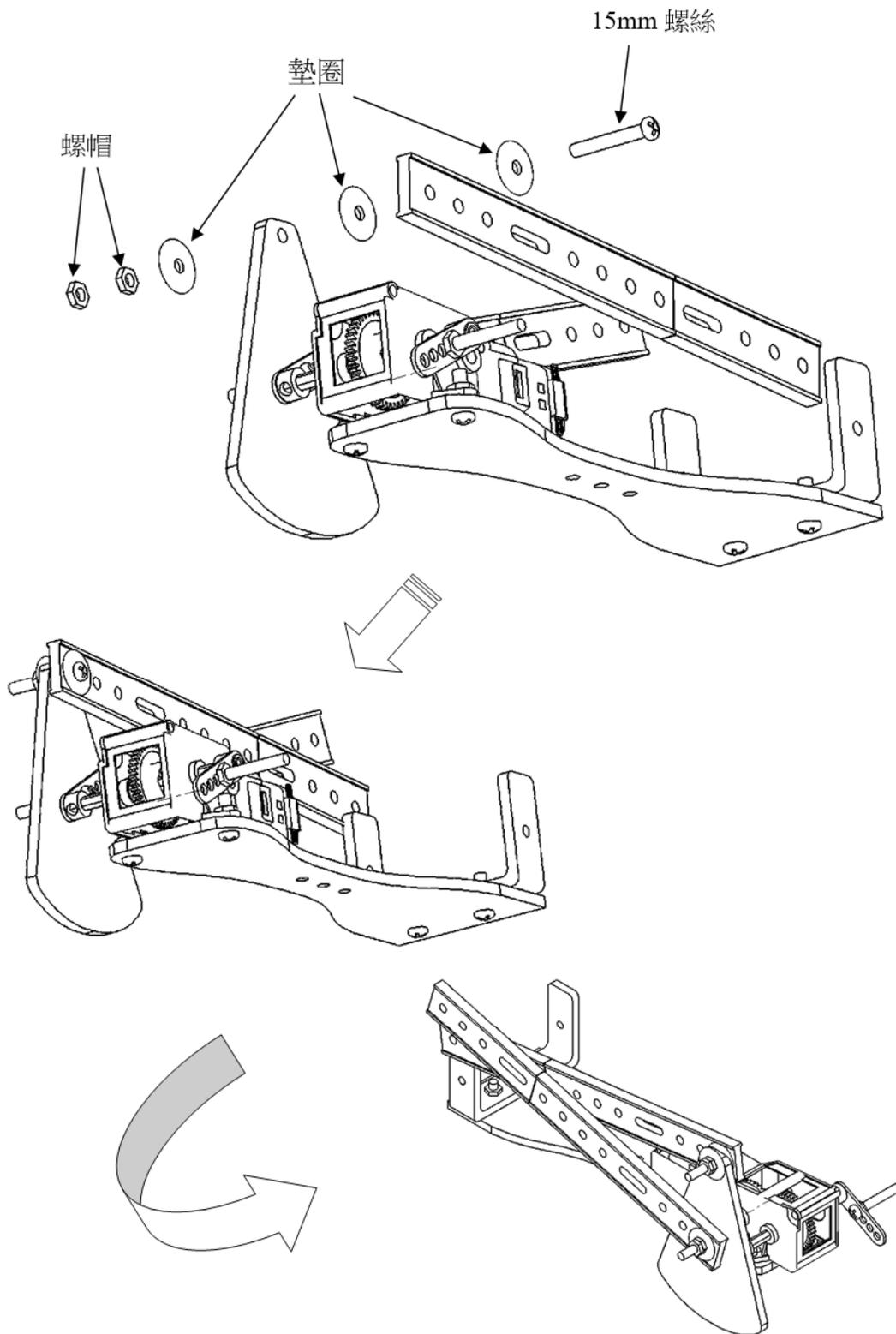




5. 先安裝連接曲軸的足件和連桿。必須在各組件間加入墊圈（俗稱介子），使活動時更暢順，並用兩枚螺帽互相鎖緊。

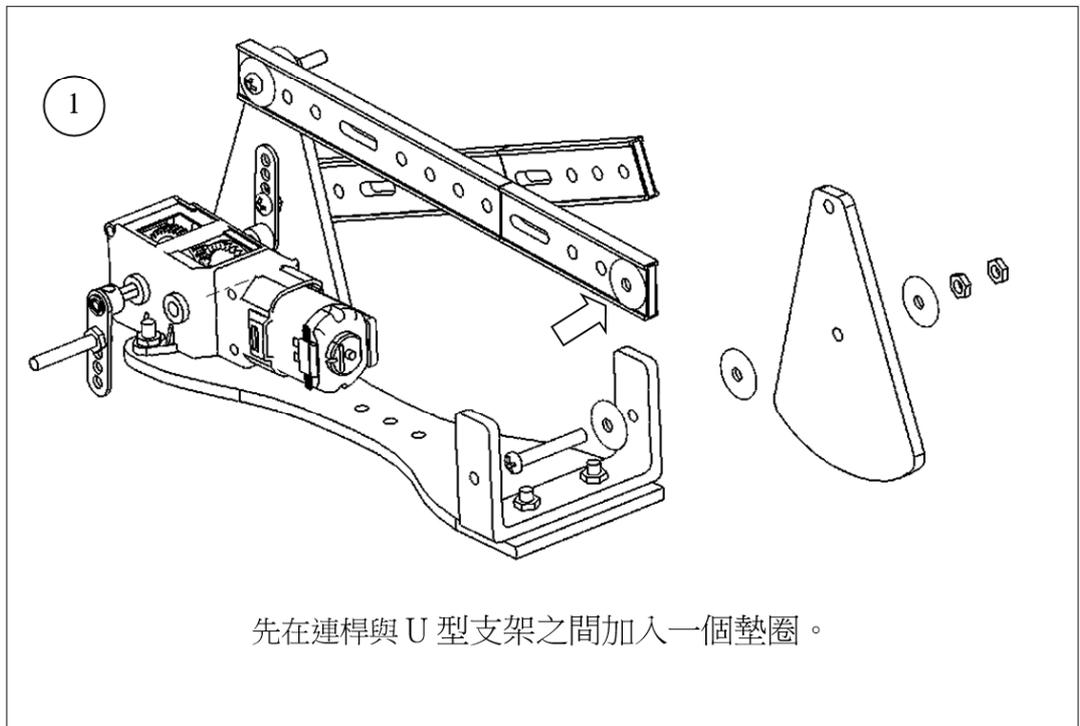
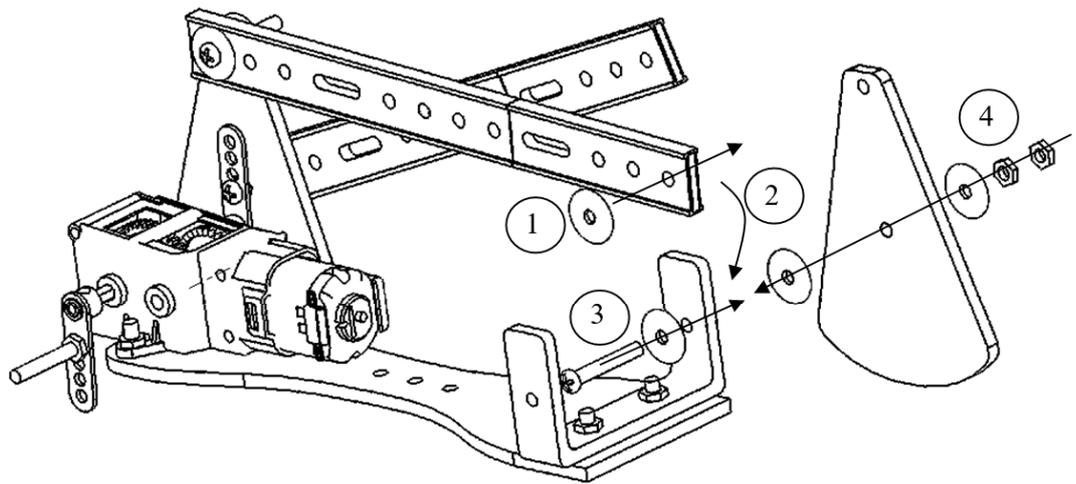


6. 再將另一連桿以相同方法安裝於機械人足件上方。注意螺絲必須從機械人體內向外穿出。



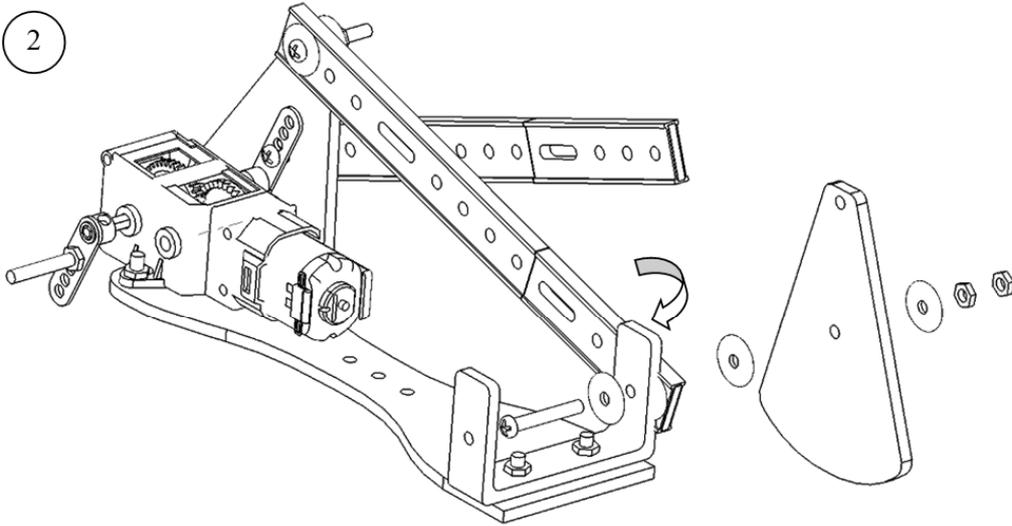


7. 按以下次序將 U 型支架跟足件和連桿連接起來。



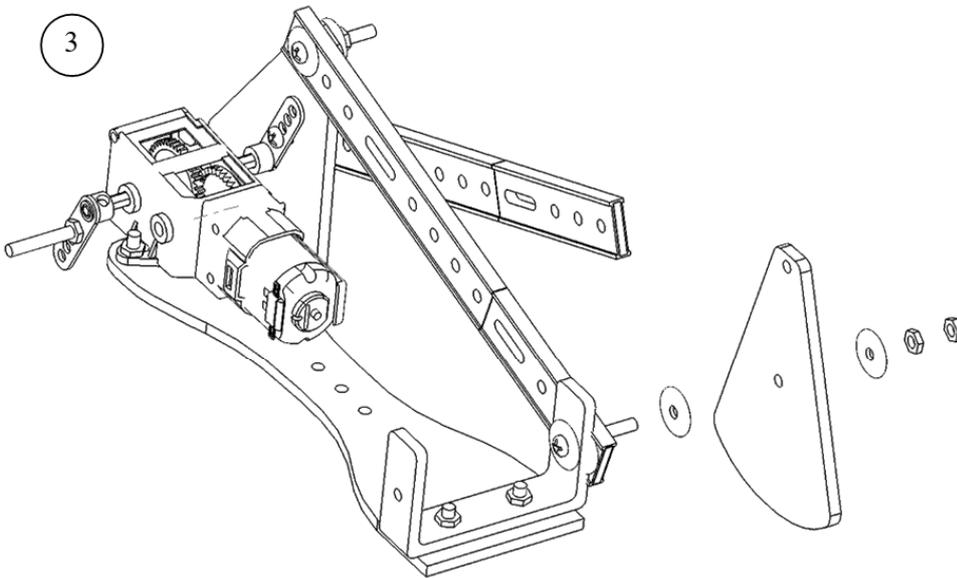


2

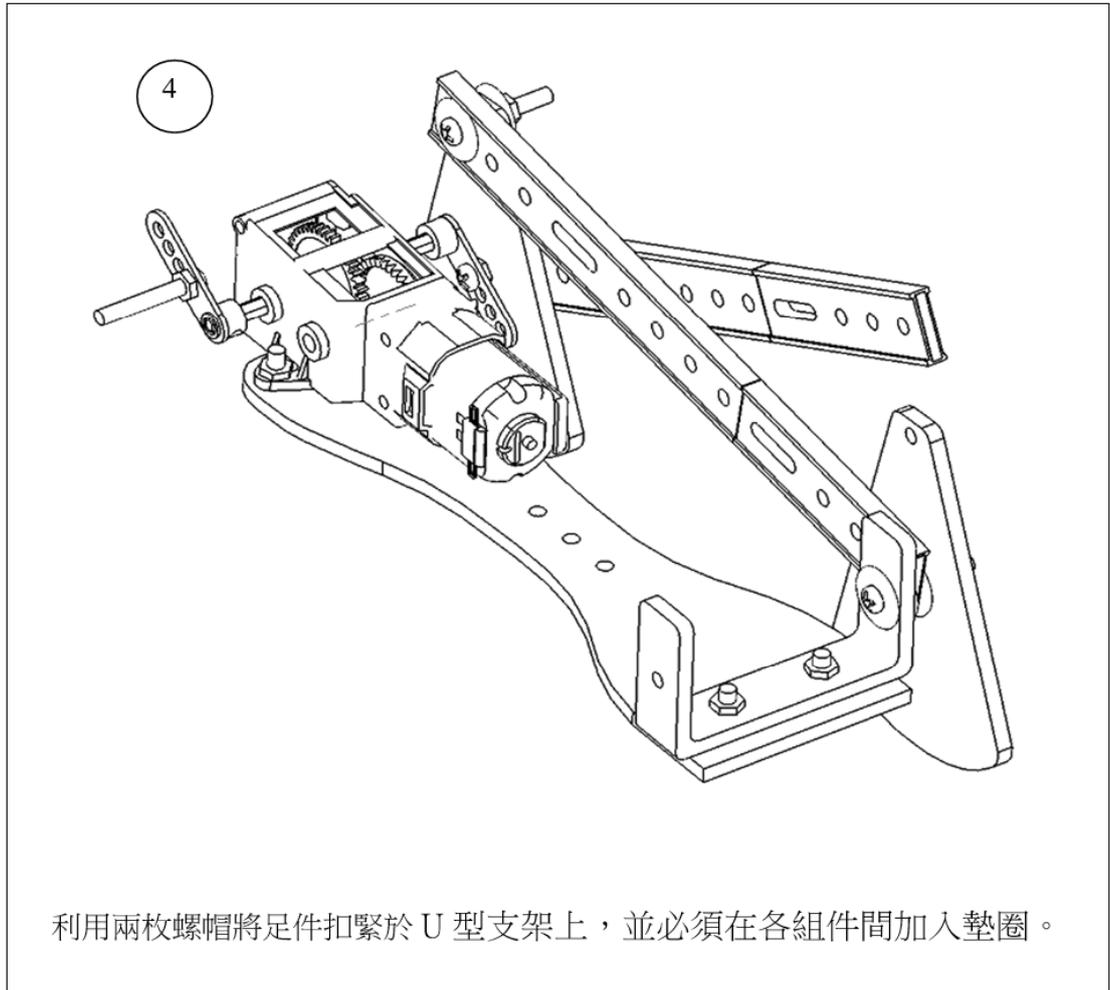


將連桿及墊圈對準 U 型支架上之接孔。

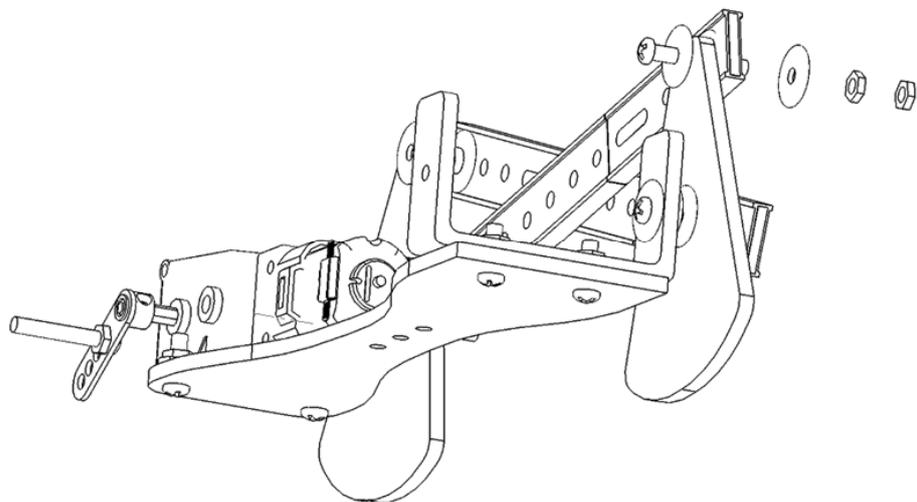
3



以一枚 12mm 螺絲及一個墊圈將 U 型支架及該連桿結連。

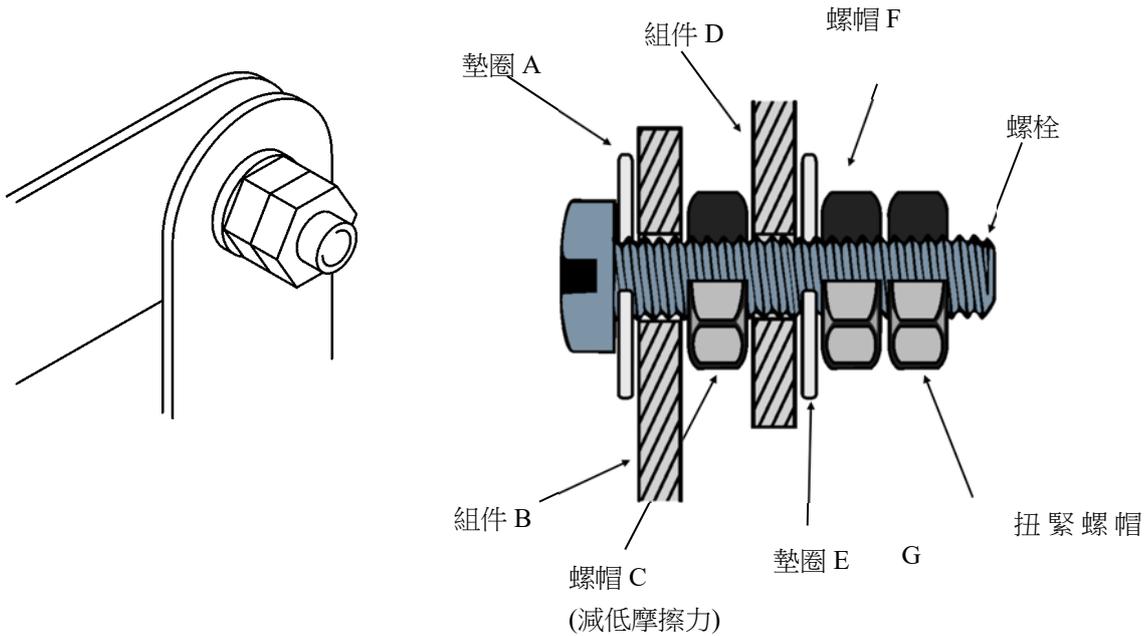


8. 最後將足件頂部和連桿連接起來。必須在各組件間加入墊圈，並用兩枚螺帽互相鎖緊。完成後再以相同方法組合機械人另一邊。





固定轉動組件的方法



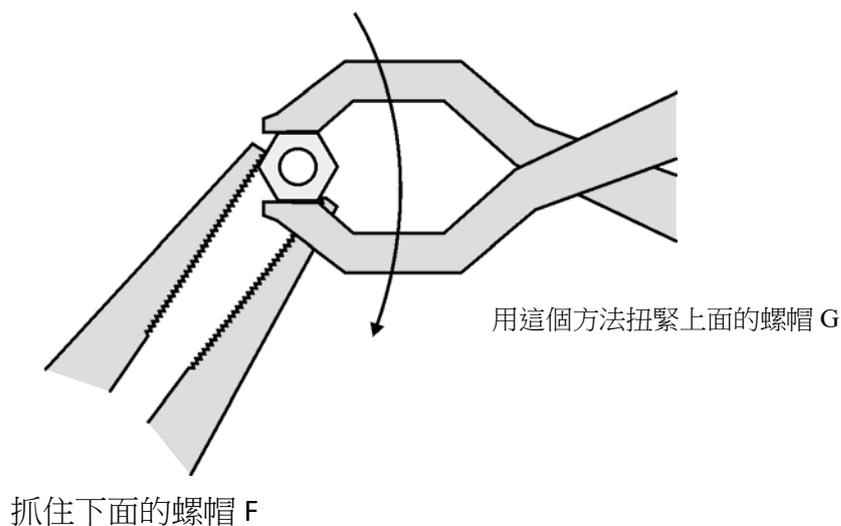
把墊圈 A 和組件 B 放進螺栓

用螺帽 C **牢牢固定** 連接組件 A 的螺栓

把組件 D 和墊圈 E 放進螺栓的延伸部分

用螺帽 F 輕輕固定組件 D 的位置(要確保不會扭得太緊，只需要用手完成這個步驟；否則，組件 D 便不能沿著螺栓旋轉)

在扭動螺栓末端的螺帽 G 時，要用鉗抓住螺帽 F(確保扭緊螺帽 G 時不要讓螺帽 F 旋轉)





題目	組裝機械人及認識科技室安全守則
設計作業	四足步行機械人
課本頁數	P.66-68

學會甚麼？

今天我學會了...

1.																			
2.																			
3.																			

今天完成的任務

今天我完成了...

1.																			
2.																			
3.																			
4.																			

夢想隨筆

課堂感想

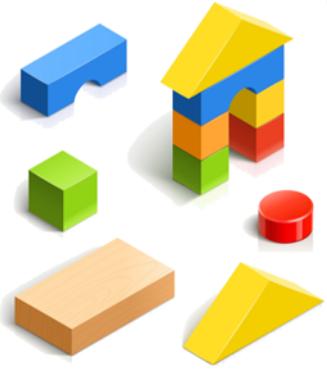
夢想隨筆是一個空間讓同學可任意設計自己的東西。如找不到合適題材，同學可以在此繪出近日生活中遇見的好設計。請於圖中加入文字說明。所有繪圖必須以鉛筆繪製，並以木顏色筆著色。

人生幾何？直正方圓！



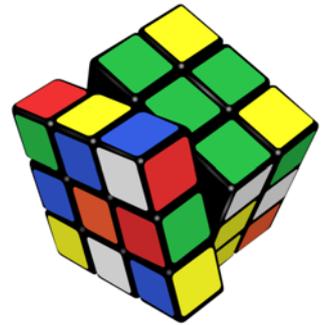
難題

積木是一種訓練孩子手眼協調能力的玩具，也可以增進孩子創造力的發展。積木起源於建築的模型，以最基本的立方體圖型為主。運用積木堆砌不同形狀，感覺上是小孩子玩意，不要求太高思考能力。



背景

「扭計骰」原名魔術方塊 (Rubik's Cube)，在中國大陸稱為魔方，是匈牙利建築學教授和雕塑家厄爾諾·魯比克 (Ern' Rubik)，於 1974 年發明的機械益智玩具。根據估計，魔術方塊自發明以來在全世界已經售出了 3 億多隻。魔術方塊與中國的華容道、法國的獨立鑽石棋同被稱為三大不可思議的智力遊戲。



魔術方塊在 1980 年代最為風靡，至今未衰。面世不久後，很多類似的玩具也紛紛出現，有些出自發明人魯比克，有些則是出自別人之手。包括 2 × 2 × 2、4 × 4 × 4 和 5 × 5 × 5 版本的魔術方塊。

魔術方塊發明人魯比克教授在 1974 年獲得匈牙利專利號 HU170062，他以為別人不太願意生產這種玩具，因此沒有申請國際專利，但實際上馬上就出現了仿製品。

STEM 素養

一般扭計骰的總變化數是：

M

$$\frac{8! \times 3^8 \times 12! \times 2^{12}}{2 \times 2 \times 3} = 43,252,003,274,489,856,000 \approx 4.33 \times 10^{19}$$

8 個角塊可以互換位置 (8!)，也可以旋轉 (3)，但不能單獨翻轉一個角塊，所以總共有 $8! \times 3^8 / 3$ 種變化狀態。

12 個邊塊可以互換位置 (12!)，也可以翻轉 (2)，但不能單獨翻轉一個邊塊 (也就是將其兩個面對調)，也不能單獨交換兩邊塊的位置，所以總共有 $12! \times 2^{12} / (2 \times 2)$ 種變化狀態。



習作簡介

「扭計骰」的玩法是要鬥快將一個亂了的3x3方塊還原。為了提供幼兒一個既能啟發智慧，亦能訓練手眼協調的玩具；讓我們設計一套3x3方塊，以砌積木方式將它還原。

學習目標

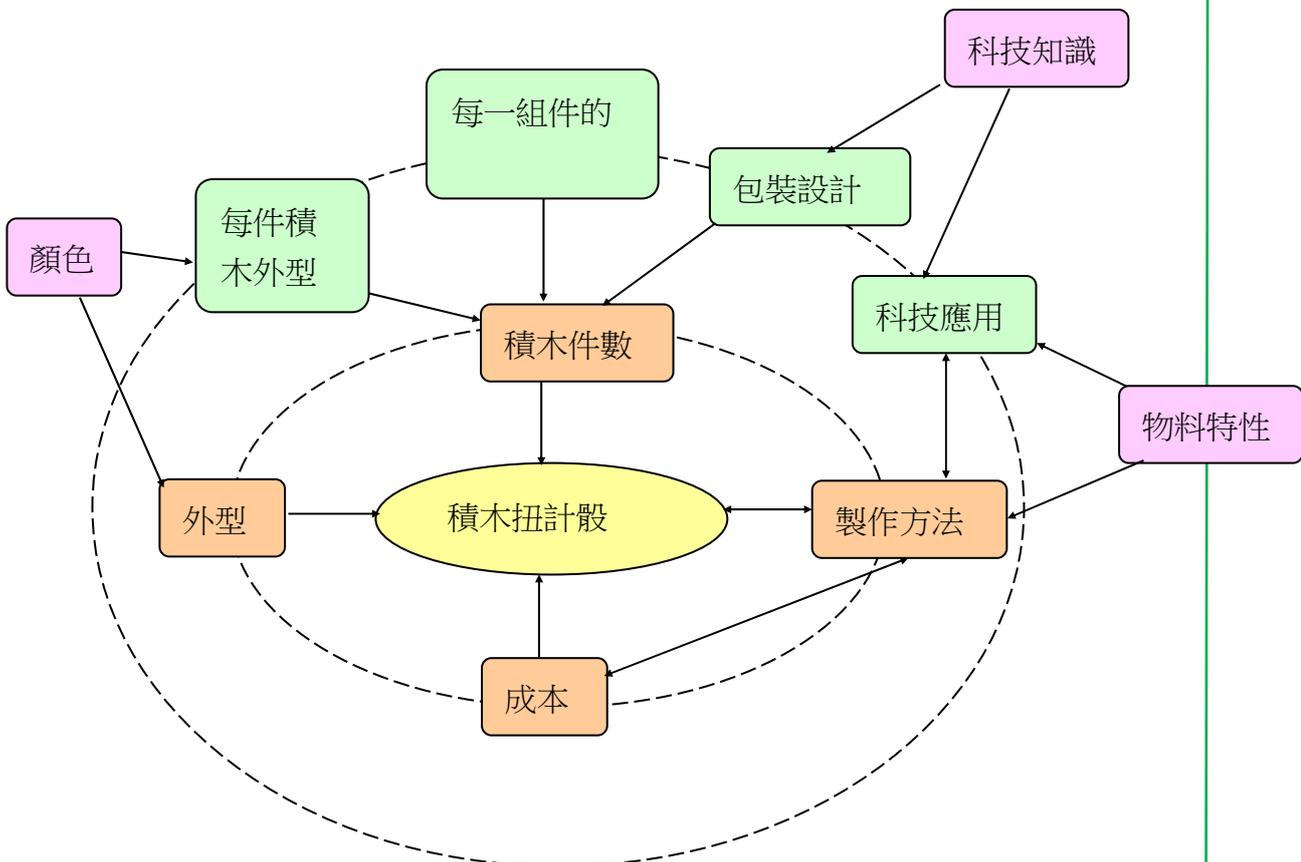
學生在設計與製作積木扭計骰的過程當中，學習及掌握投影圖概念、工程圖繪畫基本方法及木工製作等基礎知識。

設計大綱

設計及製作一『積木扭計骰』。

考慮因素

在決定解決方案前我們可以「思路圖（Mind_map）」的方式去找出所有考慮因素。在圖中心的地方是最後方案，跟貼其外的是影響這方案的考慮因素。如下圖，此積木扭計骰的積木件數會影響其設計，而每一組件的立方數目又影響著積木之總件數。如此一層層的思索下去，最後我們便可由此思路圖歸納出此積木扭計骰之設計規格。





設計規格

1. 積木扭計骰為 $3 \times 3 \times 3$ 之方塊；
2. 使用 18mm x 18mm 白木、櫟木及柚木線製作而成；
3. 可上色及必須進行表面處理；
4. 不可多於 9 件積木組件；
5. 成品須放置於透明包裝盒內繳交。

創業家思維

一件再好的設計若沒有好的包裝說明，也無法成為暢銷的產品。反之，優秀包裝可將一件平平無奇的設計化身成優質商品。

包裝的目的一般包含以下各項：

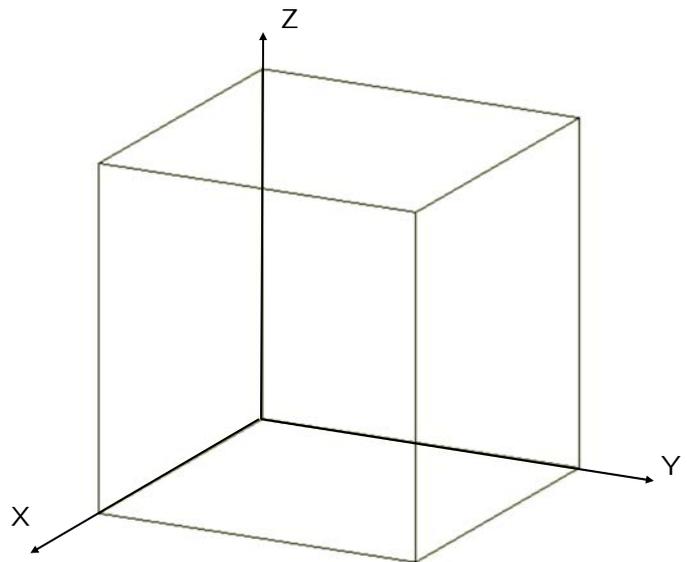
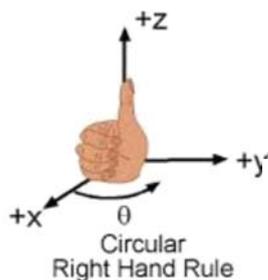
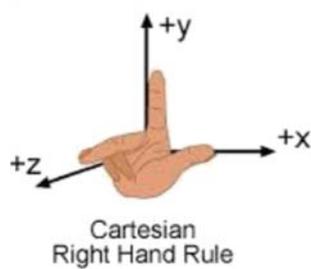
- 介紹商品：使消費者認識商品的內容、品牌及品名。
- 具標示性：商品的保存期限、營養表、條碼、承重限制、環保標章……等訊息。
- 溝通：刻意在包裝上附加一些關懷宣導訊息
- 自我銷售：與消費者做面對面的直接溝通，讓商品達到自我銷售的目的。
- 促銷：配合促銷內容而設計，如增量、折扣、降價、買一送一、送贈品等。

STEM 素養

M

三維(Three dimension 簡稱3D)空間

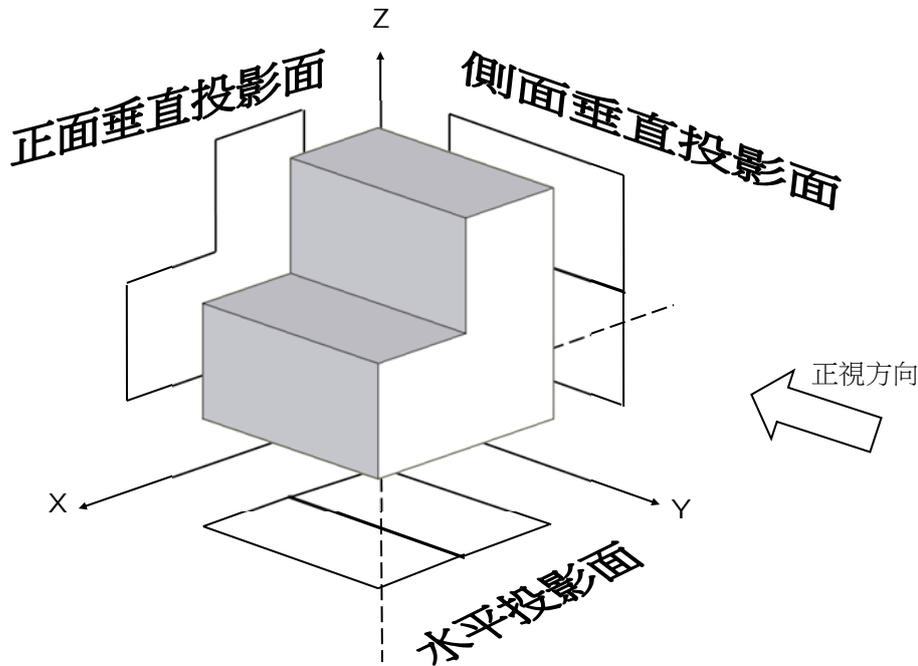
我們的物質世界是以三維空間組成的，這包括了長度、闊度和高度。這三個維度可以三條線軸x, y及z來表達。



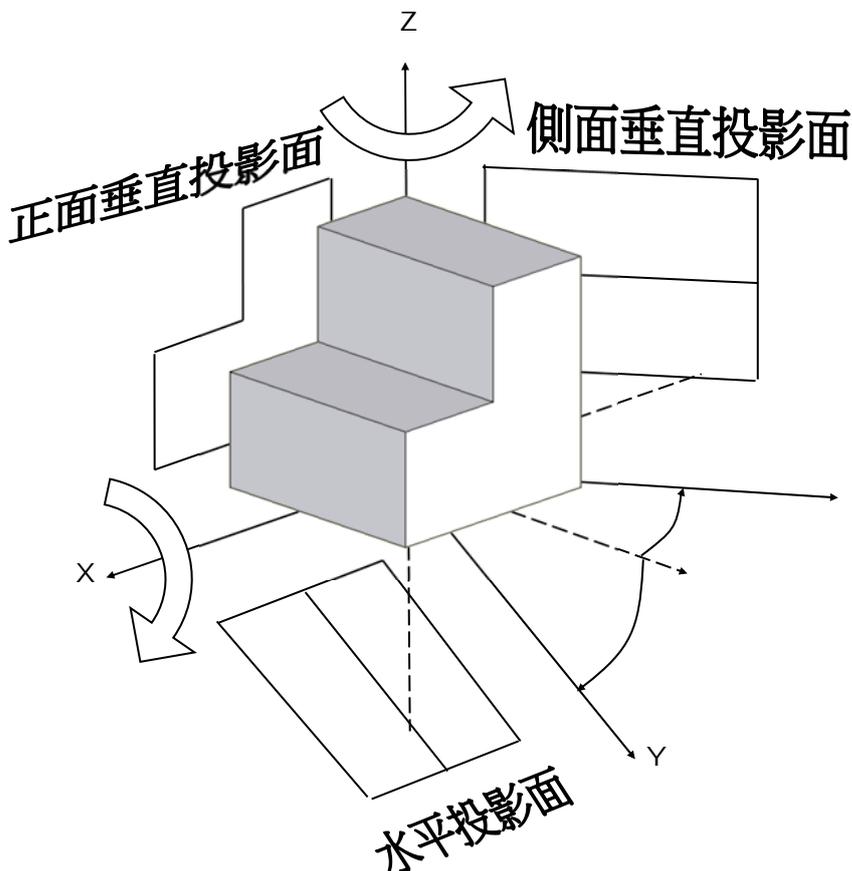


三維空間中的投影

在日常生活中，我們經常看到影子這個自然現象。在光線(陽光或燈光)的照射下，物體就會在地面或牆面上投下影子。這些影子代表著物體的形狀和大小，隨著光線照射方向的不同，影子也隨之產生變化。若光線能夠透過物件而將實體上的點和線都在同一平面上的影子中投射出來，這些點和線的影將組成一個能夠反映出形體形狀的圖形，這個圖形便稱為該物體的投影圖。



第一角投影圖

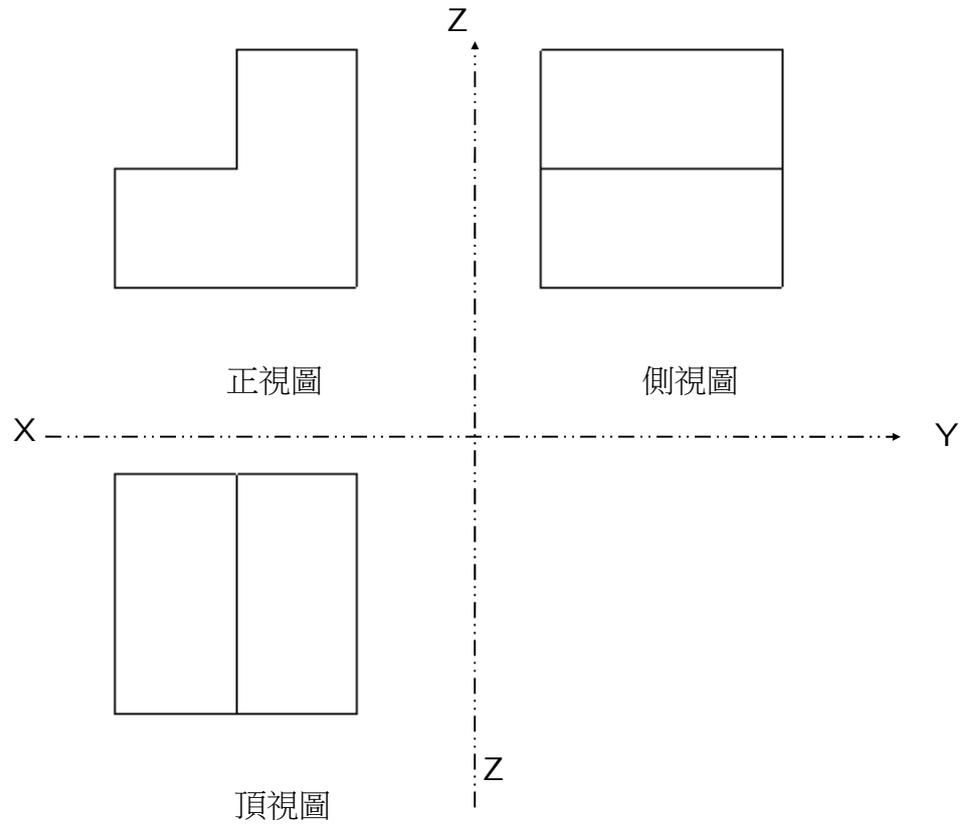


M



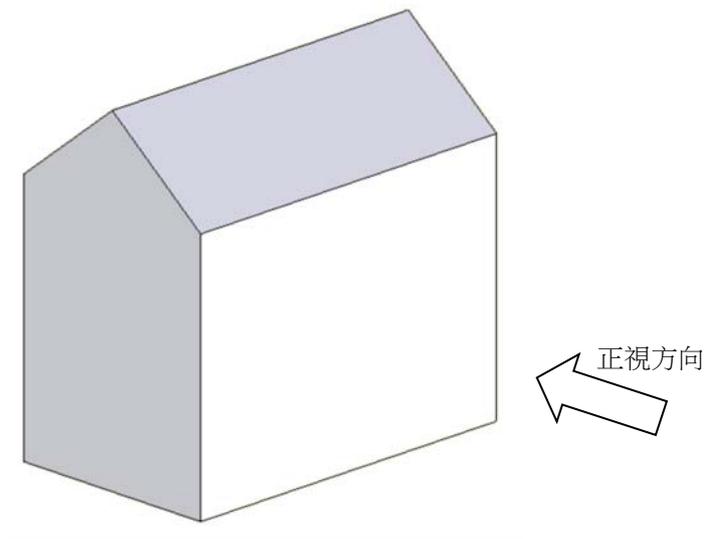
M

第一角投影圖



(口訣：左望右置)

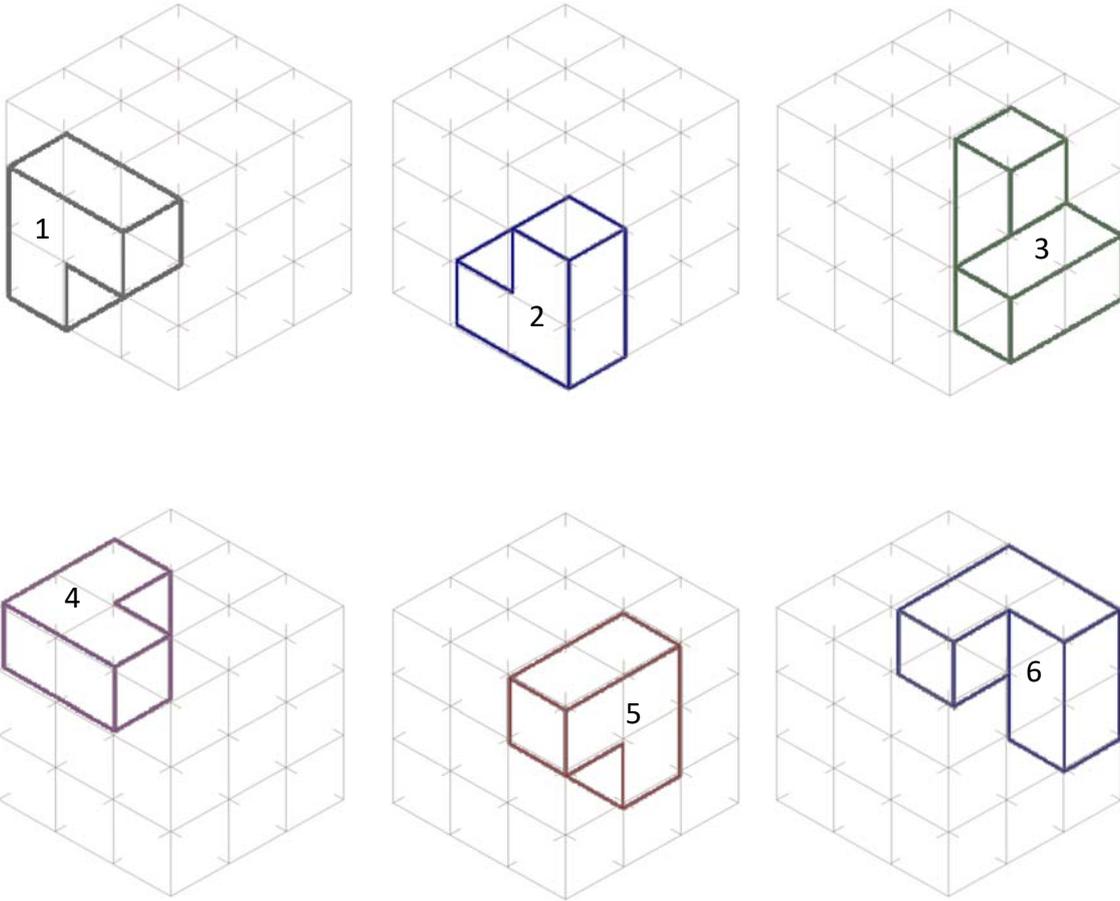
你可否繪出下列物件的三個視圖呢？



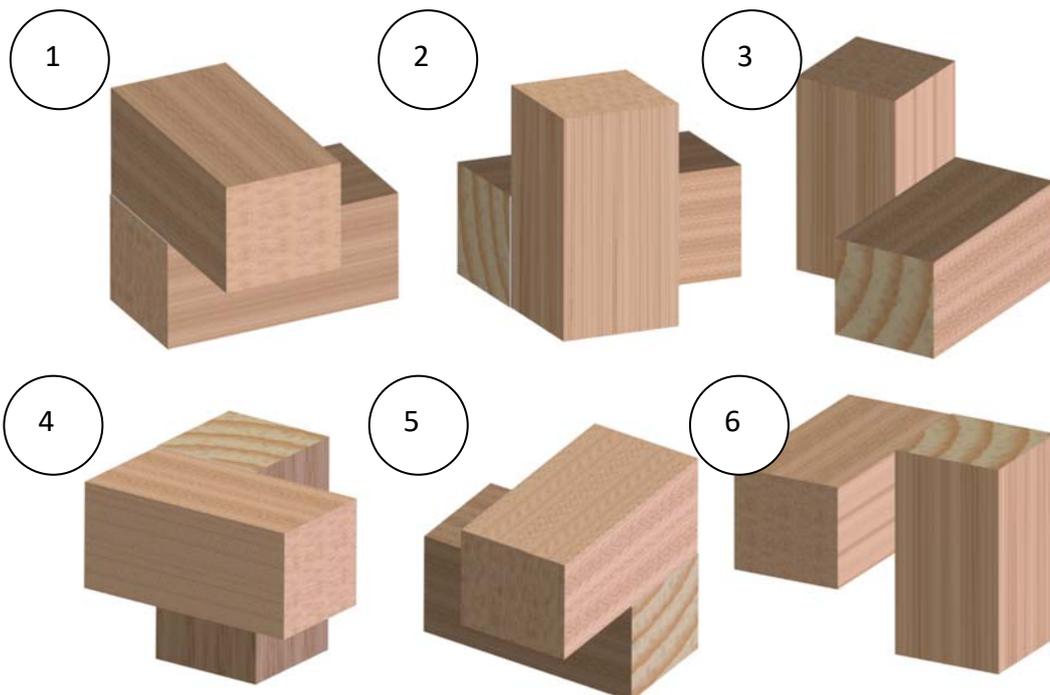


積木扭計骰設計

下列為一個利用7件組件設計之積木扭計骰其中6件，請細心觀察。並找出缺少的第7件位置和形狀。



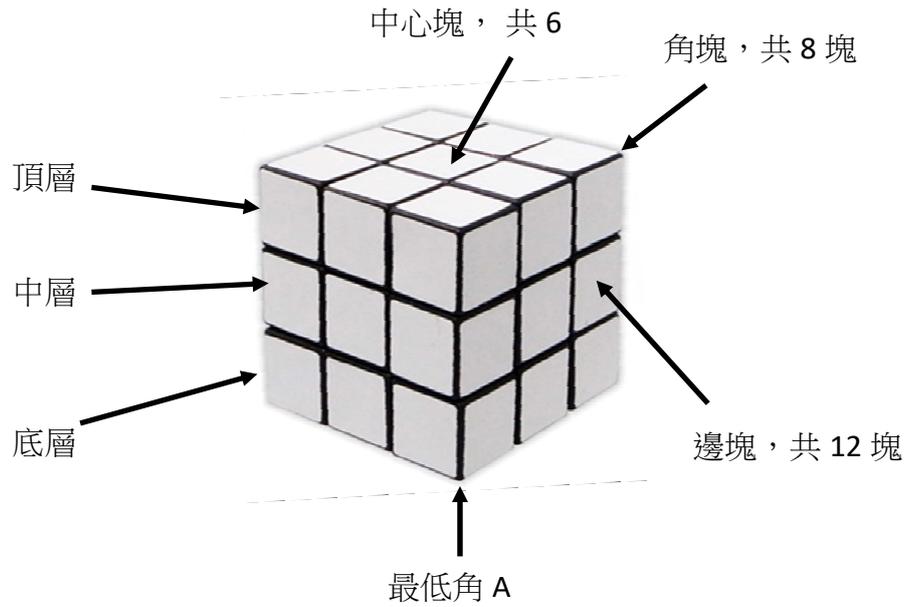
你必須有想像力和對立體物件有概念，閱畢上圖能理解每組件的立體構造。為了方便同學理解和學習，下面以電腦輔助繪圖來呈現每一件組件形態。





M

積木扭計骰各部分名稱



參考第 33 頁，以 1 - 6 的數字分別代表 1-6 件組件，將每組件所佔相對位置填入下表，以示每個組件之關係，並將留空的方格填上 7。由 7 所組成的組件便為缺少的組件。

1	1	7
2	2	3
2	3	3

A

底層

1	4	7
1	5	3
2	5	6

A

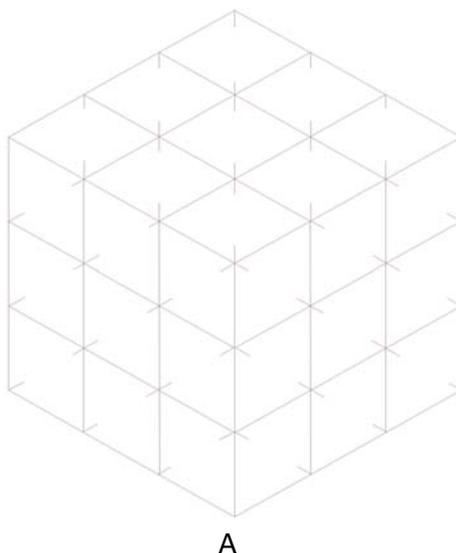
中層

4	4	7
4	6	6
5	5	6

A

高層

請於下列立體方格內繪畫欠缺之第 7 件組件。



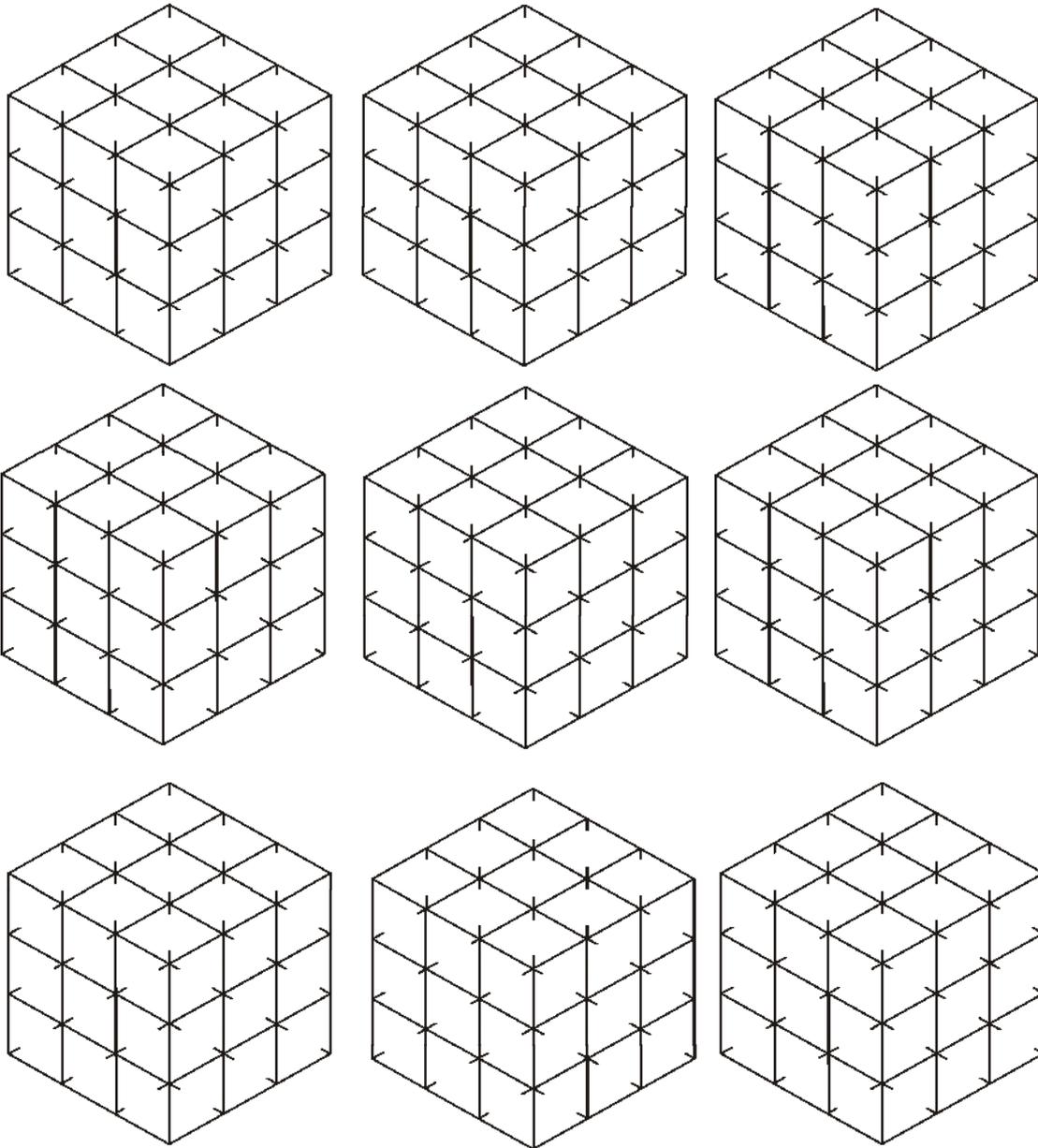


你設計的積木扭計骰

請以 1 – 9 的數字填入下表以表示你設計的積木扭計骰每個組件之關係。

A			A			A					
	底層				中層				高層		

請利用下列輔助草圖繪畫你設計之積木扭計骰的不同部份。





T

認識木材

簡單而言，木材可有分紅木和白木，紅木如酸枝、黃花梨、雞翅木；白木如榆木和杉木。紅木木質密度高，重身，承受力高；而白木木質密度低、木身較輕，價錢也相宜得多。中式家具多選用色較深的木材，而棄用一般認識的柚木、橡木或樺木等木材，最為人熟悉的可謂酸枝木，但現今較常用的卻是榆木(白木)，木材都各具原有的特性和紋理，但普遍而言則以沉穩堅固為前提，亦比較耐用。



柚木



櫟木



白木



桃木



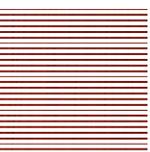
橡木



松木



楓木



花梨木

本習作使用18mm x 18mm白木、櫟木及柚木線製作而成，以下為此三種木材的特性：

柚木

落葉大喬木，原產地是地處熱帶地區的印度、印尼、緬甸、泰國等。材質堅硬，耐久，紋理美觀，乾燥收縮率小，不易變形，有很好的工藝性，便於加工，是傢俱優良用材之一，還廣泛用於造船、建築。現常用作地板物料。

櫟木

產於中國南方，又稱“南榆”。屬榆科，落葉喬木，高數丈，是明清時期民間傢俱最主要的用材，江南有“無櫟不成具”的說法。其材質堅致耐久，紋理呈斑點狀，美麗而有光澤。

白木(榆木)

榆木亦稱「白榆」，廣布性樹種，產於中國的平原地區，紋理直，花紋較大，結構稍粗，棕眼顯著，質地較軟，歸為柴木或叫軟木類。易於加工和雕刻。榆木以張家口一帶和山東境內黃河兩岸的為最佳。山西、山東、河北、京津等地民間家具以此木為主。

木材名稱	顏色	木紋	密度	氣味	用途
柚木	啡色	粗紋	高	味濃	地板
櫟木	紅色	點紋	一般	味清	門框
白木	白色	幼紋	低	味淡	傢俱

積木扭計骰製作

本習作為了能於短時間內製作完成，將使用萬能膠黏合木塊。以下為使用萬能膠的要點：

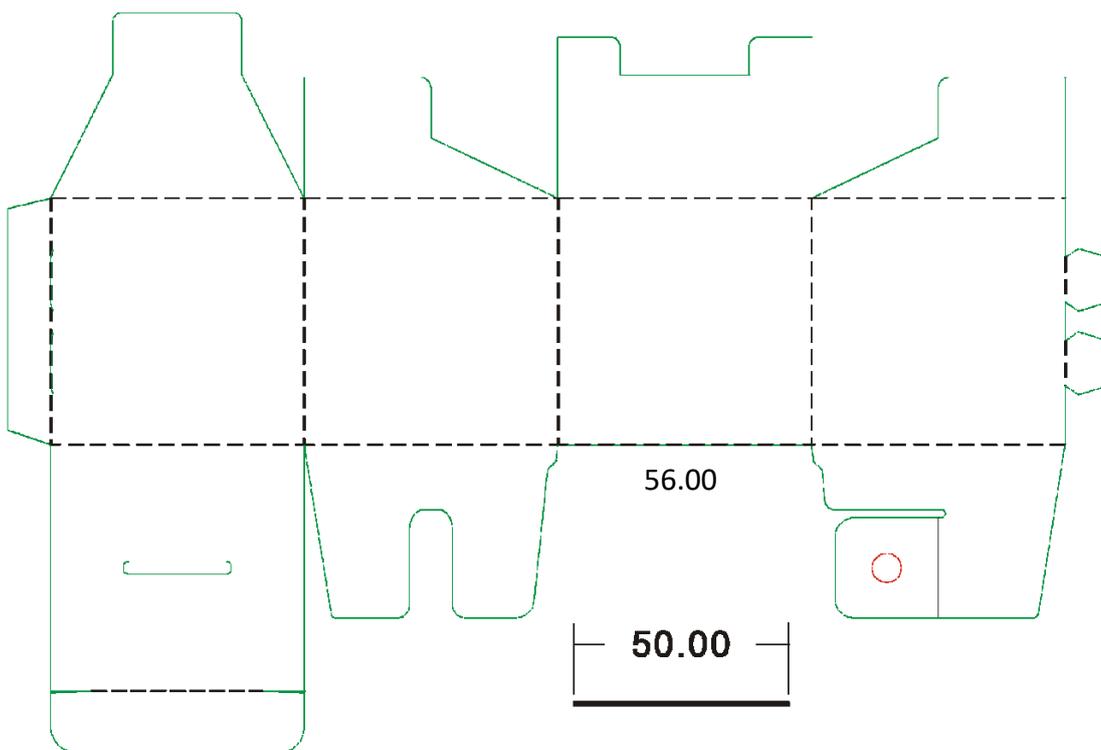
1. 必須接合兩面皆塗上萬能膠；
2. 塗層要薄；
3. 塗上萬能膠後待放置一回，膠面不粘手時(指觸乾透)方可對接；
4. 對接前必須小心對位；
5. 對接後須用力加壓，使其緊緊貼在一起；



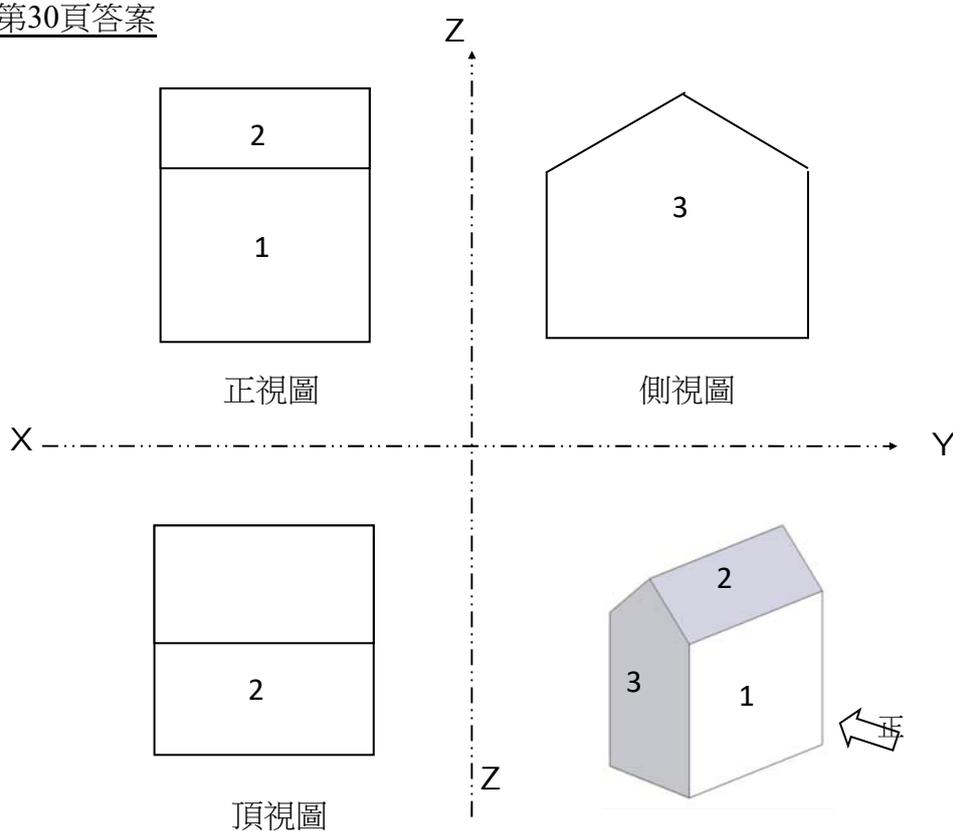
積木扭計骰包裝設計圖範例



請以透明文年夾作材料，並參考以下設計，回家自行設計及製作具自己特色的包裝盒。盒內須附一小摺頁，清楚寫上自己班別、姓名、座號及日期。此小摺頁的功能為說明書及簡介，以便未能還原積木件的玩家可以參考。



第30頁答案



M



課堂記錄 4 日期：20 年 月 日 (DAY)

題目	第一角投影圖
設計作業	積木扭計骰
課本頁數	P.93-95

夢想隨筆

夢想隨筆是一個空間讓同學可任意設計自己的東西。如找不到合適題材，同學可以在此繪出近日生活中遇見的好設計。請於圖中加入文字說明。所有繪圖必須以鉛筆繪製，並以木顏色筆著色。

學會甚麼？

今天我學會了 . . .

1.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

今天完成的任務

今天我完成了 . . .

1.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

課堂感想

人生幾何？直正方圓！

軟焊接(soft soldering)

錫焊是軟焊接的一種。焊料是鉛及錫的合金，稱作錫線。錫線的特點是熔點低，其內層中心於製造時預先加入松香膏作清潔焊口之用。錫焊所用之工具是電烙鐵 (electrical soldering iron)，備有恒溫式及固溫式兩種。功率由 40 W 至 60 W 的固溫式電烙鐵，已足夠一般電子零件的焊接用。



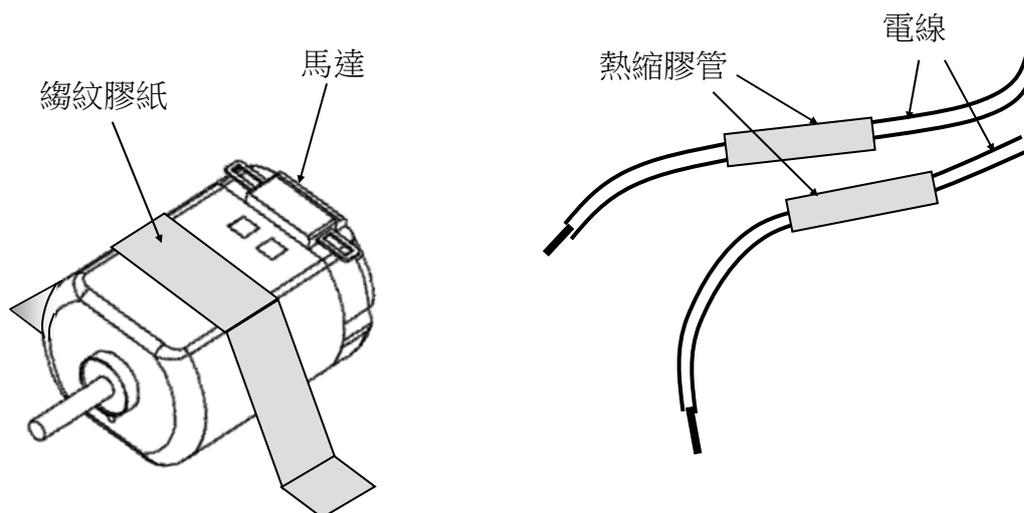
T



錫線與電烙鐵

焊接馬達的十項要訣

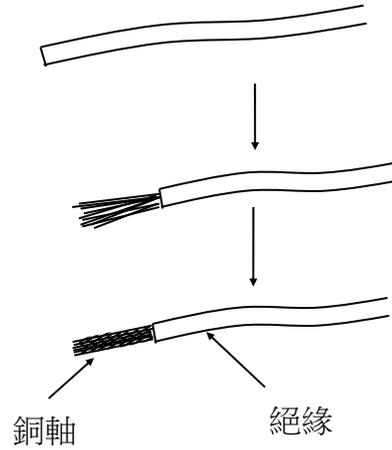
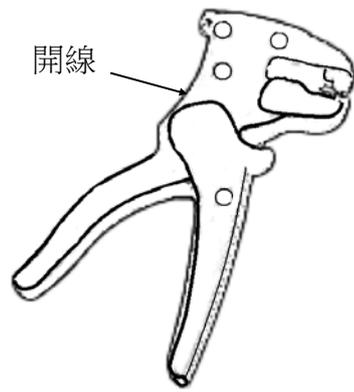
1. 在正式操作前，先將電烙鐵加熱。
2. 確保電烙鐵的烙鐵咀清潔，熔上一層薄薄的錫，烙鐵咀表面應呈銀色光澤。
3. 使用濕海綿擦去電烙鐵上多餘的焊料。
4. 用縐紋膠紙將馬達固定於雲石台上，並替電池架上兩端電線穿上熱縮膠管。



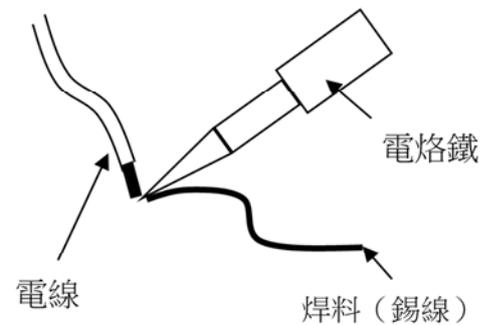
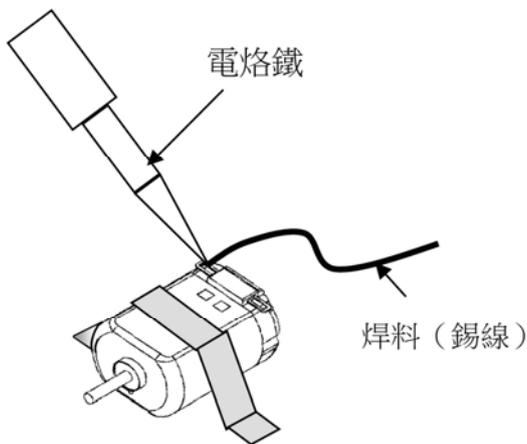
若電池架上兩端電線的銅軸部份仍被絕緣膠包著，我們可用電線剪鉗將電線末端約 5mm 的絕緣膠切去。這過程稱為「開線」；而電線剪鉗亦可稱為「開線鉗」。外露出來的銅線可以用手輕輕扭緊。



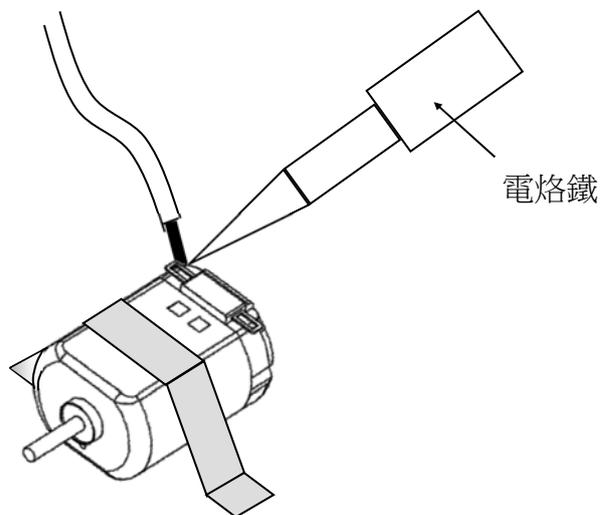
T



5. 將馬達的接腳和要焊接的電線部份分別加熱，並使錫線熔於焊接點上。這過程稱為「上錫」。



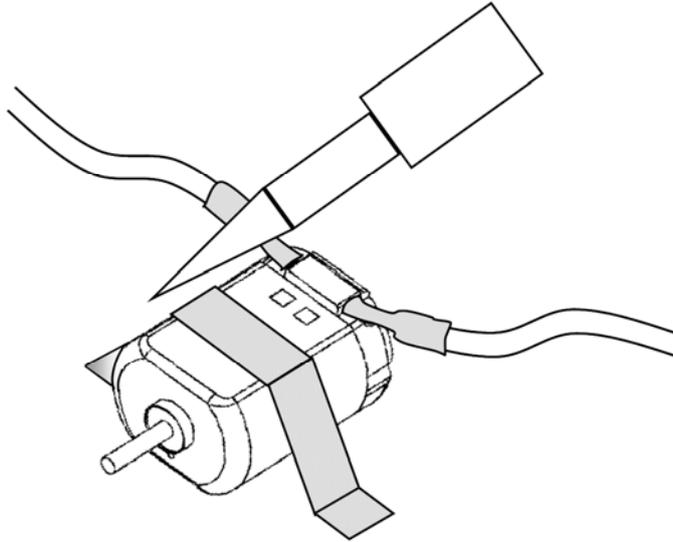
6. 將已上錫的兩部份重疊在一起並利用電烙鐵繼續加熱，讓錫熔化及流遍接腳。有需要時可在焊接範圍加添焊料（錫線）。



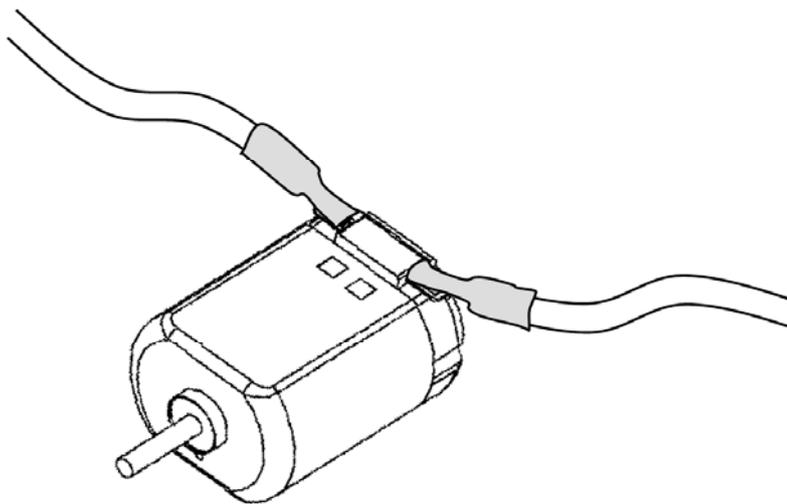


T

7. 若錫線不能在二至三秒內流遍焊接範圍，很可能由於電烙鐵、接腳或電線尚未清潔。必須讓焊接部分徹底散熱，清潔後再作嘗試。不要讓電烙鐵與零件接觸超過五秒，否則會對零件造成損毀。
8. 不要使用過多焊料（錫線）。
9. 在焊料凝固前，不要移動工件。
10. 焊接完成後將熱縮膠管移至完全覆蓋焊點，並利用電烙鐵加熱至熱縮膠管完全收縮。



11. 檢查是否已將接口焊接妥善，電線是否牢固，電極是否正確，以及確保沒有電線跟馬達外殼短路。





測試

記錄三次你所製作的機械人行走 2 米所用的時間，將數據記錄在下表中：

	時間(T) [單位：秒]	速度 (2 x 60/T) [單位：米/分鐘]
測試一		
測試二		
測試三		

平均速度為 _____ 米/分鐘。

自我評鑑

設計改良

項目	優	良	常	可	劣	項目	優	良	常	可	劣
問題分析						科技應用					
資料搜集						顏色配搭					
考慮周詳						安全耐用					
造型設計						衛生舒適					
基本功能						材料運用					

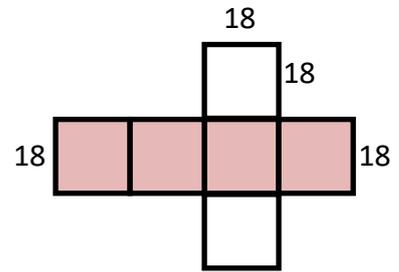
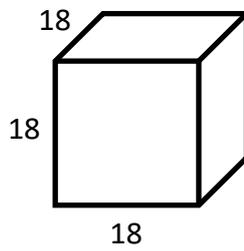


立體體積及表面面積計算

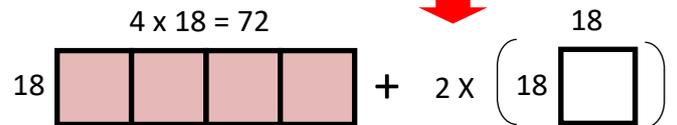
嘗試計算積木扭計骰各立體形狀之體積及其表面面積。因立體積木塊由 18mm x 18mm 木條製作而成，所以我們可以先將各邊長度用數字寫上。

讓我們先看看最基本的組成單位，它是一件邊長 18mm 的正六面體。它的體積及表面面積計算如下：

$$\begin{aligned} \text{體積} &= \text{長} \times \text{闊} \times \text{高} \\ &= 18 \times 18 \times 18 \\ &= 5,832 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{表面面積} &= 18 \times 72 + 2 \times (18 \times 18) \\ &= 1,296 + 648 \\ &= 1,944 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



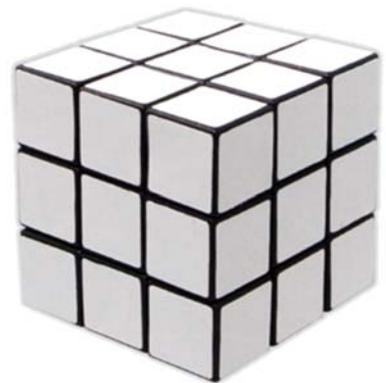
那麼組合起後的積木扭計骰又如何計算？其實，方法是如上面一樣的。

但這次想以代數形式進行計算，我們設 a 為木條的原有大小。若以我們的材料而言， $a = 18$ 。

代數可給我們更快的運算。如細心思考，你可知道若一個立體放大了 3 倍，其體積比原來大了 3 的 3 次方倍；而表面面積則比原本的大 3 的平方倍。

$$\begin{aligned} \text{所以，體積} &= 3a \times 3a \times 3a \\ &= (3a)^3 = 27a^3 \\ &= 27 \times 18 \times 18 \times 18 \\ &= 27 \times 5,832 \\ &= 157,464 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

這正是原來的 27 倍！
我們知道這裡共有 27 粒小方塊，這與我們點數的一樣。



$$\begin{aligned} \text{表面面積} &= 3a \times (4 \times 3a) + 2 \times (3a \times 3a) \\ &= 4(3a)^2 + 2(3a)^2 \\ &= 6(3a)^2 \\ &= 17,496 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{邊長 } a \text{ 的正立方體表面面積} \\ &= a \times (4 \times a) + 2 \times (a \times a) \\ &= 4a^2 + 2a^2 \\ &= 6a^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{表面面積與體積比} &= \frac{\text{表面面積}}{\text{體積}} \\ &= \frac{6a^2}{a^3} \\ &= \frac{6}{a} \end{aligned}$$

考考你：物件細分後如何影響表面面積與體積比？



明顯物件被分細後體積是沒有改變的，然而表面面積卻有不同。首先是邊長短了，其次是件數多了。那麼到底表面面積與體積比是增加？還是減少？讓我們來計算一下吧。

設物件邊長是 x ，現將其每邊均分 y 份，每份邊長便是 x/y 。為了方便計算，設 z 為 x/y 。所以每一小塊的表面面積是 $6z^2$ ，總表面面積為總件數數目乘以每一小塊的表面面積：

$$\begin{aligned}\text{表面面積與體積比} &= \frac{\text{總表面面積}}{\text{體積}} \\ &= \frac{\text{總件數} \times \text{小塊表面面積}}{\text{體積}}\end{aligned}$$

從左面計算得知總件數為份數的立方，即 y^3 ，所以：

$$\begin{aligned}\text{表面面積與體積比} &= \frac{y^3 \times (6z^2)}{x^3} \\ &= \frac{y^3 \times (6z^2)}{x^3} \\ &= \frac{y^3 \times \left[\left(6 \times \frac{x}{y} \right) \right]^2}{x^3} \\ &= \frac{y^3 \times 36 \times \frac{x^2}{y^2}}{x^3} \\ &= \frac{y \times 36 \times x^2}{x^3} \\ &= \frac{y \times 36}{x} \\ &= 36 \frac{y}{x}\end{aligned}$$

由此可見，件數越多，分得越細，表面面積與體積比越大。



納米科技 Nanotechnology

一個納米相
比於一個高
爾夫球，就
等於一個高
爾夫球相
比於一個地
球。

粉塵爆炸也是納米效應

過往曾發生
多次粉塵爆
炸意外，這
包括色彩粉
末、麵粉廠
、木廠、紙
廠及鋁合
金加工廠。
它們的共同
特徵是加工
過程中會產
出大量粉塵
。因為粉末
總表面面積
非常大，燃
燒時瞬間產
生大量熱能
，故做成爆
炸現象。

納米(nano)其實是毫微(nanometer，符號是nm)的縮寫，它是長度單位之一。1納米相等於十億分之一米，是非常細小的長度。納米本身是一種計量單位，是十億分之一米。相比較而言，人類一根頭髮的寬度是約80000納米。

從前面得知，將立方體分做越小的立方體，那麼總表面面積與體積的比(total surface area to volume ratio) 就會越大。然而，我們知道物件表面(相對物件內部)是非常不穩定的，而且在化學反應中會最活躍。因此，增加表面面積即是大大地加快了該物質的化學反應、表面吸收的能力及催化能力。

納米科技如何應用於日常生活？

納米技術已成功用於許多領域，包括醫學、藥學、化學及生物檢測、製造業、光學以及國防等等，除此以外，它也漸漸走進我們生活中每一層面：

衣 在紡織和化纖製品中添納米微粒，可以除味殺菌。化纖布挺括結實，但有煩人的靜電現象，加入少量金屬納米微粒就可消除靜電現象。

食 利用納米材料，冰箱可以抗菌。納米材料做的無菌餐具、無菌食品包裝用品已經面世。利用納米粉末，可以使廢水徹底變清水，完全達到飲用標準，納米食品色香味俱全，還有益健康。

住 納米技術的運用，使牆面塗料的耐洗刷性可提高10倍。玻璃和瓷磚表面塗上納米薄層，可以製成自潔玻璃和自潔瓷磚，根本不用擦洗。含有納米微粒的建築材料，還可以吸收對人體有害的紫外線。

行 納米材料可以提高和改進交通工具的性能指標。納米陶瓷有望成為汽車、輪船、飛機等發動機部件的理想材料，能大大提高發動機效率、工作壽命和可靠性。納米球潤滑添加劑可以在機車發動機加入，起到節省燃油、修復磨損表面、增強機車動力、降低噪音、減少污染物排放、保護環境的作用。納米衛星可以隨時向駕駛人員提供交通資訊，說明其安全駕駛。

醫 利用納米技術製成的微型藥物輸送器，可攜帶一定劑量的藥物，在體外電磁信號的引導下準確到達病灶部位，有效地起到治療作用，並減輕藥物的不良的反映。用納米製造成的微型機器人，其體積小於紅細胞，通過向病人血管中注射，能疏通腦血管的血栓。清除心臟動脈的脂肪和沉澱物，還可“嚼碎”泌尿系統的結石等。納米技術將是健康生活的好幫手。

十億分之一有多大？

- 地球直徑的十億分之一 大約是一顆彈珠的大小
- 地球到月球的距離不到十億米，38.4401萬公里



人高
20億奈米



針頭
100萬奈米



紅血球
1千奈米



分子及DNA
1奈米

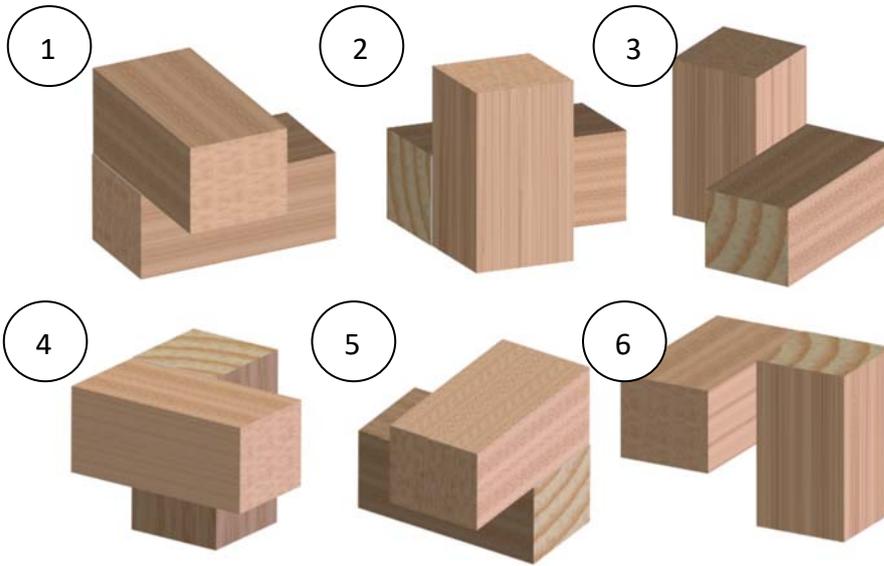


氫原子
0.1奈米

練習

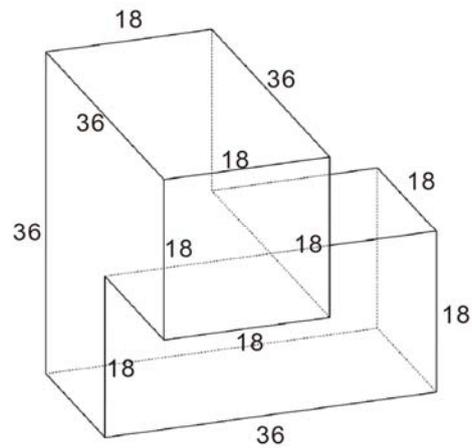


計算以下立體形狀之體積及其表面面積。(已知立體積木塊由 18mm x 18mm 木條製作而成)



以第一件組件為今次練習題目：

體積



表面面積



科技英文生字

英文	發音	中文解釋
robot	/'rəʊbɒt/	機械人
screw	/skru:/	螺絲
nut	/nʌt/	螺帽
washer	/'wɒʃə/	墊圈
gear	/giə/	齒輪
spanner	/'spænə/	扳手
crank	/kræŋk/	曲軸
drill	/dri:l/	鑽
hacksaw	/'hæksɔ:/	弓鋸
hammer	/'hæmə/	錘子

考試注意事項

1. 請自行帶備木顏色筆、鉛筆、原子筆及直尺。
2. 全卷限時40分鐘。
3. 甲部設計題佔40%；乙部科技認識題佔60%。



題目	
設計作業	
課本頁數	

學會甚麼？

今天我學會了...

1.																			
2.																			
3.																			

今天完成的任務

今天我完成了...

1.																			
2.																			
3.																			
4.																			

夢想隨筆

課堂感想

夢想隨筆是一個空間讓同學可任意設計自己的東西。如找不到合適題材，同學可以在此繪出近日生活中遇見的好設計。請於圖中加入文字說明。所有繪圖必須以鉛筆繪製，並以木顏色筆著色。

人生幾何？直正方圓！

DESIGN & TECHNOLOGY

設計 · 科技