

## 相關知識

相關知識

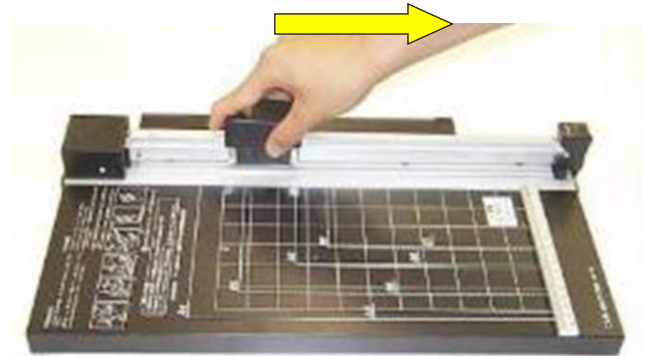
### 1. 結構及運動的簡單特性

#### 運動的分類

常見的機械運動有以下四類：

#### 1. 直線運動(Linear Motion)

物體以直線方式移動。



紙機

#### 2. 旋轉運動(Rotary Motion)

物體繞中心作圓形轉動。



電風扇

#### 3. 搖擺運動(Oscillating Motion)

指物體繞中心以前後往返方式進行的弧線運動。



鞦韆

#### 4. 往復運動(Reciprocating Motion)

物體以前後往返方式進行的直線運動。



線鋸機

四類運動

[http://resources.hkedcity.net/resource\\_detail.php?rid=995567402](http://resources.hkedcity.net/resource_detail.php?rid=995567402)

## II. 按不同需求而設計的結構

### 1. 不同的結構能夠提升功能，以切合需要

結構可分為自然和人造兩種類型。

#### (a) 自然結構

自然結構與生俱來地存在於動物、植物和天地萬物之中。例如人體的骨骼、蜂巢、

樹木和自然渾成的洞穴等。



人體骨骼



蜂巢

#### (b) 人造結構

為了不同時間的不同需要，人類製造或/和組裝成了很多人造結構，例如橋樑、建築物、家具、船舶或高塔等。以提升功能

及切合不同的需要。人造結構可分為三大類：

##### (i) 大規模結構

它們的結構十分堅固，並以本身的重量來抵禦施加其上的負荷，典型的例子計有水壩。



水壩

### (ii) 殼型結構

殼型結構通過其”皮膚般”的結構來抵禦負荷，這是片狀材料常用的構造方式。氣

球和圓頂建築物都是殼型結構的例子。

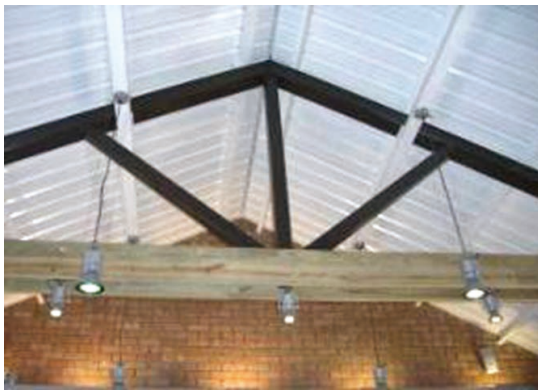


磚瓦窯

### (iii) 支架結構

這種結構是把扁條末端連接在一起以形成框架，它們有時也被稱為骨架結構。如果扁條都在同一平面，它們會被稱為平面框

架。如果它們是立體的，我們則會稱它為空間框架。



平面框架 - 屋架



空間支架 - 中環碼頭

我們往往需要用金屬片材料來將空間框架覆蓋。舉個例子，溫室是由金屬框架加上由玻璃或其他材料做成的遮掩物所組成。



溫室



## 2. 不同的機械結構能夠提升功能，以切合需要

在各式各樣的設計上，我們不難找到不同的機械結構，它們發揮著提升設計的功能，

以切合不同的需要，以下是一輛單車上可發現的功能提升。



其實，同一輛單車，我們也可找到它各部分的結構，發揮著提升設計的功能，以切

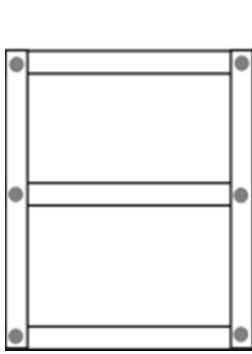
合不同的需要，請各同學在課堂練習部分完成這個分析。

### 3. 應用適當的設計，並考慮結構的平衡狀態和弱點

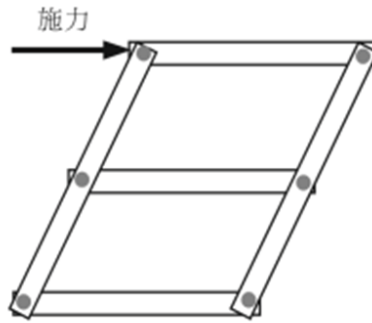
#### (a) 平衡及穩定

由支桿連接成的結構不一定能保持平衡和穩定。例如下圖的支桿均由螺栓和螺母來連接，結構的形狀並不穩定，整個支架

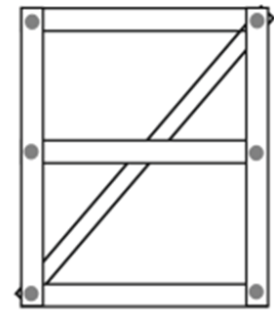
可以因受力而變形。假如在構架上加上斜桿，整個結構會變得較為穩定。



(a) 不穩定的支架結構



(b) 容易受力形變



(c) 較穩定的結構

當一個結構自由站立或被施力加於其上，而沒有倒下或出現永久變形，這結構便是平衡和穩定的結構。在各種結構形狀中，三角形結構是一種十分穩定和達到平衡的

結構，所以它常被各種機械和建築結構所採用。在設計結構時，可以採用三角形結構來提高穩定性。



三角形結構的例子

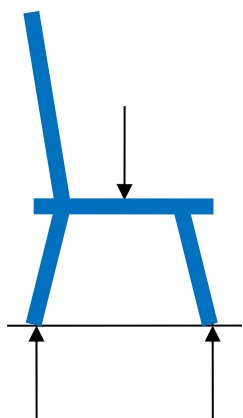
另一種提高結構的平衡和穩定的方法是將支桿組成立體形狀。例如：超級市場購物車的盛物籃便是由多條互相垂直的支桿組成的。由於各支桿被彎曲成U形，並固定在盛物籃的金屬框上，所以不易變形。這種購物車的設計不但堅固、輕巧、容易清理，而且還可以方便地疊在一起。



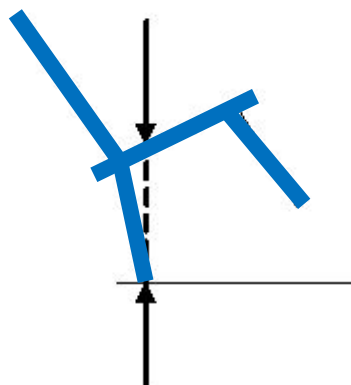
## (b) 弱點

一個平衡而穩定地自由站立的結構被加上施力時，如設計不良或被誤用，便有可能

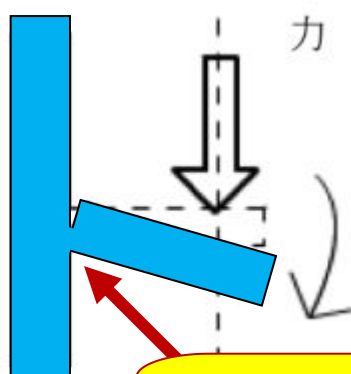
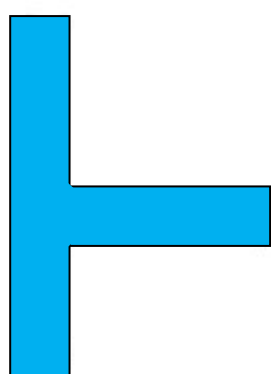
倒下或出現永久形變。破裂或變形最先在它的弱點出現。



正常使用的椅子，施力被分散地承受

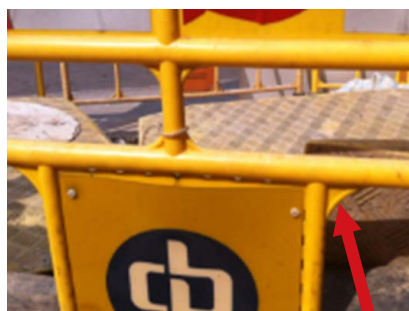


被誤用的椅子，施力集中在部分支撐上



承受力較大，破裂或變形最先出現，是這結構的**弱點**。

在我們的身旁，不難發現加強了的結構，以避免弱點的出現。



使用吊或撐以加強結構，避免弱點出現。

部分設計，例如竹棚架，是依靠工人承傳下來的**經驗**。

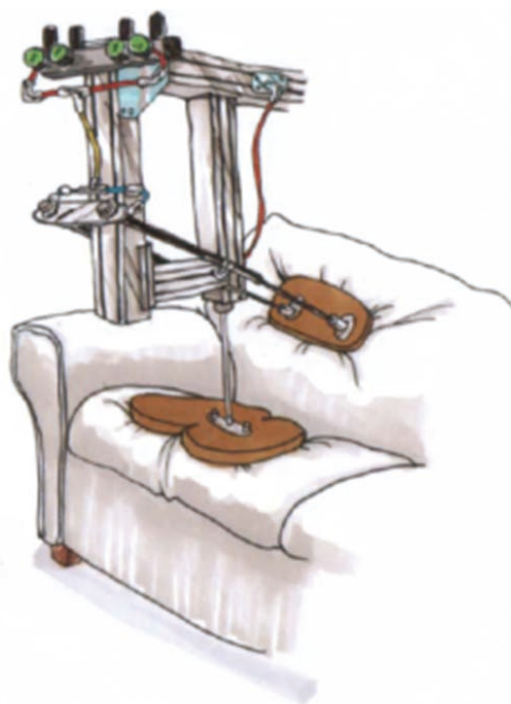


相關知識

但現今的大部分設計，是依靠**反覆測試和改良**。因為許多產品會被長時間使用，它們可能會經常被碰撞，所以必須找出它的

弱點，加以堅固，例如：電動乾髮器和電熨斗通常有堅固的外殼結構，輕微撞擊並不會引致損壞。

\傢俬生產商如需保證它所生產的梳化，能最少使用某一年限，便應模擬以成人的重量反覆撞向梳化數千至數萬次，以找出它的弱點，加以改良。





## II 應用機械結構裝置傳動及控制運動

機械的各個部分可能需要不同驅動裝置來驅動，這些驅動裝置可以是電氣的、液壓的和氣動的。驅動系統不但要根據要求的精度、速度和加速度控制的需求，而且對製造成本、控制器的複雜性等因素進行綜

合的考慮。機械驅動系統的驅動裝置可能也不是採用單一的驅動方式，可以是不同驅動方式的結合，從而獲得較高的性能價格比。常用的驅動裝置有機械、電力、液壓和氣動驅動裝置。

### 1. 機械驅動裝置

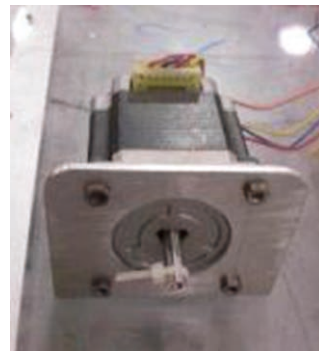


螺絲千斤頂

### 2. 電力驅動裝置



小型直流馬達



步進馬達

### 3. 液壓驅動裝置



液壓叉車

## 4.氣動驅動裝置

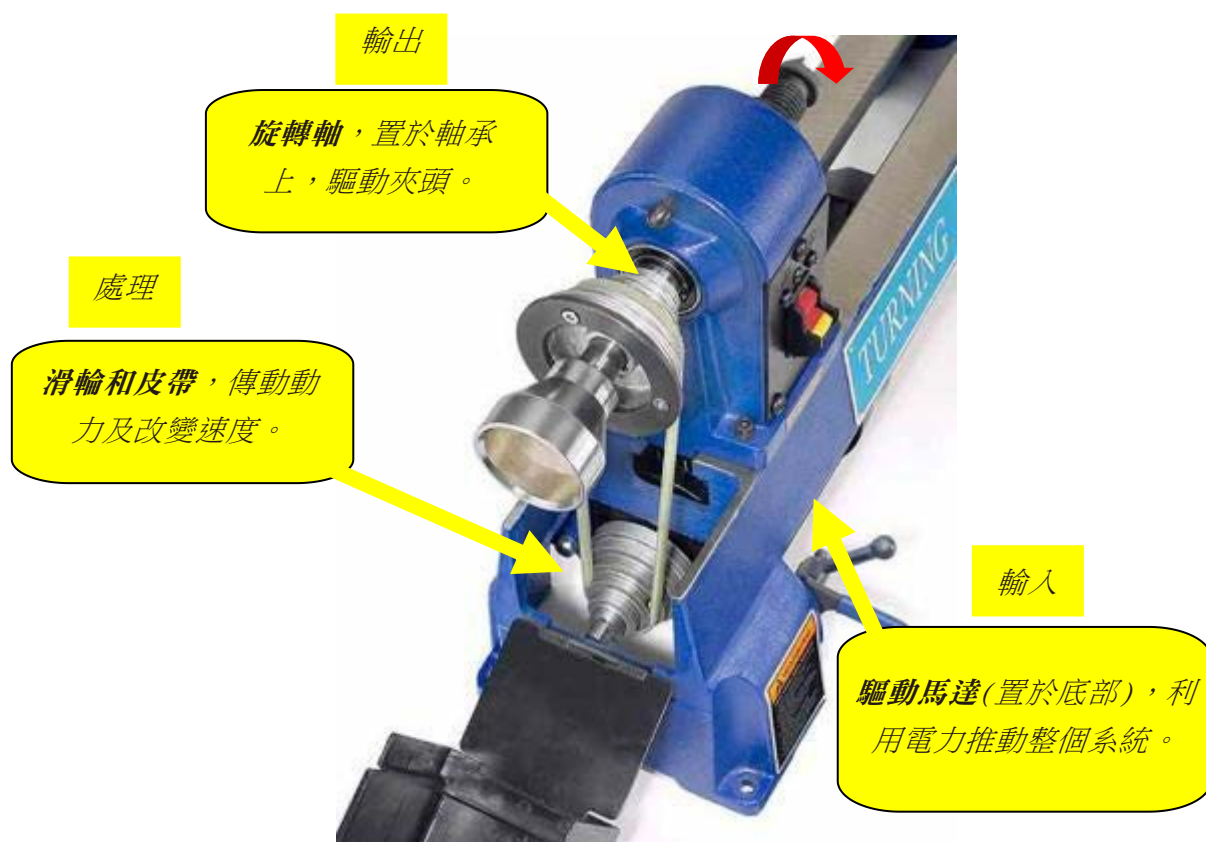


靜音氣泵

相關知識

### 機械結構裝置傳動及控制運動

有了動力來源和驅動裝置後，還需其他的機械部件（例如：旋轉軸、皮帶和滑輪等）以轉換和控制運動



一部小型車床的驅動和傳動控制系統

輸出

旋轉軸，置於軸承上，驅動鋸片。

處理

滑輪和皮帶，傳動動力及改變速度。

輸入

驅動馬達(置於底部)，利用電力推動整個系統。

一部鋸床的正面(移去保護罩)

輸出

曲柄，把旋轉運動變成直線運動，使鋸片前後移動。

處理

齒輪組，傳動動力及改變速度。

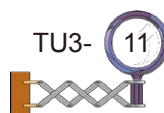
輸入

旋轉軸，經馬達、滑輪和皮帶傳來動力。

鋸片

一部鋸床的背面(移去保護罩)

鋸床的驅動和傳動控制系統



### III 生活模式的改變

#### 1. 科技對生活的影響

科技發展令人類的生活起了翻天覆地的變化，例如：醫療、食物、教育、娛樂、家居生活、交易等，以下是一些例子。醫療科技的發展，令醫生可以更容易了解病人的情況，例如：X-光可以穿透骨折病人的

的身體，顯示出骨骼的影像。除此之外，人工心臟、抗生素、基因工程等等醫療科技改善了醫療的效果，內窺鏡等用於進行微創手術減輕了手術可能帶來的創傷和痛苦、亦令人類的平均壽命變得越來越長。



X-光片



包裝食物

食品科技的發展，令人類可以長時間保存食物，而不會變壞。例如：罐頭食物、急凍食物、紙包食物、瓶裝飲品等。此外，農民利用不少科技發明來提高產量，例如：除草劑、殺蟲劑、化學肥料、基因改造等等。

在教育方面，學生的學習材料已由傳統的課本擴展至教育電視、教學錄音帶、多媒體教學光碟、互聯網頁和電子書等等。事實上，許多學校已增設了多部多媒體電

腦，讓學生可以利用資訊科技來學習各種科目的知識和在互聯網上搜集資料。

科技亦為人類帶來了不少娛樂，例如：音響系統，音樂光碟、彩色電視、錄影機、電子遊戲機、電腦遊戲等等。現時，許多電影漸多採用電腦動畫來製作一些難以拍攝的特技和效果，如高清顯示、立體效果等，令觀眾目不暇給。科技發展也令人可以隨身攜帶音樂和電影來提供娛樂。



家居設備應用了科技後，為人類帶來了不少方便和節省不少時間。以洗衣服為例：在五、六十年代，大多數人洗衣服還須使用木製洗衣板，既花時間又辛勞。直至半自動和全自動洗衣機發明後，洗衣服就變得輕鬆得多。時至今日，有些洗衣機還裝

有微電腦來控制洗衣的程序，在洗衣物時只需按一個掣就能自動完成。此外，微波爐的出現也改變了人類煮食的習慣，它不會產生熱力，但卻可以將有水份的食物加熱。其他例子包括有：冷氣機、電燈泡、洗碗碟機、雪櫃等等。



微波爐



使用八達通卡

科技發展亦改變了人類的交易習慣。早年人類的交易是將錢幣和貨物直接交換的。隨著科技發展，美國商人在1950年發行了第一張信用咭後，其他商人很快就爭相仿效。跟著，不少銀行亦陸續開始安裝自動櫃員機和發出提款卡。科技帶來電子化的收費系統，例如香港地下鐵路就使用儲值

車票。八達通是電子收費系統中進一步改良的產品。一張八達通卡現時不但可以用來乘搭多種交通工具，還可以用作現金儲值卡，在不少商店內付款購物呢。錢包或褲袋內可能再不需要輔幣了，說不定將來或把晶片植入人體內，連卡也不用帶呢！

## 2. 電話的出現和發展的影響

在通訊方面，從前的人寫好一封信以後，需要花很長的時間把信送到收信人手中。電話發明了以後，可立刻用語音傳到很遠的地方。電話是發明了，但可隨意使用的人卻很少，因為網絡有限，要使用的人，要付出很高的費用。隨着需求增加、科技繼續發展、生產技術進步，無線電話出現了，再加上光纖的發明，加速了網絡的鋪設，居住在偏遠山區的人也可享受到即時通訊的便利。

蘋果公司的智能手提電話的出現，亦是很多工具、設備、資源和人類的智慧的成果。而隨着第三代、第四代的智能電話的成功大賣，在市場和利潤導向的驅動下，網絡、零件供應、應用程式發展商及其他配套設備也專注投入開發和生產，其他牌

子的電話生產商如三星、Sony等，也投入生產和競爭，其功能也大幅增加和改善。以往要花時間到遠方探訪親戚和朋友。現在，使用智能電話上的社交應用程式，就取代了親身出現。

但這樣的發展也不是全世界都享有到。它的價錢其實是相當貴的，不是所有人都可能負擔得起。另外因着政治和文化的關係，有些國家政府禁止了這些設備進入他們的國家。

這等發明已經不只語音通訊了，它還提供即時的文字和圖像的通訊，亦讓使用者即時尋找和取得所需資料，拍照拍片和玩遊戲等，更多的功能正每天在增加中。但它是否只有好處呢？它所引伸的問題就讓大家在課後習作討論了。



早期固網電話



手提電話



智能電話

另一方面，科技的影響是雙方面的，就如在早期固網電話的時代，做就了接線生的出現，但這些職業很多時會在其他產品出現後被淘汰。在傳呼機出現的初期，因為技術，價錢和其他因素，不少人都會隨身帶一部傳呼機，當時又出現了大批的傳呼員，直至手提電話的出現而慢慢被淘汰。以前的僱員大多在僱主指定的地點和時

間工作，但隨着通訊設備的發展，已愈來愈人可以留在家中工作，把工作成果，傳回僱主。人的工作、工作性質、工作地點和工作時間等都因着科技發展而不停變化中。人與人的關係、家庭成員的關係及社會也因通訊、工作模式和科技發展等正在改變中。

### 3. 市場對科技的影響

就如一部售價數千元的智能電話，再加上每個月超過幾百元的月費，一點也不便宜。甚麼促使它的普及呢？是市場和科技的互相配合。

正如上一節提到，第一代和第二代的智能手提電話其實不為人所注意，市場亦不算大。但發展商繼續加入新的科技元素，推出了第三代，開始為人所接受，它與其他

的科技公司合作，由它自己設計，提出要求，其他科技公司代工，到第四代便成功大賣。

原本不看好的商人，看到有市場價值，而且比傳統電話的利潤高，便鑽研更新、更好的科技，意圖在這個市場分一杯羹，以賺取豐厚的利潤。

硬件方面的發展(部分為已實現，另部分仍在試驗中)：

- i. 屏幕解像度更高；
- ii. 屏幕更清晰及更高的像真度(3D、4K等)；
- iii. 形狀及配合人體工學(防滑、弧形屏幕和機身等)；
- iv. 核心運算速度更快；
- v. 記憶體容量更大；
- vi. 電池的續航力更長；
- vii. 重量更輕
- viii. 防水、防震等

其他如指紋辨識、眼球辨識、更快和穩定的數據連接功能和無紙交易等則是軟硬件科技的配合。還有一些正在開發中而未為人所知的科技，其實也是因為商人看準了商機，而投入到相關的科技研究和發展，就這樣，市場的影響亦轉過來促使在通訊

軟件方面的發展：

- i. 更人性化和容易掌握；
- ii. 更穩定；
- iii. 佔更少的空間；
- iv. 反應更快；
- v. 輸入方法更快和準確(聲控、手寫和智能輸入等)；
- vi. 眼球追蹤、眼球輸入法；
- vii. 輸出的聲音更清晰；
- viii. 輸出氣味的功能已在試驗中

科技方面的急促發展。

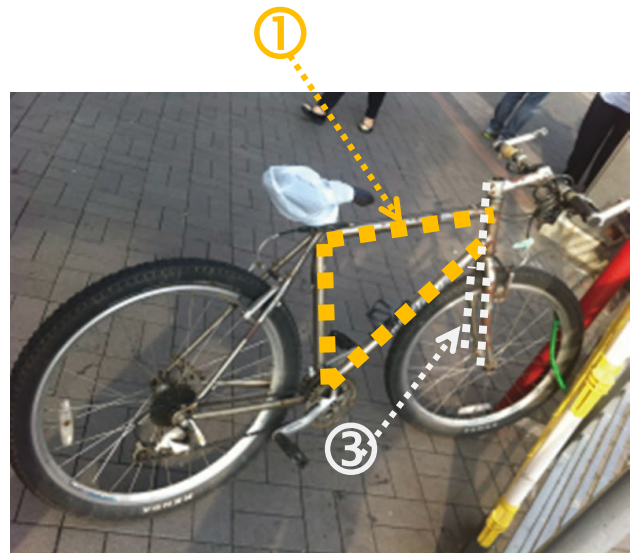
但市場的轉變極快，並且難以預測，例如美國的Motorola公司和加拿大的BlackBerry所生產的手提電話，曾幾何時是行業的先驅者，但未能掌握瞬息萬變的市場轉變，最後也難逃被淘汰的命運。

### 4 互動資訊

	網 址	內容簡介
1.	<a href="http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/db/08_pd1/index.htm">http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/db/08_pd1/index.htm</a>	基本產品設計。
2.	<a href="http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/pd/06_production/index.htm">http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/pd/06_production/index.htm</a> (設計與生產)	簡介設計大量生產和少量生產。

### 課堂活動：

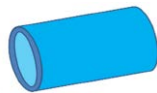
**活動1** 觀察一輛單車，以兩人為一組，嘗試了解它所使用不同的結構，如何能夠提升功能，以切合需要。以圖文說明你們的觀察。



## 相關知識

1. 三角形構架的車身：\_\_\_\_\_

2. 管狀材料來製造車架：\_\_\_\_\_



3. 前後輪支架使用Y形叉：\_\_\_\_\_

4. 右圖這一輛登山運動的單車，它在結構上作了甚麼改動，以進一步提升功能？又犧牲了些甚麼？





**活動 2** 不少物品都存在着弱點，而設計者已經加入了一些加強的設計。

試指出下面兩件設計品加入了那些加強的設計。如果再進一步加強，會帶來甚麼不利的後果呢？



**活動3** 正如前文提出，智能手機除了帶來很多便利，改變人的生活，但同時亦帶來不少問題。以兩人為一組，嘗試指出它的問題，並提出改善的建議。

1. 對健康的不利影響：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. 對人與人交往的不利影響：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. 對能源使用的不利影響：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. 對經濟，政治和文化的不利影響：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. ( )：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. ( )：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**活動4** 試以圖文，展示你認為下一代的個人通訊工具會提供甚麼功能。另外會在社會上，帶來甚麼行為模式或職業的變化？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 專題活動 - 結構動力模型

### 專題活動指引

#### 1. 目的

學生透過對基本劃線工具、基本切削手工具和基本機械結構的認識及應用，設計及製作一款結構動力模型。

#### 2. 學生完成設計習作後應能掌握

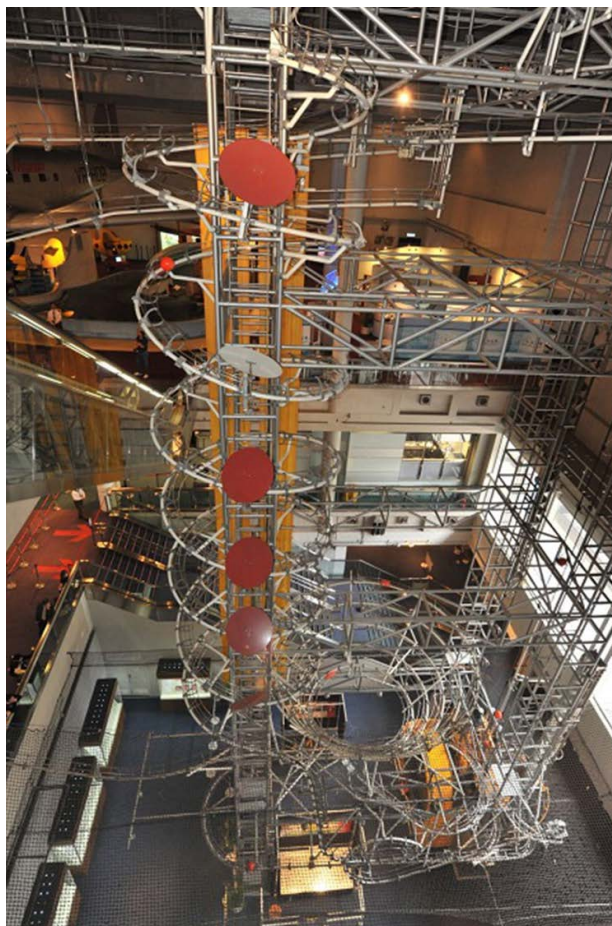
了解及運用主要設計程序；  
了解及運用簡單結構和機械；  
利用機械改變形式或動作輸出。

#### 3. 處境

小強和大雄到香港科學館參觀，被館內的大型展品「能量穿梭機」所吸引。看着圓球由地面運上後，推動不同的機械組件，做出不同的動作，發出不同的聲音。小強和大雄決定製作一個小模型，贈送給一些較落後國家的小朋友，希望他們從這些小模型中學會簡單的機械原理，然後運用於其他方面。另一方面，他們考慮這些地方的資源不足，所以他們選用一些簡單材料，希望引發小朋友運用簡單的材料，創作一些個人的玩意。

#### 4. 設計大綱

設計及製作一款動力模型，它必須使用機械元件作為活動部份，以一個旋轉或移動



的動作，帶動出兩個或以上的輸出動作。

#### 5. 建議時間

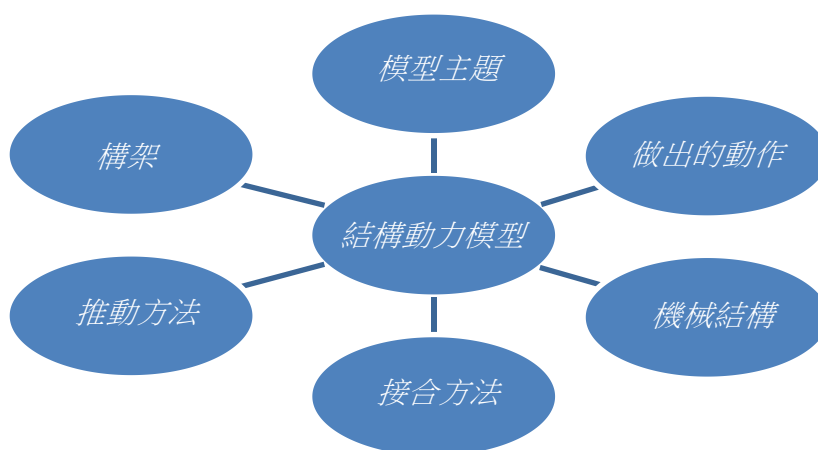
12堂（共480分鐘）

## 6. 所需物料

木料、接合材料、手工具

## 7. 活動內容

### a. 考慮因素



在設計及製作結構動力模型時，應考慮下列問題：

- (i) 結構動力模型主題是甚麼？
- (ii) 可做出甚麼動作？
- (iii) 用甚麼機械結構用出所需動作？
- (iv) 基座的結構？
- (v) 各部分如何接合？
- (vi) 推動的方法？
- (vii) 各部分接合後，是否相互阻礙？。
- (viii) 選用甚麼表面處理方法？



## b. 製作步驟

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| (i) 選擇主題       | (vii) 測試各活動部分的各自活動情況， |
| (ii) 設計外型      | 再測試所有活動部分的整體活動情況      |
| (iii) 設計做出的動作  | (viii) 配上吸引的外型        |
| (iv) 設計連接及推動方法 | (ix) 測試配上吸引的外型後後活動情況  |
| (v) 選擇各部分的合適材料 |                       |
| (vi) 製作各活動部分   |                       |

## c. 製作設計報告

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. 以草圖形式記錄每個意念，並選擇其中一個較好的設計。                           | 觀程度、安全程度等是否達到設計習作的要求。         |
| 2. 製作模型後，可以利用實驗引證設計的基本條件，例如設計習作的結構設計、趣味性、機動能力、容易使用程度、美 | 3. 選擇最後設計，將所有尺寸詳細標示，按比例繪畫生產圖。 |

## 參考資料:

### 1. 設計細則

- i 建議本設計習作以木材、膠片或咭紙為材料，輔以黏合劑、紙、竹枝、線等材料。
- ii 最大體積不可超過150 mm(長) × 100 mm(闊) × 150 mm(高)。
- iii 設計習作必須：
- iv 適合10歲以下的兒童使用。
- v 具教育意義者更佳。
- vi 接合方式可以黏合劑接合或螺絲扣接，但不需使用榫接方式。
- vii 其他標準包括：
  - a. 設計習作的木表面處理可用塗漆、打蠟等方法。
  - b. 設計習作外形必需美觀及吸引。

### 2. 資料搜集

- a. 香港科學館的「能量穿梭機」

[http://hk.science.museum/zh\\_TW/web/scm/pe/energy.html](http://hk.science.museum/zh_TW/web/scm/pe/energy.html)

- b. 某品牌飲品廣告，請來運動明星，拍出一個接一個的機械運動

<http://www.youtube.com/watch?v=M0jmSsQ5ptw>

- c. 以一連串的機械運動來擠牙膏

<http://www.youtube.com/watch?v=XITNYU6khGc>

- d. 木製彈珠運動機械

<http://www.youtube.com/watch?v=MNipg3AVCG4>

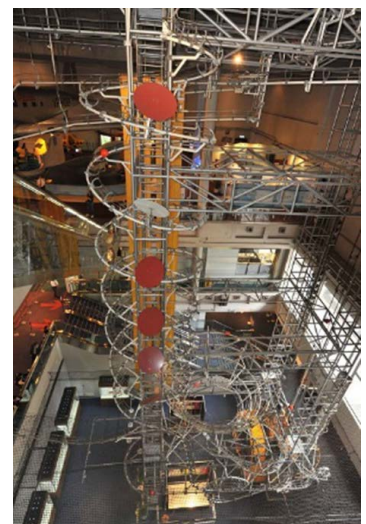
<http://www.youtube.com/watch?v=7C155oQfhoU>

- e. 橡皮筋機關槍連發600條

<http://tv.qooza.hk/watch.php?v=1720&fb=1344b3>

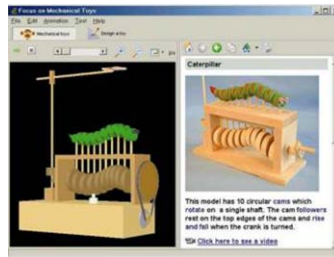
- f. 像筋木槍

<http://www.youtube.com/watch?v=iN2VJNxvoLk>



h. 可下載試用版的活動玩具模擬軟件

<http://www.focuseducational.com/product/design-technology-mechanical-toys/22>



i. <http://www.mechanical-toys.com/mainpage.html>



j. <http://www.walterruffler.de/Designs.html> 紙做機械小擺設



k. <http://www.technologystudent.com/joints/mectyl.htm>

### 3. 機械元件

這件活動機械玩具，會利用不同機械元件組合而成，可能包括槓桿、連桿、曲柄、

凸輪、齒輪、滑輪、齒條等等。同學們可以自己製造。

#### a. 槓桿

槓桿是一根堅硬的直桿，它能按固定點轉動，這固定點稱為**支點**。施力的位置稱為**力點**，而荷重的位置稱為**重點**。槓桿的功

用是通過改變**力點**、**重點**和**支點**相互之間的位置和距離，來達至改變力的大小、速度和方向。

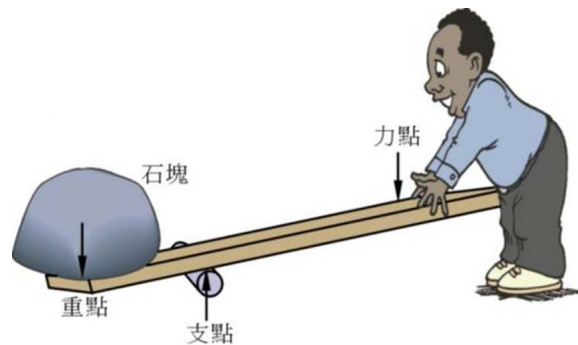


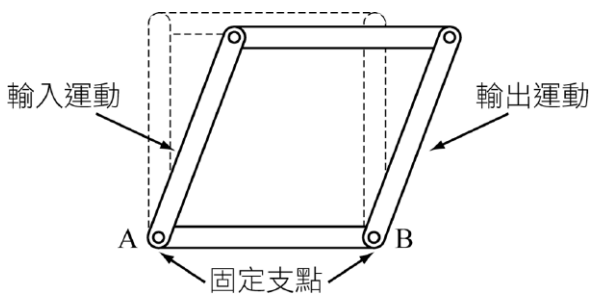
圖2.1

#### b. 連桿

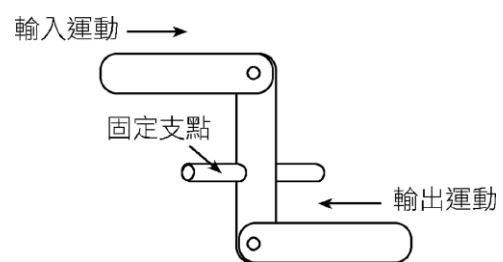
連桿機構是用鉸接或滑接方式將一組連桿連接而成的機構，一方面傳送運動，另一

方面改變運動方向和動力。以下便是一些常見的連桿結構例子：

##### (i) 平行運動連桿



##### (ii) 反方向運動連桿

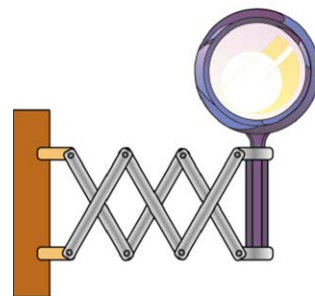


##### (iii) 直角運動連桿

將輸入運動的角度改變 $90^\circ$ 來輸出。例子：伸縮鏡。

##### (iv) 旋轉運動連桿

將直線運動改變為旋轉運動。

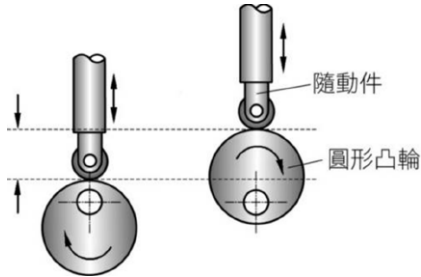


伸縮鏡：反向及直角運動連桿機構

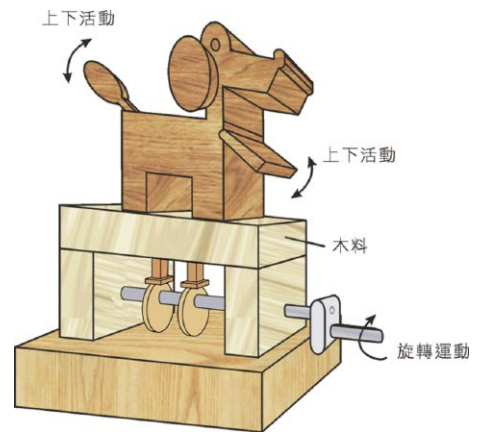


### c. 凸輪與隨動件

凸輪是一種形狀經特定設計的扁平塊，作用是在偏心的轉動下，將輸入的旋轉運動轉換成由隨動件產生的往復運動。



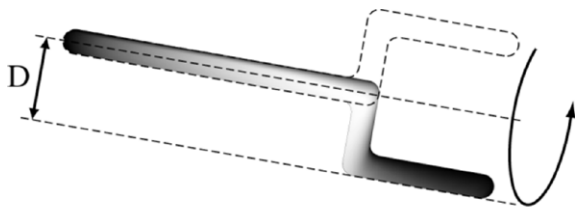
凸輪運動原理



利用凸輪運動的實例：搖動木馬

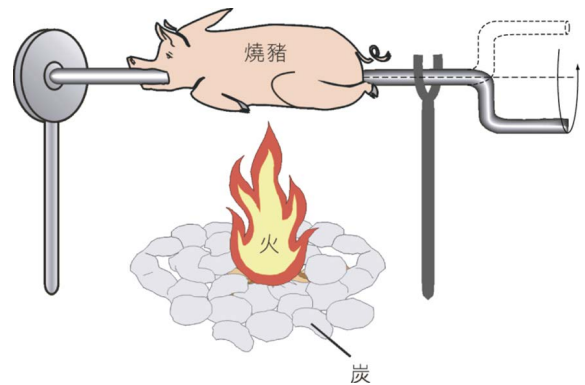
### d. 曲柄機構

曲柄是一種傳遞扭力到轉軸上的機械機構。當輸入動力時，離開軸心越遠，輸出的扭力便越大。



D的距離越大，輸出的扭力便越大。

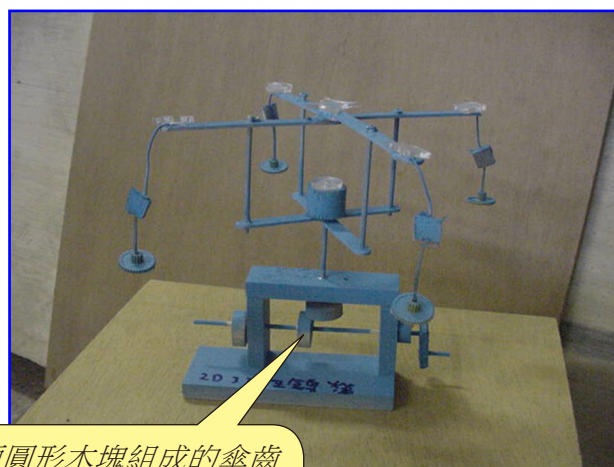
曲柄



燒豬架是曲柄其中一個例子



其他例子：



兩圓形木塊組成的傘齒輪結構

以上動感小擺設的底座以20mm x10mm 及20mm x10mm白木條做成

下圖展示的於市面或網上購買的機械連動玩具



## 設計過程記錄表

### 處境

小強和大雄到香港科學館參觀，被館內的大型展品「能量穿梭機」所吸引。決定製作一些小模型，贈送給一些較落後國家的小朋友，希望他們從這些小模型中學會簡單的機械原理，然後運用於其他方面。另

一方面，他們考慮這些地方的資源不足，所以他們選用一些簡單材料，希望引發小朋友運用簡單的材料，創作一些個人的玩意。你也想出一分力製造結構動力模型給那些兒童嗎？

### 設計概要

- (i) 材料是以\_\_\_\_\_為主。
- (ii) 需要以機械元件如槓桿、連桿等物品作為驅動活動部份。

### 設計細則

(a) 材料：

材料名稱	尺寸	數量	附註
主要材料	____mm × ____mm × ____mm (長 × 寬 × 高)		
圓型支條	直徑____mm 長度____mm		
其他材料			

(b) 最大體積不超過

\_\_\_\_\_ mm × \_\_\_\_\_ mm × \_\_\_\_\_ mm。

(c) 設計習作的用途

- (i) 適合10歲以下的兒童使用。
- (ii) 具教育意義的設計更佳。

(d) 接合方式

- (i) \_\_\_\_\_
- (ii) \_\_\_\_\_
- (iii) \_\_\_\_\_

(e) 設計習作在\_\_\_\_\_節內完成(即由\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日至\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日)。

(f) 其他標準

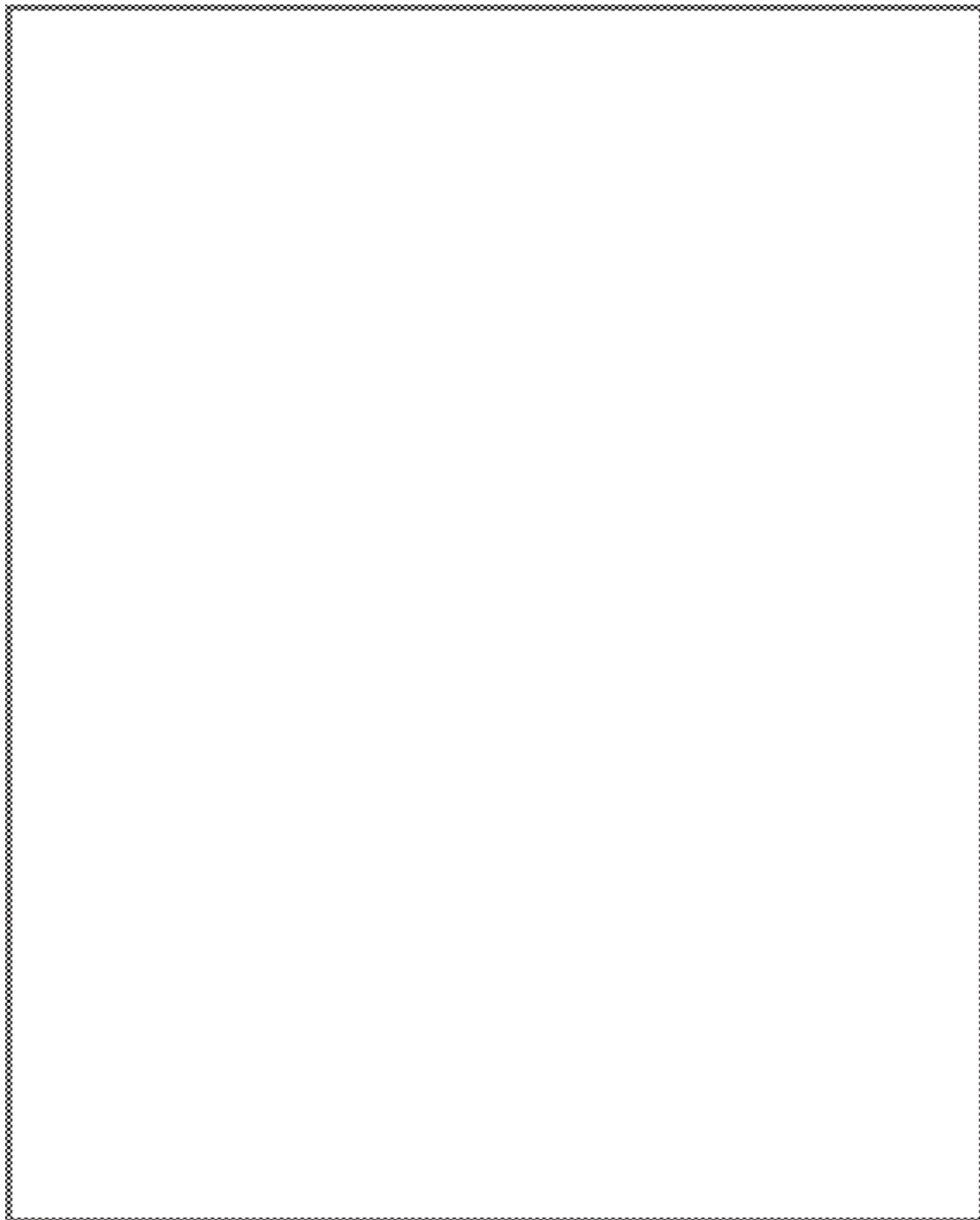
- (i) 設計習作外觀美麗及吸引；
- (ii) 設計習作加入表面處理的工序；
- (iii) 其他：\_\_\_\_\_。



## 搜集資料

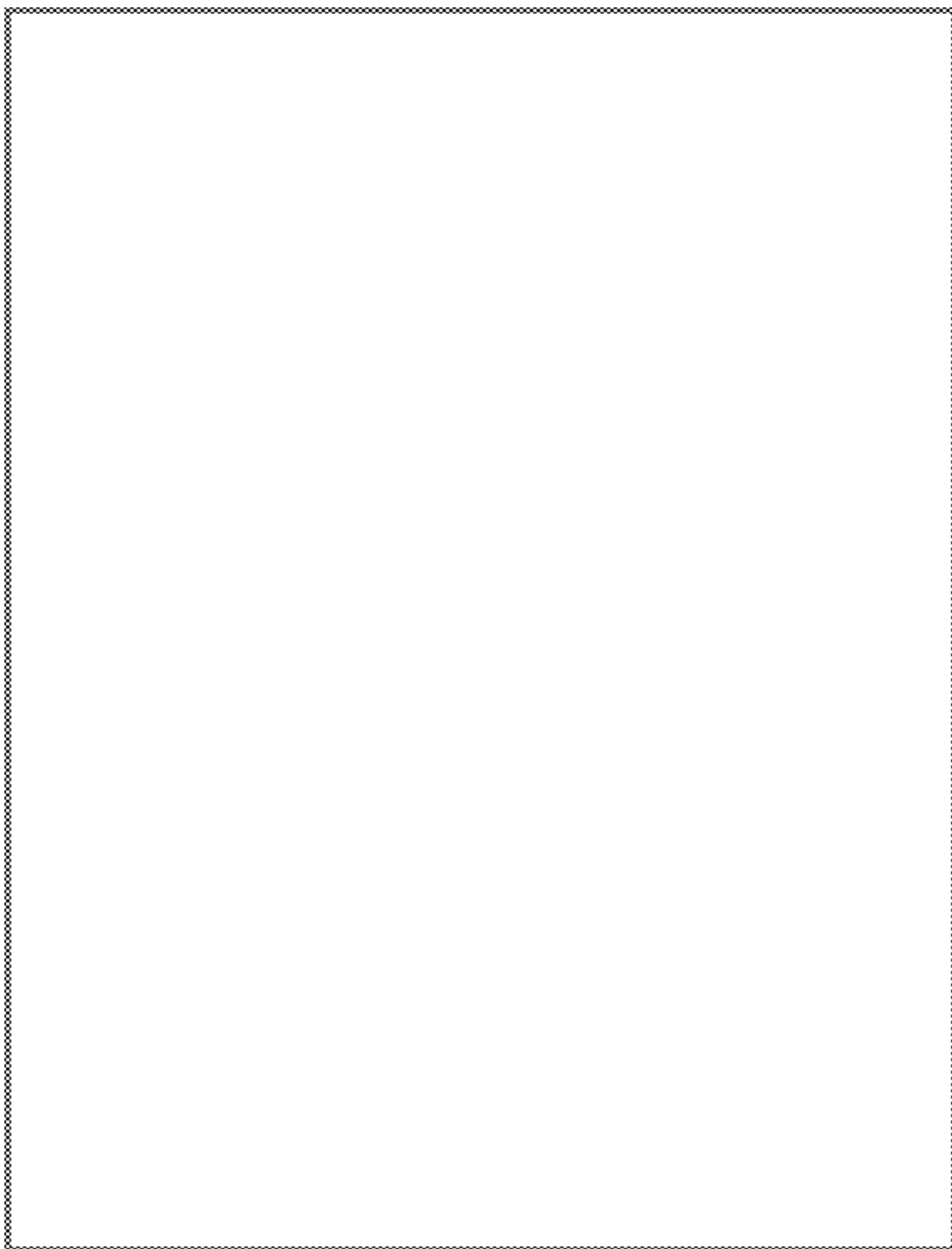
(a) 市面上售賣的製成品：

(可從報章、雜誌或網頁尋找。)



設計：

(a) 初步意念 (設計草圖)



(b) 改良後的最終意念

(必須於生產圖內標示有關尺寸)

