

## 相關知識

### I 設計過程

在中一的課程中，我們已經對設計過程有初步的認識，亦進行了幾個設計活動和習作。在這裏會提出應用各種設計方法以作

問題解難，它們包括設計因素分析、橫向思維、心智圖和腦力激盪。

#### a. 設計因素分析

##### (i) 設計矩陣

分析設計因素，可以使用「設計矩陣」的方式把不同的設計元素以矩陣（列表）形式列出，以便作出更詳細的考慮，然後可

以把它們整合起來，造出不同的可行性設計，從中找出有創意的設計。

#### 設計矩陣的步驟如下：

1. 在應用設計矩陣時先要把設計的特點列出。特點可以是其內部零件、特性、質量或設計元素。例如鉛筆的特點包括筆桿物料、筆芯物料、鉛芯硬度、鉛芯直徑、質量（檔次）、顏色、重量等等。
2. 畫出表格，以各種特徵作為各直行的項目，在每直行內寫出該特徵的各種可能，越多越好。這時候，這個表格已能顯示所有你認為有可能的設計。
3. 現在，在每個直行中經過考慮，然後選擇一項合適、有趣的組合，這樣一件新設計便誕生了。
4. 集中討論這個新設計，評估它能否滿足設計要求並把它改善至各人滿意為止。

#### 缺點：

由於表中所列的都是循邏輯思考而得到的，所以整體創造性有限。

例子：

燈飾設計的設計矩陣

能源	燈泡	光度	尺寸	款式	表面處理	物料
電池	射燈泡	弱	大	流行	黑	金屬
市電	一般燈泡	中	中	古典	白	陶瓷
太陽能	天然光	強	小	羅馬式	金屬色	混凝土
發電	有色	可變	可攜	工業式	象牙色	骨
手動				民族式	纖維	玻璃
氣態燃料						木
液態燃料						石
						膠



從以上的設計矩陣，可得出的新設計可能是一個古典式的射燈泡手電筒或民族式骨頭油燈。

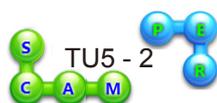
(ii) 檢核表技術SCAMPER

檢核表技術SCAMPER是七個英文字的首字母，包括：Substitute「代」、Combine「合」、Adapt「應」、Modify「改」、Purposes「用」、Eliminate「消」、Reverse「排」七種技巧。當我們需要創意時，可以借「代合應改用消排」七方面去思考，找出解決問題的新方法。

說可能難於使用，甚至造成無形障礙。

缺點：

除取代和配合外，其它五種技巧較難應用，對缺乏科技設計經驗及知識的學生來



## SCAMPER 檢核表詳解

<b>S</b>	代替	<p>試想想用甚麼可以代替，還有沒有別的材，程序可以取代。透過找尋其他代替品的過程，你會有更多新的意念。</p> <p><b>常用問題:</b> 如果完成代替這過程後，可以改善甚麼？如果我這樣做，還有怎樣的效果？用甚麼去代替地點、時間、物料或人物？</p>
<b>C</b>	結合	<p>試把兩項物料或多項結合，獲得相輔相承的效果。</p> <p><b>常用問題:</b> 甚麼物料、特徵、程序、人物、物料可以結合？怎樣才達至相輔相承的效果？</p>
<b>A</b>	調整	<p>試把組件/程序適當地調整，或者改善產品/程序的質量。</p> <p><b>常用問題:</b> 產品的那一部份需要改善？跟甚麼轉換？此轉換會對這組合的特徵，有甚麼改變？</p>
<b>M</b>	改善	<p>試找出不協調的部份，作修改，以改變其意義、或形式，令產品更獨一無異。</p> <p><b>常用問題:</b> 甚麼地方可作修改？如何修改？</p>
<b>P</b>	利用	<p>思考如何把現有的解決方法/產品/過程，套入別的目的，例如構想別的方法，解決相同問題或替你的產品找別的市場。</p> <p><b>常用問題:</b> 怎樣才能令產品發揮其他用途？有沒有新的用途？</p>
<b>E</b>	取消	<p>試找出產品有沒有可刪減的地方。</p> <p><b>常用問題:</b> 甚麼可以取消？取消了以後，會變成怎樣？這樣便可令你用不同方法，想像不同的情況。</p>
<b>R</b>	重整	<p>試想想如果產品/程序倒轉來做，結果怎樣？這樣可使你從不同的角度看事物，並產生新意念。</p> <p><b>常用問題:</b> 如果我用相反方法做，將有甚麼效果？</p>



應用實例 ([http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/db/01\\_ino/index.htm](http://tds.ic.polyu.edu.hk/ds/db/01_ino/index.htm))

S代替--靜電除塵紙拖把



C結合--相機電話



相關知識

A調整--無盡的袋隨時變身



M改善--人體工學座椅



P利用--壽司計算機



相關知識

E消除--無線電腦滑鼠



R重整--模組玩具



## b. 垂直和水平思考

### i. 垂直思考

垂直思考是我們傳統所用的思考模式，從已知的理論、知識和經驗出發，按照一定的思考路線，垂直深入分析研究的一種方法。

### ii. 水平思考

水平思考是指盡量擺脫傳統觀念而從新的視角對某一事物重新思考的一種方法。垂直思考法強調思維的單向性，水平思考法強調思維的多向性，即善於從多方面、不同的角度來考慮問題，水平思考是可能性的衍生，而非邏輯和次序。水平思考可以越過步驟，正確完成每個步驟的關注並不是必須的。它使垂直思考法的思維途徑從單維發展到多維，因而具有較多的創新可能性。

例如，如果我們想要把文字信息傳送給遠方的人，在可預測的思考將會是發送信件或電子郵件。

這種思考方法適於對既定問題作更加深入、細緻的研究。

然而，還存在著其他可能性：

- (一)、莫爾斯電碼 (Morse Code) (若這個人擁有適當的接收設備)
- (二)、在漂浮的玻璃瓶內的一份書面文件 (儘管它可能永遠無法送抵收件人手中)
- (三)、綁在鴿子上的小字條 (鴿子必須知道如何找到這個人)。
- (四)、在某人閱讀的報紙上購買刊登文章的空間

利用水平思考法，可從一種觀念出發，聯想出特點與這相似、相關的事物

### 垂直和水平思考

#### 生活例子 - 家庭晚餐

一位家庭主婦準備為家人做一頓晚餐。首項邏輯步驟，將會是決定買什麼材料。接著，她會到市場和購買所需食品，然後回家做飯。最後的步驟，便是奉上食物。

若越過、改變及逆轉此等步驟，她能否仍可為家人製作食物？我們可想像，答案是「可以」的。

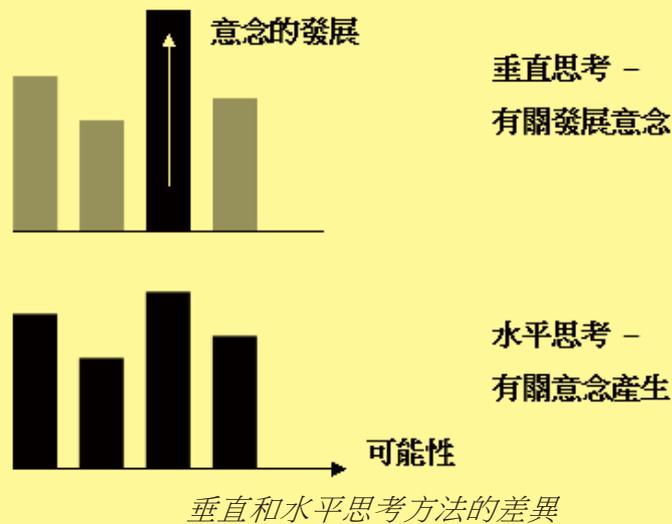
她能否訂購外賣或安排送貨上門？她能否與家人一起探望友人並留在友人家中吃晚飯？她可否教導兒子做飯，並由他煮晚飯？她能否聘請一名臨時廚師？她能否烹煮微波食品？基本上，這些製作晚餐的可能性，並不能抹殺。

### 垂直和水平思考

#### 在不同階段運用它們的長處

垂直和水平思考在本質上完全不同。這兩種思想風格，在產生概念的不同時間及發展過程中是互相補足的。在設計過程展開之初，需要大量意念

時，設計師需要水平思考。然而，在較後階段，尤其是在生產階段，往往需要更多的水平思考。靈活改變思考方式，是十分重要的。



#### 水平思考法的特點：

要擺脫老框框的限制。要全方位地思考，找出不同於一般思維方式的新特點。對於

偶然一閃的構思，應該抓住不放，深入發掘新的意念。

#### 水平思考的缺點：

水平思考法可能會太天馬行空，設計出來的產品可能會完全脫離設計要求。垂直思考和水平思考兩者並無衝突，一

般人思考時都兩者並用，思考過程中兩者間並無清晰界線。

利用機會，激發其他意念水平思考的關鍵因素。常用的兩個方法有：

### 腦力激盪法 (Brainstorming)

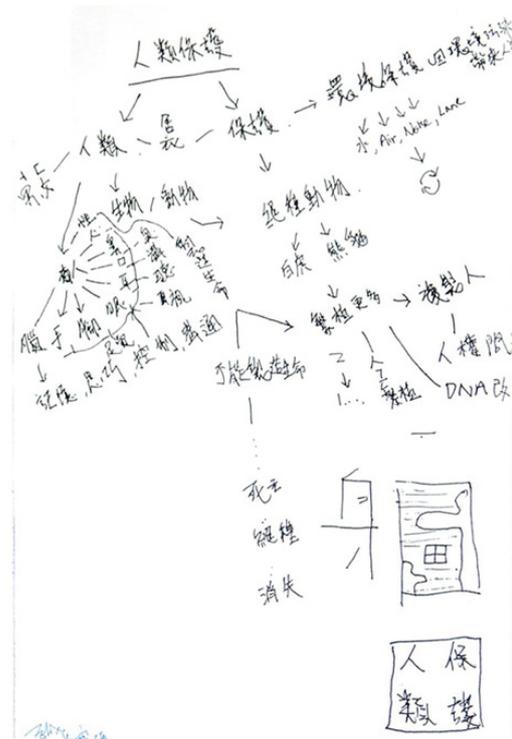
「腦力激盪法」是一種不受邏輯制約而能產生創新意念的方法。它可以用獨立或群體的形式進行。設計師把心中的概念用非常自由的方式寫下或是畫下來。「腦力激盪法」是一個很好的解決問題方法，尤其在設計過程最初概念的形成功段。它可以極快地產生廣闊的意念及進一步發展概念。在腦力激盪會議中，要留意以下各點：

- a. 不應批評任何意念。批評將使參與腦力激盪會議的人有被脅迫的感覺。
- b. 意念交流是重要的。當腦力激盪會議停滯不前時，便應是結束會議，留待下一次討論的時候。
- c. 氣氛應是自由、鼓勵性及舒暢的。如果有與會者專橫跋扈的話，他將打擊其他人發言的意欲。

腦力激盪法多以集體方式進行，以組員的經驗來引發意念，因此這種方法可以非常奏效。當其中一名小組成員達到其極限後，其他組員可以隨時將構思帶進下一階段。通過這種方式，集體腦力激盪法能較個人獨立思考模式發展和衍生更深入的想法。

某人的好主意，對於他人來說，可能是一個愚蠢的想法。應避免個別人士受辱，並令腦力激盪法會議能有效地進行，組長應控制過程，進行時應注意以下事項：  
清楚界定需要解決的問題

- a. 令所有成員集中在手頭上的問題



學生在使用腦力激盪法時所做的記錄

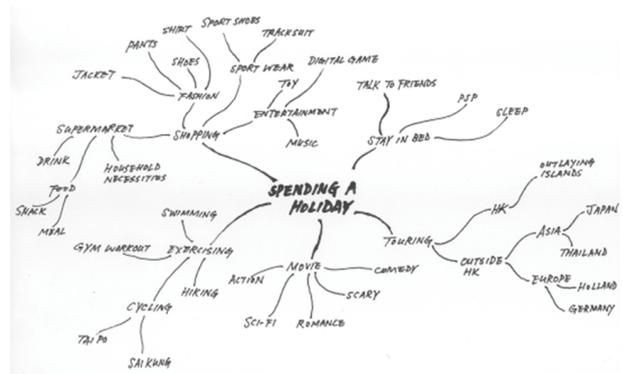
- b. 確保過程中沒有任何批評和評鑑
- c. 鼓勵所有成員參與
- d. 歡迎創造力
- e. 終止拖延太久的想法
- f. 鼓勵各成員進一步發展或延續他人的想法
- g. 記錄所有意念，以免錯過任何討論事項

總括來說，腦力激盪法可以迅速產生激進的想法。個人腦力激盪法可以產生更多的想法，卻沒有集體討論那樣有效。



## B、心智圖

心智圖(又稱思維導圖)是一種重要的技巧,用以改良記錄方式、支援及增強創意解決問題的能力。透過使用心智圖,可以迅速識別和理解主題的結構,讓所有相關連的資訊直接、一目了然地呈現眼前,並把載於標準筆記上的原始事實進行記錄。



創意思維由一點向外擴散

相關知識

心智圖提供一個結構以鼓勵創造性的解決方案,這種格式讓同學更容易記下及更迅速審閱資料。

心智圖放棄常規的列表式記錄模式。這種方法有利於平面結構。一個完備的心智圖,會顯示主題的「形狀」、個別要點的

相對重要性,及這些事實間的相互關係。心智圖較傳統筆記更簡潔,一般只有一頁紙。它可助同學輕易誘發聯想。若在繪製心智圖後找到更多資料,同學可以輕易匯入資料而沒有帶來任何影響。

心智圖還有助於:

- 總結資料
- 併合來自不同研究來源的資料
- 徹底地全面考量複雜的問題
- 以囊括主題全面視野的模式來展示資料

簡單的心智圖易於查閱,只要掃視一眼,同學便可以輕易記住及吸收資料,經常更新記憶。以下建議可協助提高心智圖的效能:

- 使用單字或短語來記錄資料,用字過多,會令心智圖變得雜亂無章。
- 整齊書寫及繪製。不清楚的筆跡或繪圖會難以閱讀。
- 使用顏色來區分不同的意念。顏色有助顯示主題的組織。
- 使用符號和圖象。相對於文字,圖片可更有效地幫助你牢記資料。
- 運用相互聯繫(cross-linkages)。你可繪製線條以顯示相互聯繫。這樣可以幫助同學了解某部分如何影響另一部分。

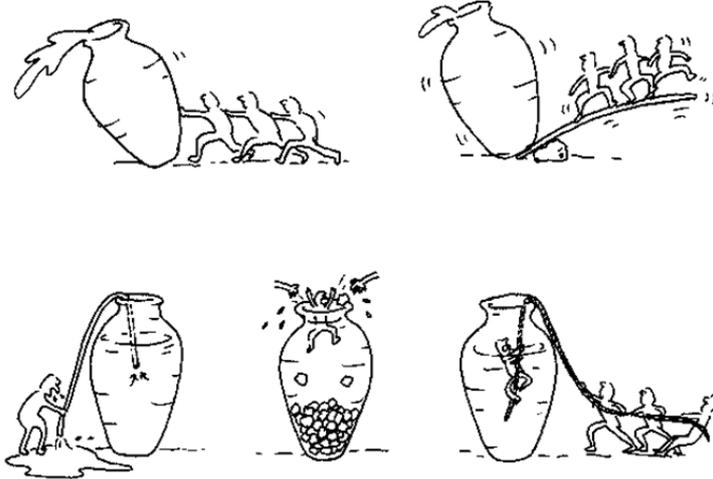


### 例：拯救缸內小孩

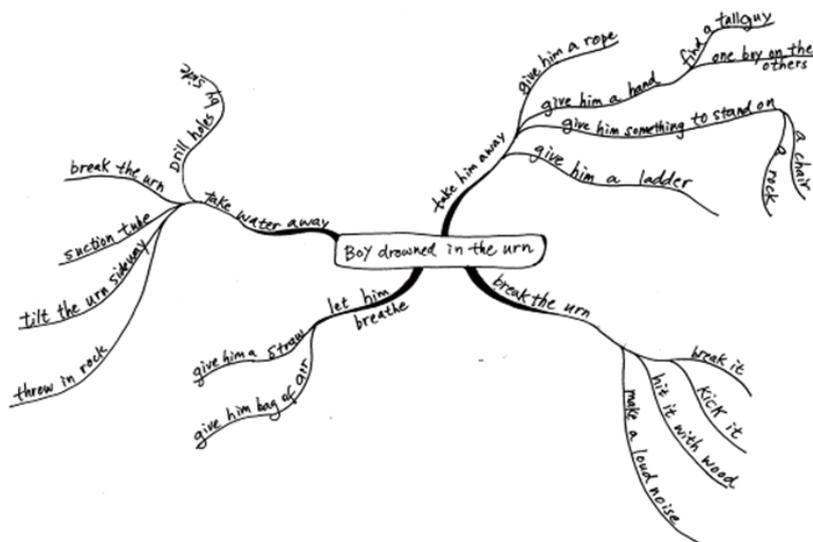
著名的司馬光破缸救友故事，顯示其水平思考的機智。



司馬光用石頭破缸以泄水，拯救缸內的小孩。若然，那缸沒有被擊破，他還可以使用什麼方法？



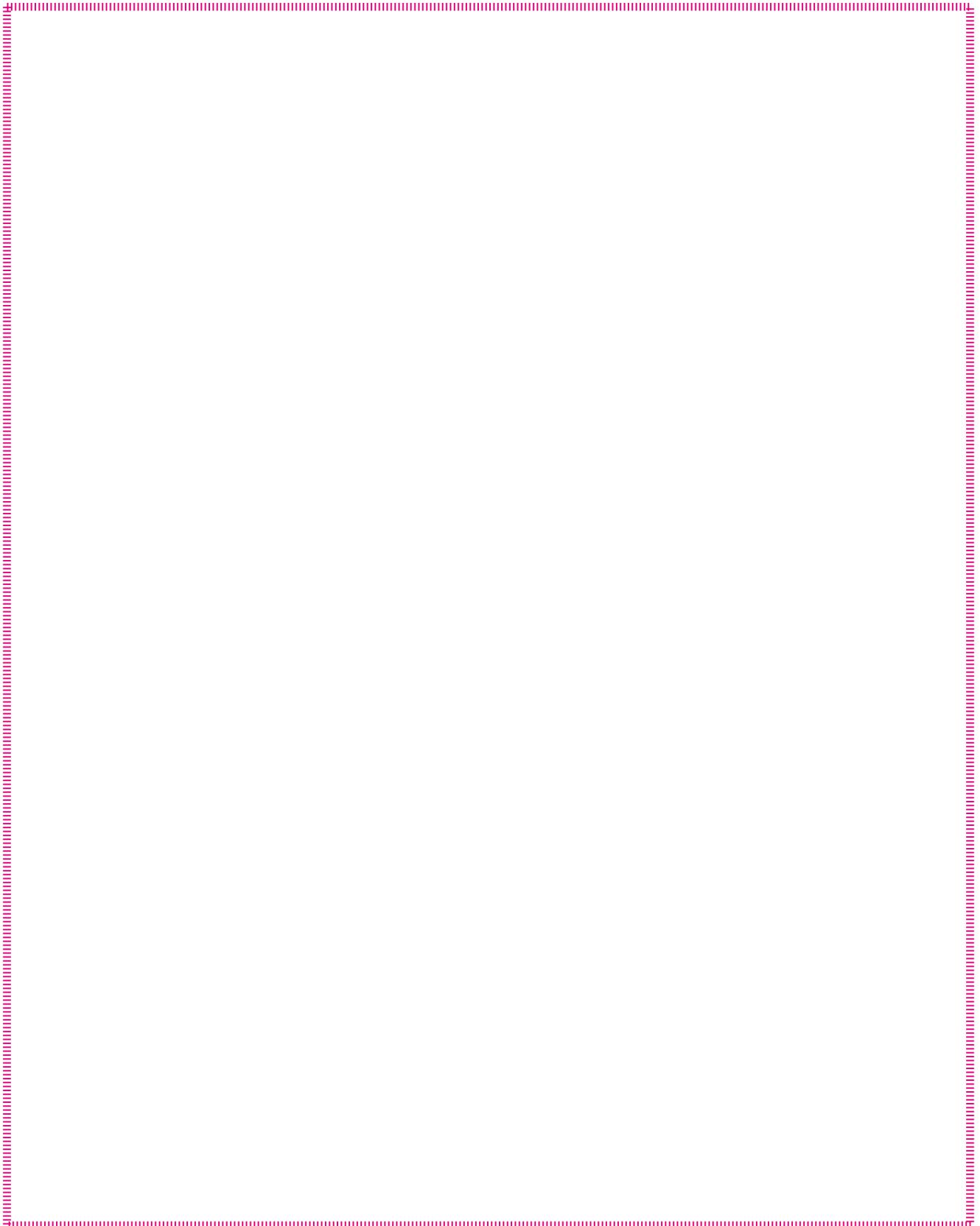
這些解決方案，可以極具想像力。它們是利用腦力激盪法或心智圖誘發水平思維的結果。



繪製心智圖，以拯救缸內的孩子。請注意，心智圖明確說明司馬光可以做的事項，如「將他帶走」或「讓他呼吸」，只

說明一個抽象的行動。因此，可以增加最後可能性的分支。

相關知識



## II 設計上的考慮

### 產品設計、生產和銷售的道德問題

一柄刀的設計、生產和銷售，如果用在正當的用途上，絕對是一件每個家庭必備的工具，一件優良產品。但如果用得**不正確**，卻可以變成一件犯罪行為和殺人的工具。**不正確使用**，應否做成它的設計、生產和銷售被禁止呢？

在香港房屋的需求很大，但例如籠屋和劏房這類房屋，它的**設計、生產和銷售**卻引

發了很多社會道德問題

又有不少產品，它們的設計問題不大，但為了減低成本，在較落後國家生產時，被人形容為剝削工人的血汗工廠，在**生產**的一環，便引來問題了。

又例如治療愛滋病和癌病的藥物，它們的設計、生產問題不大，但以高昂的價錢**銷售**便有不少人覺得有問題了。

### 課堂活動：

同學們請就以下兩個議題，分組討論並說出你們認為它們應否設計、生產和銷售。

#### 1. 軍事武器

聯合國的組成，曾經給人類帶來世界和平的希望。但現今世界的不同地方還是發生着不同大小的戰爭，軍事武器的設計、生產和銷售正天天進行着。有人說這是為

了阻止一些狂人或恐怖份子破壞世界的安寧，「世界警察」也必須有他們可用的工具。你覺得怎樣呢？

a. 設計與製造武器的原意是甚麼？

---



---

b. 設計武器可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---



---

c. 生產武器可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---



---

d. 銷售武器可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---

## 2. 基因改造食物:



- ◆ 世界上第一件基因改造食物於1996年推出市場，自此之後，基因改造食物一直引起不少爭議。
- ◆ 反對的人認為，基因改造食物是科學怪人才會吃的食物，並威脅我們的健康和環境生態的平衡。
- ◆ 贊同的人則認為，基因改造食物不但安全、環保、更解決了糧食不足、飢荒的問題。
- ◆ 無論你贊同或反對，你都不能避免吃到基因改造食物，因為，這些食物及原材料已經隱藏於我們日常接觸到的食物之中.....

相關知識

<http://cquestgarden.com/view.php?sec=2&id=3409&pt=SP&mode=public>

a. 設計與製造基因改造食物的原意是甚麼？

---

---

b. 設計基因改造食物可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---

---

c. 生產基因改造食物可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---

---

d. 銷售基因改造食物可能引來甚麼的道德問題？試建議如何解決。

---

---

### III. 選取合適製造過程上的考慮

#### 1. 正確及安全地按不同物料和科技部件去選擇適當的手工具、機器和設備。

右圖為一日本品牌的模擬工作間，工匠在以人手製造相機皮套前，會選擇適當的工序和預備合適的工具和材料。



右圖為一香港的餐廳常見椅子。以製造椅子的構架為例，如果錯用工具，效果會不理想、不能達到目的或破壞工具。如果是機器和設備，則更可能引起意外而後果會更加嚴重。



製造的過程可能是：

- 選擇材料；
- 從一條長的材料切削各段合適長度；
- 修正至合適形狀；
- 將各段條狀材料接合成椅框；
- 進行表面處理，如加上坐墊等。

就以材料**切削**這個工序為例，相關的考慮因素包括：

- 材料；
- 形狀；
- 限制
- 工具、設備等其他因素

(a) 工序

切削常用的物料，立時會考慮到可應用的手工具，其中有銼刀、鑿、鋸、熱熔工具

等，機械工具則有鋸床、線鋸床、車床和鐳射切割機等。

(b) 材料

材料的硬度、脆性和熔點等。

- 如紙張和薄膠片等可考慮使用剪刀和剃刀
- 較硬的材料，可考慮使用鋸

- 如亞加力膠片和防火膠板等較脆的材料，可考慮使用鉤刀
- 如發泡膠等熔點較低的材料，可考慮使用熱熔工具

(c) 形狀

我們通常都是需要直線切削，比較多工具可以運用，但如果是切削變曲形狀，則需

要較特殊的工具。

(d) 限制

如需切割彎位、高精確度、所需時間等，

都限制了我們可以選擇的工具和設備。

(e) 工具、設備等其他因素

需要切割的量、是否可以提供足夠的工具或設備、每次使用的成本、是否需要特別

的人員協助等，都是需考慮的因素。

切割幾件工場常用物料的手工具選擇：

	夾背鋸	弓鋼鋸	發熱線切割機
			
木材	效果理想	可以，但鋸片容易被夾緊，加大力度會弄斷鋸片	不能
金屬	可以鋸削一小段，但因鋸片的硬度不足，至鋸齒破裂	效果理想	不能
發泡膠	可以，但切削口不整齊，不能切削彎位	可以，但切削口不整齊，切削彎位困難	效果理想，因切削口被熔化分離

因此在選擇工序及工具時，還要考慮各方面的因素，如切削效果和工具的損耗等。

## 2. 大量生產的製成品或系統的基本設計概念

製成品或系統如需大量生產，便必須考慮到

- 生產的工序，
- 所需時間，
- 所需生產設備，
- 成本。



傳統馬鈴薯削皮器



### 重新設計的塑膠柄削皮器

首先碰上的較大成本便是製作用於注塑機的模具，但當產量達到1,000件以上時，它便會較傳統的設計便宜。在大規模生產時，塑膠設計則是一個較廉價的方案。生產材料、時間、裝配只需要較少的投資，而金屬削皮器則需要較複雜的程序，如：金屬切割、折彎、焊接、加工，以及零件裝配。

相關知識

	設計A 		設計B 	
	單位成本(港幣)	總數：(港幣)	單位成本(港幣)	總數：(港幣)
生產	0.5+0.9+1.2	3.6	0.2	0.3
裝配	1.0		0.1	
包裝	1.0	1.0	1.0	1.0
貯存	0.5 (盒裝)	0.5	0.2 (泡罩包裝)	0.2
運送	2.0	2.0	1.0 (較輕而小的包裝)	1.0
	每單位總成本	7.1	每單位總成本	2.5

在大量生產時，如設備和模具等的基礎投資得以攤分，成本和生產所需時間得以減低，但產品所用的材料、生產方法、選用

設計等都必須改變來配合，有時需在原有的設計上作出妥協和犧牲。

## 4 互動資訊

	網 址	內容簡介
1.	<a href="http://www.williamson-labs.com/design.htm">http://www.williamson-labs.com/design.htm</a> Design Flow Chart (設計流程圖)	利用設計流程圖逐步逐步地介紹設計過程。
2.	<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>	簡介產品設計過程中每個步驟。

相關知識

## 5 專用詞彙

設計因素分析	Design factor analysis	腦力激盪法	Brainstorming
設計矩陣	Design matrix	心智圖	Mind map
垂直思考	Vertical thinking	檢核表技術	SCAMPER
水平思考	Lateral thinking		

# 個案研究 - 設計過程

## (創新乾髮器)

### 個案研究指引

#### 1. 目的

識別一個科技問題，並以科學及科技的知識和創意思考方法，嘗試找出具創意的解難方法。

#### 2. 學生完成設計習作後應能掌握

- 橫向思維的心智圖和腦力激盪。
- 靈活應用科學及科技的知識。

#### 3. 活動大綱

- 了解傳統乾髮器的工作原理。
- 傳統乾髮器的材料選擇和生產方法選擇。
- 以橫向思維模式，考慮其他的乾髮方法。
- 以心智圖和腦力激盪方法，從新設計乾髮器。

#### 4. 建議時間

5堂 (共200分鐘)

#### 5. 所需物料

1. 工作紙
2. 老師預備風筒一個，如同學家中有其他類型的乾髮器，經老師同意後，可帶回校，供其他同學參考

#### 6. 分組

為利於討論，以4人為一組，選其中1人為組長，主持討論。

組長姓名：\_\_\_\_\_ ( )

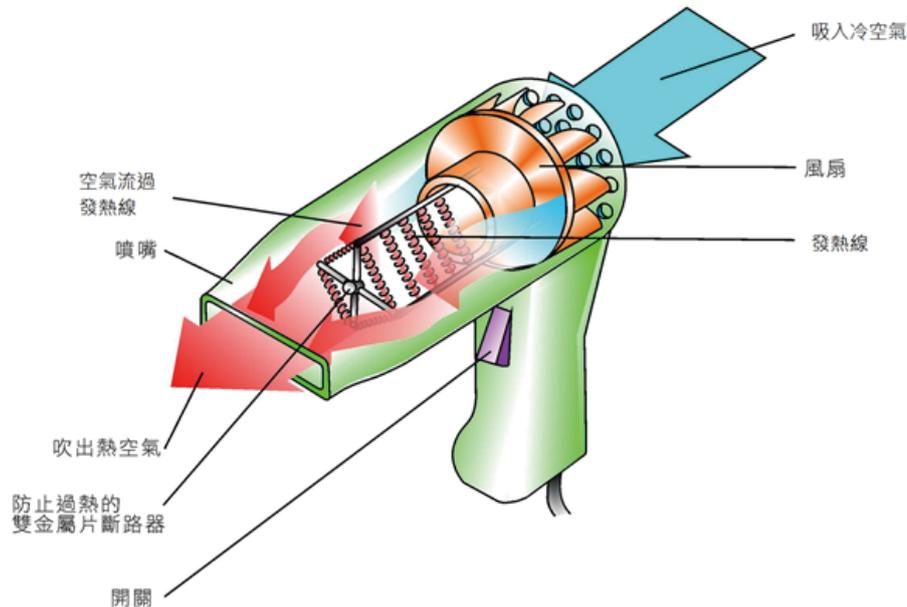
組員姓名：

(1) : \_\_\_\_\_ ( )      (2) : \_\_\_\_\_ ( )

(3) : \_\_\_\_\_ ( )

## 7. 活動內容

### A. 傳統乾髮器



上圖顯示一個乾髮器的操作原理，試在以下的空格中，填上適當的字句，指出它應用了的科學原理。

#### i. 應用科學原理

乾髮器所應用的科學原理包括：熱學（\_\_\_\_\_感應）、電學（\_\_\_\_\_線和\_\_\_\_\_電路）、電磁學（電動機）、流體力學（\_\_\_\_\_）。

#### ii. 如何應用

乾髮器將\_\_\_\_\_經吹過\_\_\_\_\_，然後再吹到頭髮上，\_\_\_\_\_令頭髮的水份快速蒸發。

#### iii. 如何運作

\_\_\_\_\_擊接通電流後，電流令電動機轉動\_\_\_\_\_，同一時間電流通過金屬電阻線產生\_\_\_\_\_。空氣被風扇從後吸入，經過發熱的電阻線，然後再在前端吹出。

#### iv. 產品的棄置

當乾髮器到了它使用週期的終結，有那些物料可供循環再用呢？

---



---



---



---

### B. 乾髮的方法

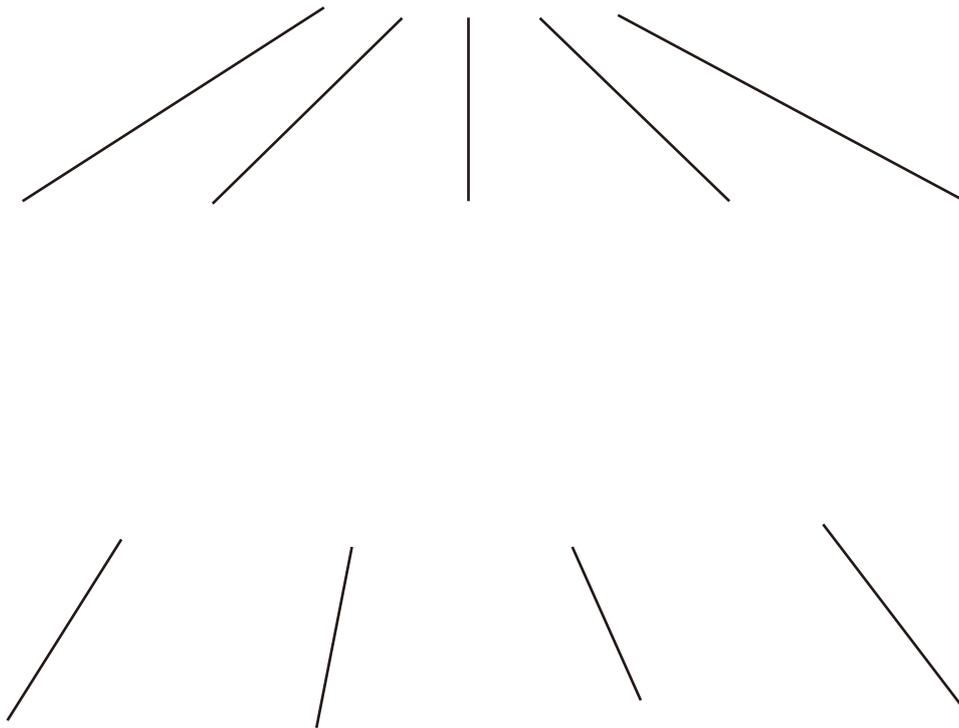
組長及每位組員均提出兩種乾髮的方法：

- i. \_\_\_\_\_
- ii. \_\_\_\_\_
- iii. \_\_\_\_\_
- iv. \_\_\_\_\_
- v. \_\_\_\_\_
- vi. \_\_\_\_\_
- vii. \_\_\_\_\_
- viii. \_\_\_\_\_

### C. 乾髮的考慮

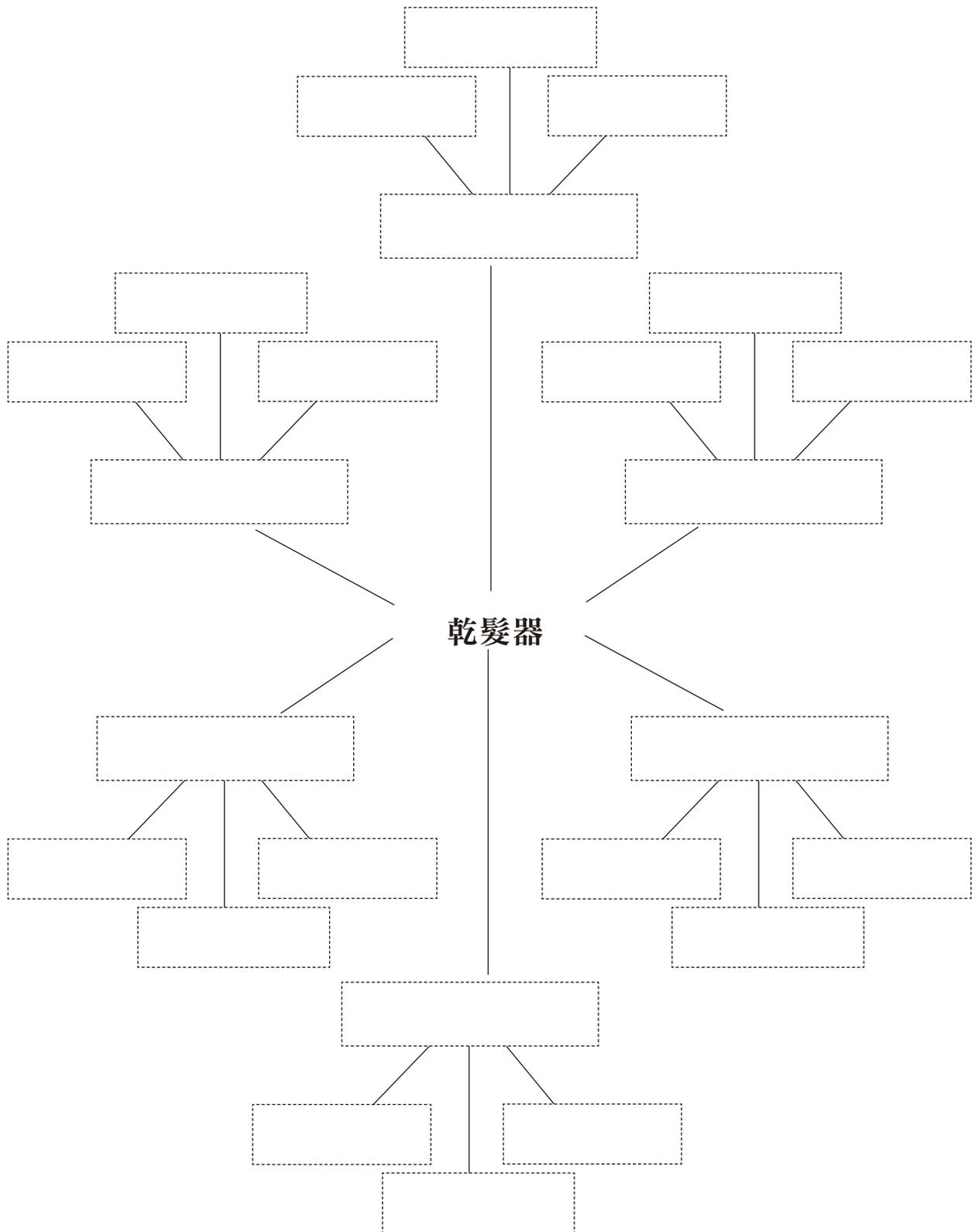
寫/畫 出弄乾頭髮的考慮問題(下圖為基本的腦力激盪，同學可加以延伸)

#### 弄乾頭髮



### D. 心智圖

以心智圖(思維導圖)畫出設計一個乾髮器的設計考量和可能解決方法(下圖為基本的心智圖，同學可加以延伸，或另紙繪畫並加上顏色)。



### E. 創新乾髮器

試以創新的意念重新設計一個乾髮器，並畫出設計圖：

