

十

設計與應用科技 (中四至中六)

學習資源

科技原理

學習範疇

II

科技的本質

生產程序

系統及控制

設計與應用科技 (中四至中六)

必修部分學習範疇二

科技原理

[學習資源]

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

香港九龍塘沙福道19號西座 W101室

2010 年重印兼訂正

項目顧問

柯賢明 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系系主任

作者

陳逸寧 女士 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系教學助理
鄭志勇 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
朱健昌 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
馮家璿 博士 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
馮兆基 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
劉學強 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
羅家驊 博士 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
李德偉 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師
蕭耀章 博士 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系高級講師
胡 軼 先生 香港專業教育學院 (青衣分校) 工程系講師

項目統籌

李日全 先生 職業訓練局高峰進修學院高級訓練顧問
曾兆華 先生 職業訓練局高峰進修學院訓練顧問

英-中翻譯

職業訓練局高峰進修學院

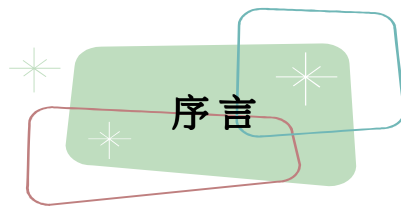
本學習資源版權，除在鳴謝頁所列舉的圖片外，全屬於香港特別行政區政府教育局擁有

© 版權所有 2009

除在鳴謝頁所列舉的圖片外，學校可自行複製本學習資源作非牟利教育用途。

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。

未經香港特別行政區政府教育局事先允許，不得複製全部或部分、貯存、另存任何格式或形式。



為支援「設計與應用科技」（中四至中六）的推行，教育局課程發展處科技教育組製作了一套學與教資源。

本學與教資源的製作目的，是提供有關「設計與應用科技」（中四至中六）必修及選修部分所需的知識，以支援課程的學與教。一套八本的學與教學習資源包括教師手冊及學生學習資源部分，涵蓋「設計與應用科技」（中四至中六）的每一學習範疇及單元。

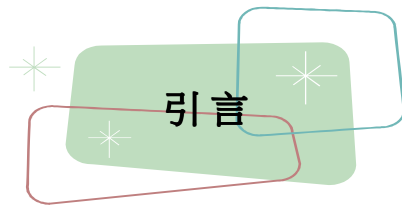
如對本學與教資源有任何意見及建議，請致函：

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)



目錄

引言	
第一章 - 科技的本質	1
1.1 創意與科技	2
1.2 能量與能源	5
1.3 材料及標準元件	11
第二章 - 生產程式	17
2.1 健康和工業安全	18
2.2 工具、設備及機械	21
2.3 製造系統	32
第三章 - 系統及控制	38
3.1 輸入-處理-輸出	39
3.2 邏輯門	43
3.3 機械系統	47
3.4 實體結構	60
3.5 基本電子學	69
主題為本學習課業	78
● 八達通的個案研究	78
● 餐廳廚房的食物準備	80
● 識別沿路軌運行車輛的子系統	81
評估課業	82
● 個案研究	82
● 設計作業	84
● 「實作」課業	85
● 測驗	86
有用網址	116
辭彙表	117
參考文獻	119
鳴謝	120



世界和其文明在過去一百年間有了顯著的飛躍，這主要歸根於發明和科技的飛速發展。人們透過發明，引進新的應用，再利用新的技術進行改良，最後又衍生出新的技術。發明、科技與技術更新形成了一個無限的螺旋形循環。在 21 世紀，人們生活在一個幾乎可以讓他們實現夢想。

產品是由發明、科技應用與創新衍生出的成果。幾乎所有為人們提供方便的產品，都需要能量來驅動。然而，世界上部分的天然能源都很有限，因此如何善用能源，延長天然資源的供應，並把對環境造成的問題減至最少才是最重要的問題。

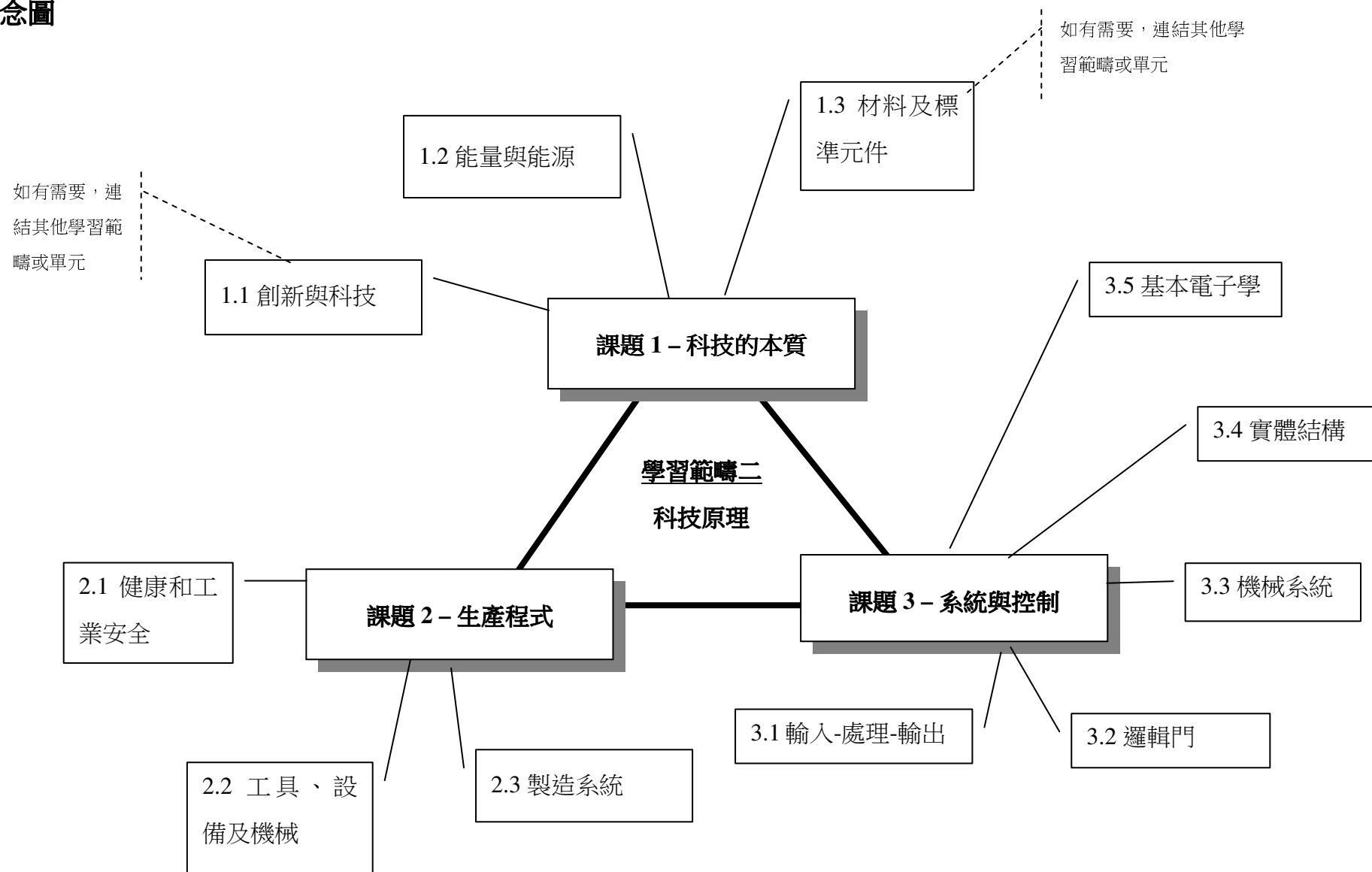
材料來自於天然資源或人工合成。人們根據不同屬性的材料，作不同的用途。例如，以高拉力強度的合金來製造飛機，用錫來製造飲料罐等。除此以外，人們還會考慮到節約材料，和材料處理過程對環境造成的影響。

本學習資源第一章「科技的本質」的探討重點是闡釋發明、創新與技術的重要性的和各自的差異。我們將討論能量的使用，以及如何在日常生活中善用能量。同學們將學習分辨材料的屬性及明白其在工程中的應用。

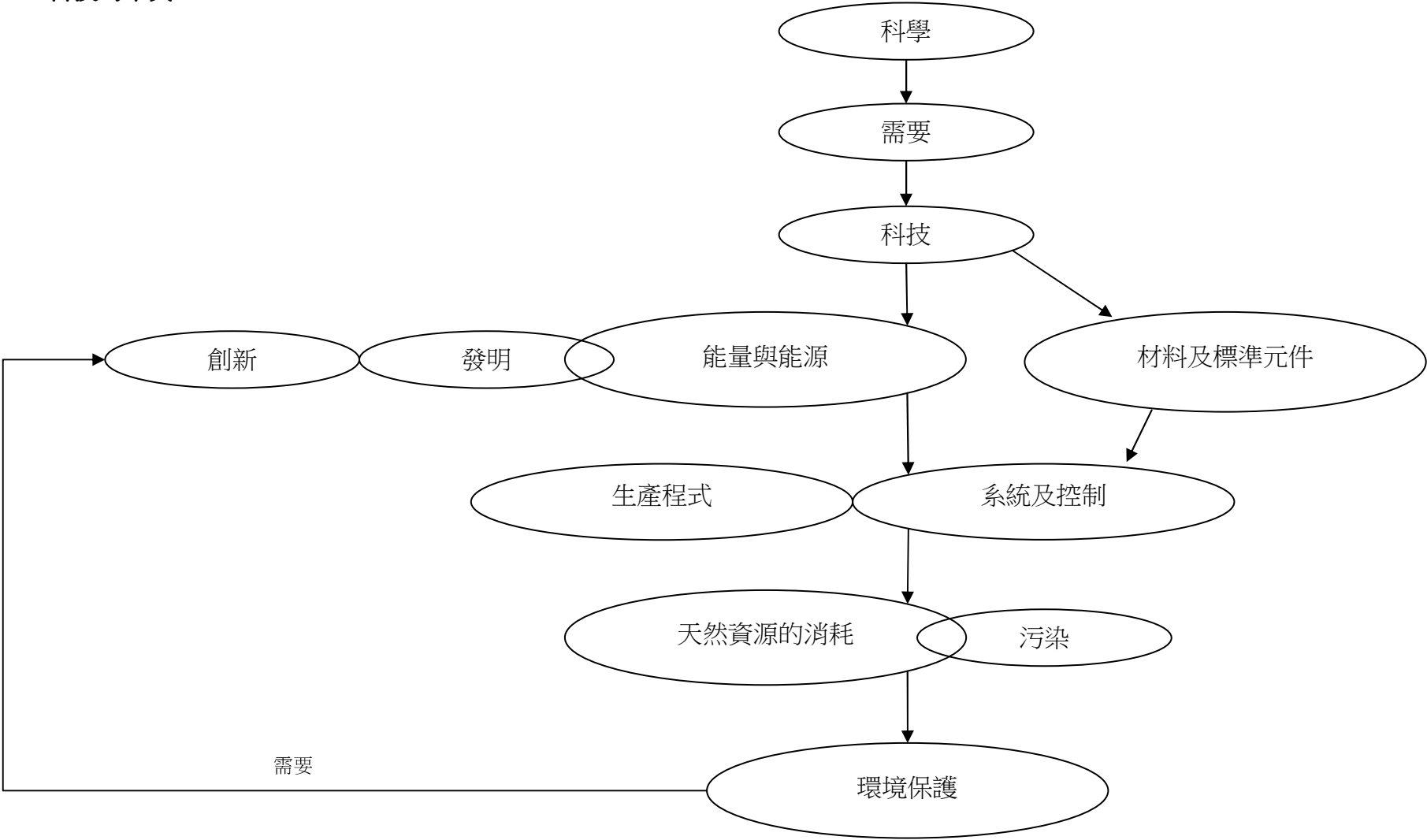
製造產品必需依靠工具、設備和機器。適當地把器材運用在製作工序和設備的維修及保養等工作上，才能保障員工的安全和健康。本資源第二章「生產程式」將提到如何適當並安全地使用工具，探討各種不同的製造系統，以及它們如何促進產品的生產，讓產品成本更低、質素更高及生產時間更短。

在設計和生產製成品的過程中，工程知識的應用很重要。本資源第三章「系統及控制」將涵蓋基礎系統及控制的內容，務求增進學生對於輸入-處理-輸出、邏輯門、機械系統、實體結構及基本電子學的基本知識。

概念圖



科技的本質



一個解釋設計的本質、學習態度，以及設計、科技和商業三者之間關係的例子

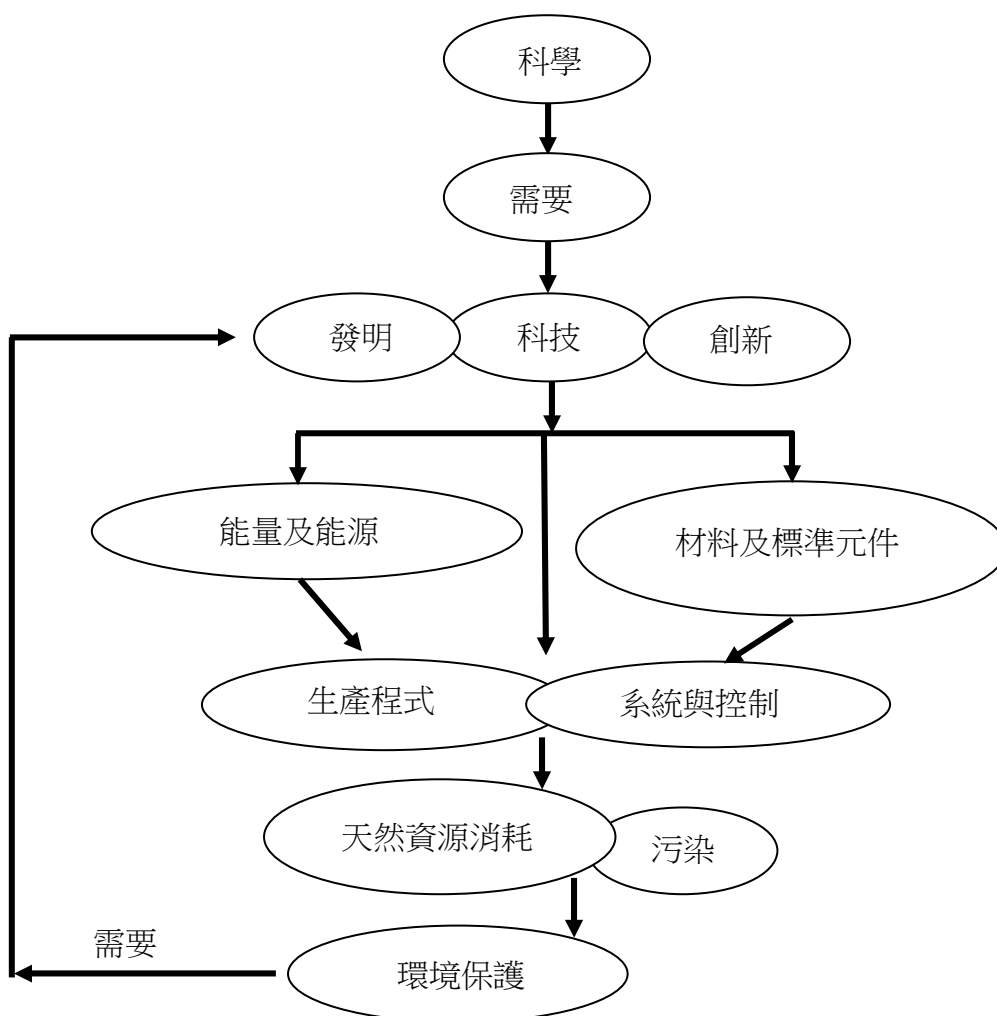
第一章 — 科技的本質

本章涵蓋以下課題：

- (一) 創新與科技
- (二) 能量與能源
- (三) 材料及標準元件

這些課題的學習材料與活動，有助學生瞭解：

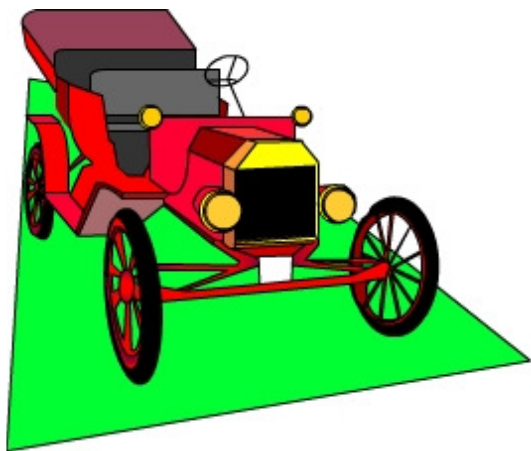
- (一) 科技的本質；
- (二) 能源及天然資源的系統；
- (三) 在產品製作中的能量消耗及其對設計的影響；及
- (四) 常用材料的性質。



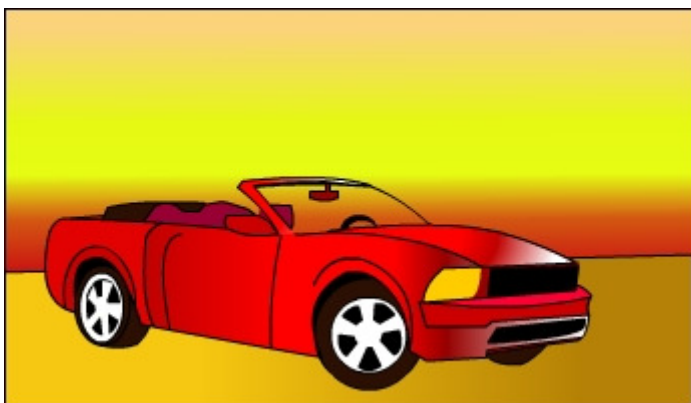
1.1 創新與科技

一項發明就是具有新穎價值的物體、過程或技術。該項發明可能由早期的開發、合作、意念或其他情況所誘發出來。發明過程中，須意識到把現存概念或方法，經改良或轉變而成為一項發明的潛在可能。科學及/或科技領域的重大突破，可能導致某些發明的產生，從而拓展了人類知識的界限。

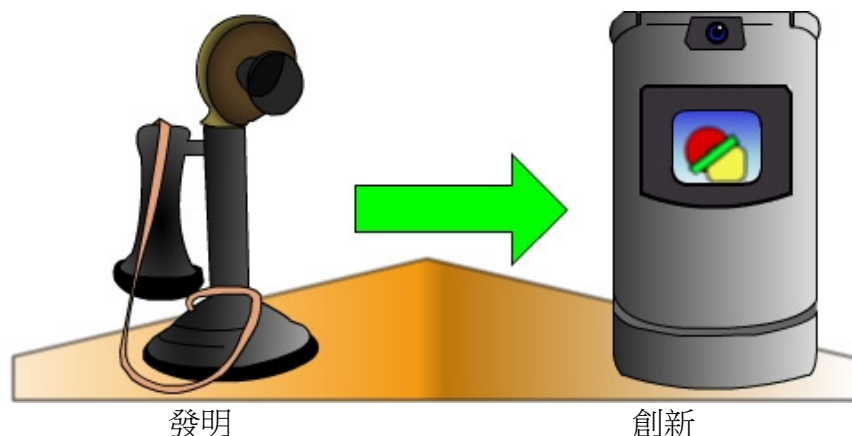
一項發明有別於一項創新：一項發明富理論性，而一項創新則是一項發明的應用。創新或可同時被視為過程或發明的改進成果。



車輛的發明



車輛的創新



八達通系統是一項結合不同意念及科技的創新，例如智慧卡、射頻感應器、探測器及計算機的發明。



科技是科學與工程的成果。「科技」除了狹義上意指，例如機器、硬體或器具外，亦涵蓋更宏觀的概念，例如系統、組織方法及技術等。

科技可以普遍地或特定地應用。特定範疇包括「建築科技」、「醫學科技」及「尖端科技」。舉例而言，風力研究屬於科學領域，而研究如何利用風力來發電則是科技及工程的課題。

科技及其影響真是無處不在。舉例而言，科技是建設高樓大廈及宏偉橋樑的基礎，科技的進步除了可以改善人類的生活質素，也能促進經濟的發展、

不幸地，很多科技在發展過程中同時對地球帶來不良的影響，例如產生不必要的副產品或污染物，以及耗盡天然資源。

推行某些科技是會改變社會的價值觀或衍生出新的道德問題。例如：效率這個本來只會應用在機器上的概念，現在也借用在衡量人們生產力的價值觀。

科技與工程學整合的例子：



青馬大橋



香港國際機場

停 一 停 想 一 想

舉出源自發明的一項創新例子。

1.2 能量與能源

自從發明瞭電力及微型控制器，新發明和創新設計便不斷出現。汽車、電燈、雪櫃、電視機、電腦、空氣調節機、電飯煲等產品，改善了人類的生活質素。能源因而成為這些產品所依賴的重要關鍵。

最常見的能源就是電力。今時今日，由於資源有限及能量成本較高，很多產品在設計上也盡量提高能源效率。並在設計初期便將能源效率加入考量之列，例如材料的選用、使用適合的動力裝置，及加入感應和微控制器。



使用氣體能量
來煮食



利用電力來轉
化熱能



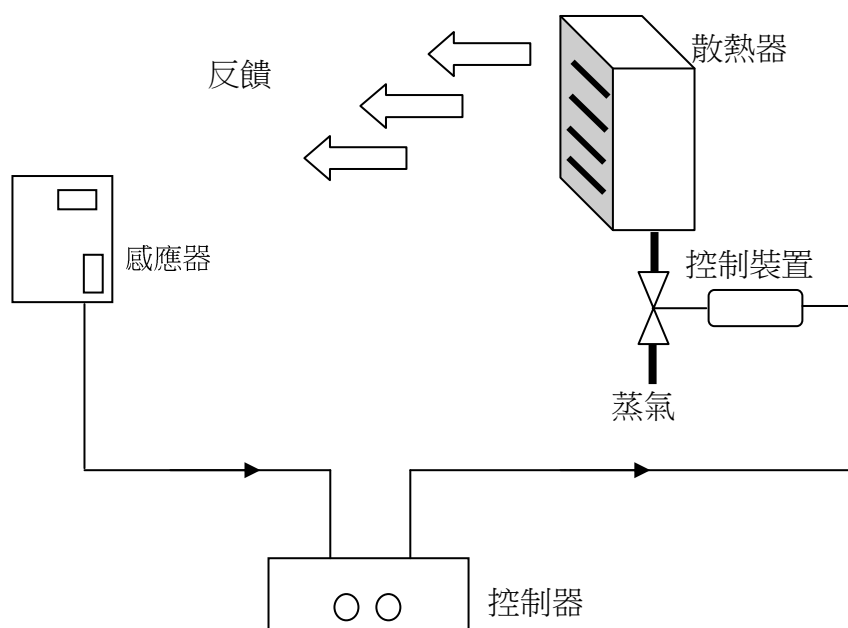
轉化電能為光能

1.2.1 控制系統

溫度冷卻系統是控制系統的一個例子。在控制系統中，散熱器調節蒸氣的溫度。設置某類手動或自動控制系統的主要目的，是要確保該系統受到調節或監測，以達到預定的功效。該系統包含數個重要元件，包括感應器、控制器、控制裝置（配有致動器）和受控裝置。元件的功能清楚顯示在以下的例子。

- (一) 感應器是一個溫度感應裝置，向控制器提供散熱器溫度的反饋。
- (二) 散熱器是一個受控裝置，借助蒸發和輻射來冷卻蒸氣溫度。
- (三) 蒸氣閥是一個控制裝置，用以控制蒸氣的釋放流量。閥的開關位置是由控制器利用致動器來作出控制。

在該控制系統中，除蒸氣能量是以熱能的形態出現，並從蒸氣中提取出來外，控制系統所耗的能量就是用於感應器、控制器及致動器的所需電力。空氣調節機的眾多控制系統，亦採用了與該控制系統類似的操作原理。



1.2.2 能量轉化過程

單車是以人力推動的車輛。一輛典型單車的基本元件包括一個支架、一對車輪、一對踏板、一個車座，以及一個手把。

供給單車的能源是由駕駛者對踏板施加力量而產生。驅動力通過踏板和後輪之間的鏈帶，推動單車前進。移動單車的能源轉化，是駕駛者使用能量去克服單車在地面上移動的摩擦力的過程。在某些情況下，單車安裝了齒輪，以得到額外的機械利益，從而協助駕駛者上坡。



多齒輪單車



攀山單車



多齒輪單車的手柄



攀山單車的手柄

不同設計的單車是用以迎合不同的目的。舉例而言，競賽單車是由輕量、成形的鋁管子及碳纖維造的前後叉所製成，並配以彎手把及薄輪胎的車輪。這種設計的主要目的是提高效率及符合空氣動力學。

攀山單車是專為長途和在粗糙路面上駕駛而設計的。因此，該類單車設有兩個碟式制動器、全避震車架及特大輪胎，並增加一個與單車軸成垂直的手把。

1.2.3 能源

化石燃料（煤、油）、天然氣、核能及可再生能源皆是常見的能源例子。自十九世紀以來，用於全球工業和家居用途的資源，主要是煤、石油、天然氣及核能等天然資源。

據估計，全球的煤、石油及天然氣將分別於 165、41 及 63 年後耗盡。另一個值得關注的事項，就是能源在消耗或轉化的過程中所產生的副產品。這些副產品正以驚人的速度污染環境。

意思就是，人類一方面須要更好地利用現存、餘下的天然資源，另一方面亦須要策劃可持續的發展方案。許多副產品是廢物或污染物。液體、固體和氣體廢物在能量轉化的過程中被釋放出來，並產生酸雨、煙霧（粒子）和氣體（二氧化碳、二氧化氮及二氧化硫）。



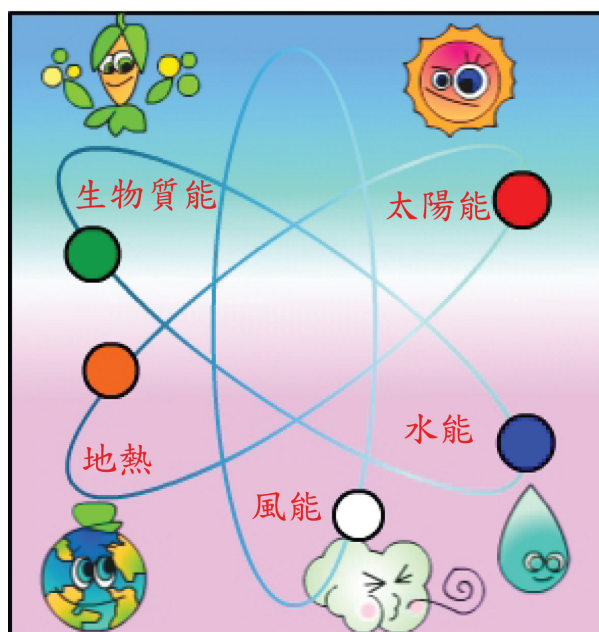
工廠排放污染物造成空氣污染

採用可再生能源和潔淨能源，是改善環境的更佳解決方法。太陽能、水能、風能、潮汐能、生物質能，以及地熱是部分常見的能源，我們可利用這些實際上無限量及具基本潔淨本質的能源，以滿足我們的需要。不幸的是，當前的科技仍不能解決再生能源的兩個主要問題：價格及質量。

開採可再生能源的成本是遠高於開採化石燃料。此外，所獲取的數量也遠低於從化石燃料所得。

所以，可持續發展計畫必須針對

- (一) 減低廢物排放的水準
- (二) 擴大使用可再生能源
- (三) 推廣節約能源和提高效率



以潔淨能量生產電能

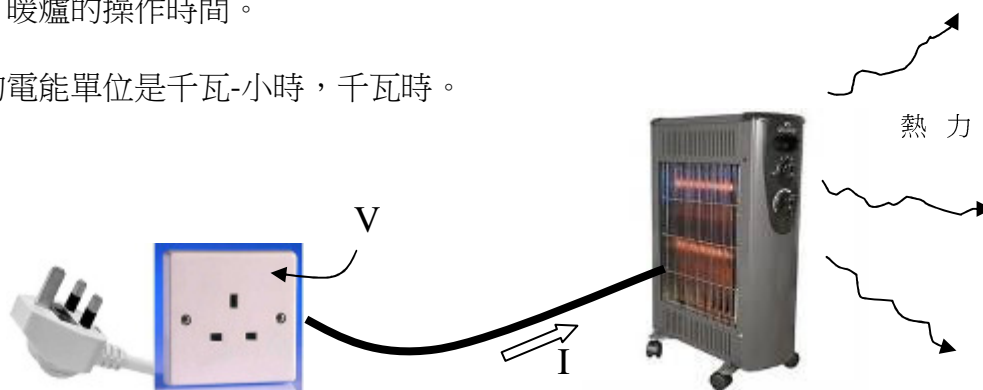
能量程式

(一) 電能： $E = \text{電壓} \times \text{電流} \times \text{時間}$ (瓦-小時為單位)

舉例而言，暖爐輸出的能量，是受以下三因素影響，即

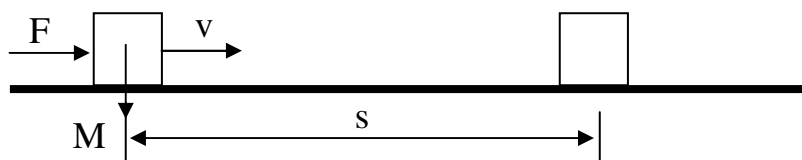
- (a) 安培插頭的電壓，
- (b) 通過導體的電流，以及
- (c) 暖爐的操作時間。

標準的電能單位是千瓦-小時，千瓦時。



(二) 機械能：

$$\begin{aligned} \text{動能} &= \text{力} \times \text{位移} \\ &= Fs \\ &= \frac{1}{2} m v^2 \end{aligned}$$

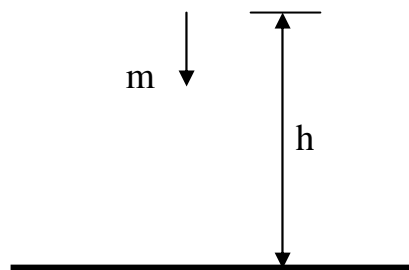


在此 $F = ma$ (牛頓 N)
 m = 移動物體的質量 (千克)
 v = 移動物體的速度 (米每秒)
 a = 加速度 (米每秒平方)

能量單位是焦耳(Joule, J)。

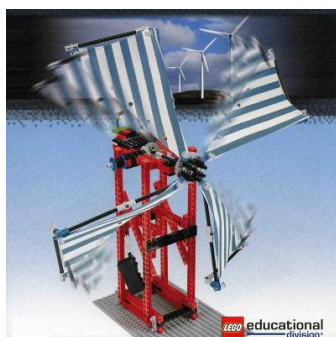
位能 = mgh

在此 m = 落體的質量，千克
 g = 重力加速度，9.81 米 / 每秒平方
 h = 高度

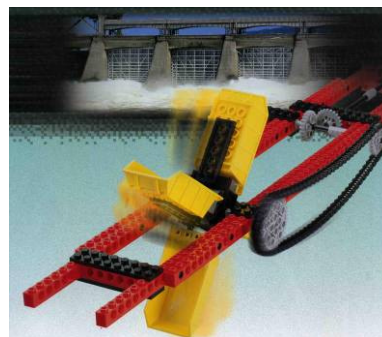


停 一 停 想 一 想

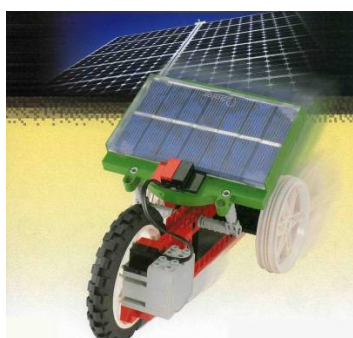
研究如何在下列模型中使用能量：



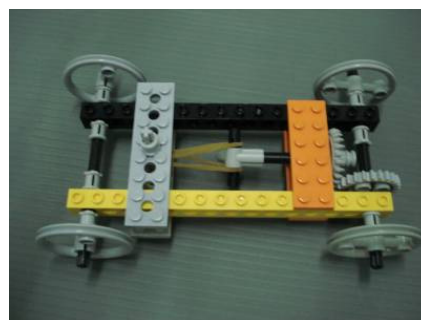
(a) 風能



(b) 水



(c) 太陽能



(d) 機械能 (橡皮圈)

1.3 材料與標準元件

所有發明、工程應用及設備都需要材料。納米技術已為世界帶來很多發明，尤其是化妝品及化學產品。如果沒有材料，人類便沒法建造眾多先進而巨集偉的建築工程，例如國際金融中心二期及青馬大橋。

一般而言，材料有三個不同類別，即

- (一) 天然材料，例如鋁、金、鉛、橡膠及木；
- (二) 已加工的天然材料，例如水泥、紙及合金；及
- (三) 合成材料，例如亞加力膠片、發泡膠板及玻璃。

如能善用已考慮個別性質的材料，可有助製造改善人類生活質素的安全產品。



銅



合金- 鋼



橡膠



發泡膠板



亞加力膠片



玻璃

1.3.1 材料性質

材料性質可以劃分為物理及機械性質。

(一) 物理性質

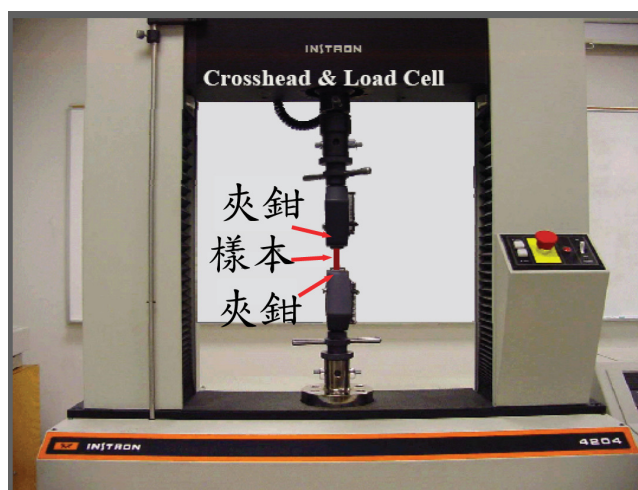
材料的物理性質是不受外在力量所改變的。舉例而言，無論加上任何種類的熱能，冰的溶點都維持在攝氏零度。除了溶點之外，材料的其他常見的物理性質包括

- (i) 沸點
- (ii) 線性膨脹系數
- (iii) 密度
- (iv) 導電率
- (v) 熔化潛熱
- (vi) 氣化潛熱
- (vii) 比熱容量
- (viii) 導熱性。

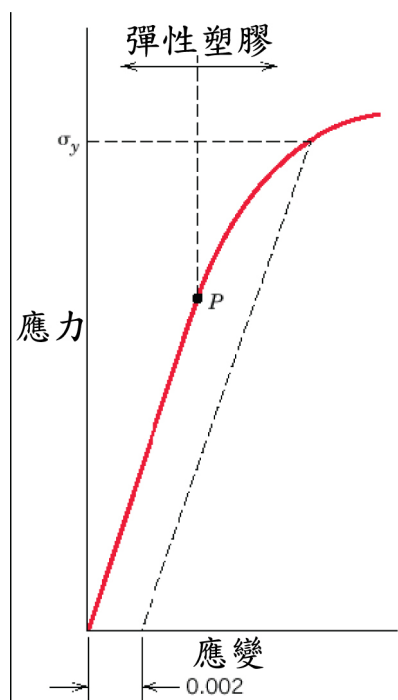
(二) 機械性質

機械性質是指在固態材料上施加力量時所呈現的特性。部分常見的機械性質是

- (i) 抗拉及抗壓強度
- (ii) 延性
- (iii) 硬度
- (iv) 展性
- (v) 硬挺度
- (vi) 抗拉強度。



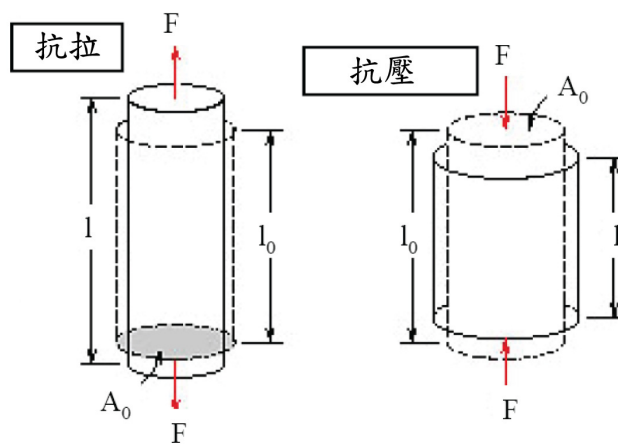
抗拉測試



(i) 抗拉及抗壓強度

抗拉強度是量度材料如何在拉伸時，所擁有的抗形變能力。例如，起重機的鋼線是由具有良好抗拉強度的材料來製造。

抗壓強度是指材料在施加壓力下保持原來模式、抗形變的能力。由於鋼具有高抗壓強度，因此用來製造汽車外殼，使汽車在發生碰撞時外殼可承受壓力。



(ii) 延性

延性說明材料在延展時，如何保持其強度而不會斷裂。銅及錫均是具有良好延性的材料，其性質使其成為製造金屬線的材料，例如銅線及錫線。

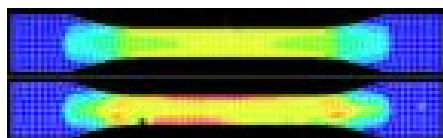
(iii) 硬度

硬度是指材料抵抗切割、貫穿及磨薄的的能力。通常材料的質料堅硬，便會易碎或容易斷裂。

(iv) 應力

應力是指在被施加外力時，一件物體所承受的每單位面積的內力。正應力(σ)與切割面成垂直關係，以及其定義如下：

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{N/m}^2$$

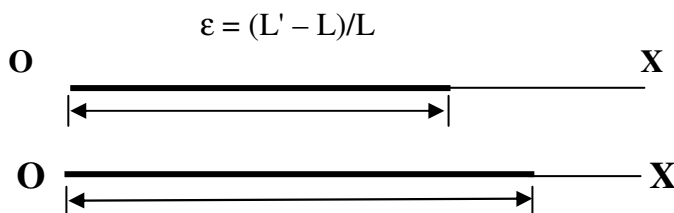


(v) 應變

應變按幾何學原理來量度形變，是指離散粒子在材料內的相對位移，或量度某特定位移在局部情況下與剛體的不同程度。

正應變量度壓縮應力或沿材料線的伸縮性。剪應變則量度沿材料滑下面的扭曲應力。應變的量度是沒有小數、分數、百分比或「等分之一」等常規的表達方法。

假設一支原來長度為「 L 」的桿，而其伸展長度則為「 L' 」。應變以對比原來長度的伸長度比率(ϵ)來量度。這是沒有名數的比率。



(vi) 彈性極限

彈性極限是指容許所有形變完全復元的最大應力。在很多情況下，此限制被視為一個元件在最初設計時，能夠抵抗和作用的實際應力上限。如超出彈性極限，永久應變將令材料變形，令致其功能受損。

比例的極限是應力與應變兩者仍然呈正比例的最大應力。在大多數情況下，其相等於彈性極限。

1.3.2 善用材料

在選擇製造產品的材料時，必須考慮設計規格及材料性質的要求，以便能善用材料。舉例而言：

- (一) 材料性質的適合度
- (二) 材料的環保性
- (三) 表面處理的要求
- (四) 相對於生產預算的材料費用

- (五) 可製造性
- (六) 與整體設計的相容性
- (七) 特製元件的標準。

1.3.3 飲料的包裝材料

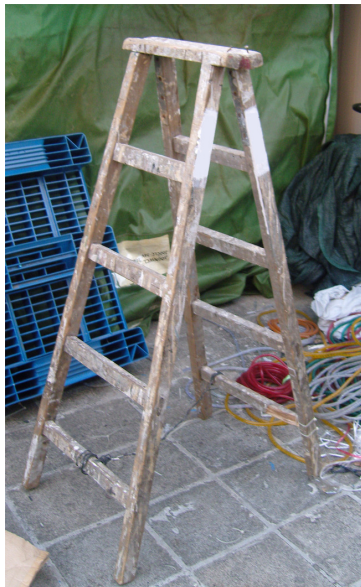
由於以下的材料性質，錫常被用作飲料的包裝材料：

- (一) 可循環再用；
- (二) 可擠壓以貯存；
- (三) 延性良好，容器可拉伸而不會破裂；
- (四) 低密度、減低容器的重量；及
- (五) 由於錫的柔軟性，使其能易於進行密封及防水。

內 容 特 寫

材料性質

解釋材料應具有哪種性質以適合下列物品的用途。



工作梯

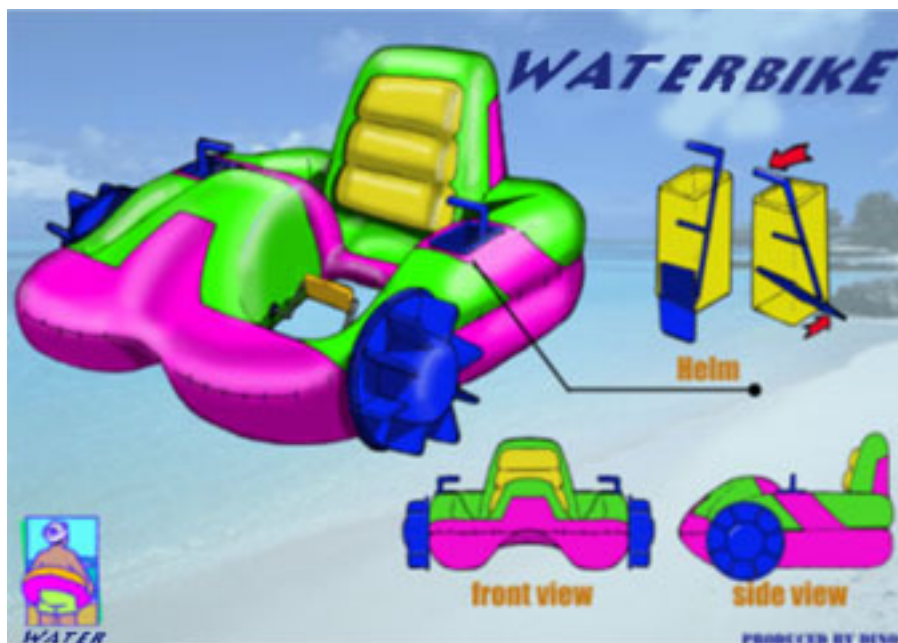


攀山單車

正 確 行 事

為新產品選擇合適的材料時，可考慮以下因素：

- (a) 什麼材料可達到目的？
- (b) 那裏可以找到這些材料？
- (c) 是否需要使用特製或標準零件？



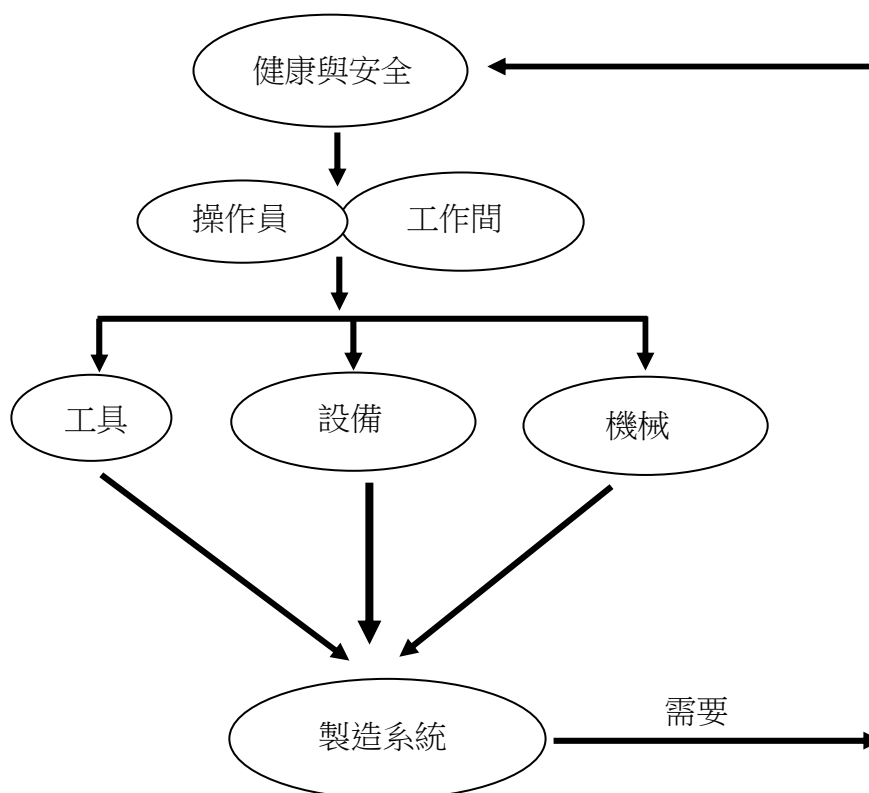
第二章 — 生產程式

本章的課題涵蓋：

- (一) 健康和工業安全；
- (二) 工具、設備及機械；及
- (三) 製造系統。

這些課題的學習材料與活動，有助學生：

- (一) 考慮工作間的安全預防措施；
- (二) 選擇及使用適當的工具與設備；
- (三) 執行適當的製造程式；及
- (四) 瞭解不同的製造系統。



2.1 健康和工業安全

每個人都應在一個既安全又健康的環境工作，以及為創造這個環境扮演一個角色。

每個僱主都有以下的角色：

- (一) 提供及維持不會危害安全或健康的計畫及工作系統；
- (二) 為員工提供有關安全和健康的所有必須資料、指引、訓練和監督；
- (三) 提供和保持緊急出口的安全使用；及
- (四) 使用適當的設施及依從由顧主提供的系統或工作常規。



無論直屬僱主是誰，物業佔用人也應確保在場所內工作的所有人員的安全及健康。

2.1.1 工作間的安全預防措施

(一) 防止意外發生

要確保

- (a) 工作間的設計、建造及保養皆要妥善；
- (b) 所有危險部分均加以有效防護；及
- (c) 所有危險範圍均加上圍欄。

(二) 防火措施

要確保

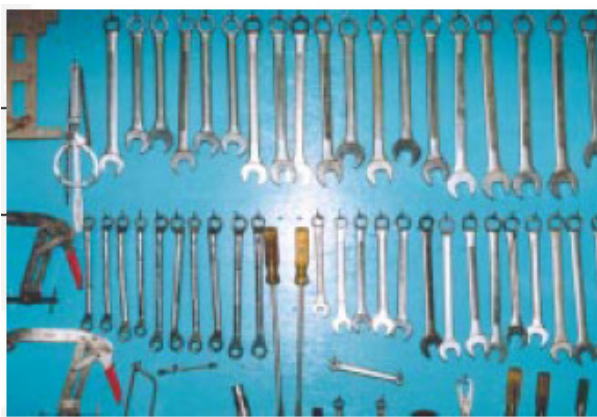
- (a) 在所有出口的「出路」標誌均提供足夠照明；
- (b) 所有出口均提供清晰的方向指示；
- (c) 所有通道均保持在安全狀況，並暢通無阻；
- (d) 所有出口的門均不得上鎖；及
- (e) 提供適合及足夠的消防安全措施。

一些引起火警的常見情況列舉如下：

- (a) 囤積易燃物，例如垃圾及紙；
- (b) 不小心棄置點燃的香煙或火柴；
- (c) 不當處理及過量貯存危險物品；
- (d) 不妥善保養消防裝置和設備；
- (e) 不妥善貯存電線、插頭及插座或使它們負荷過重；
- (f) 工作範圍清潔不足；
- (g) 易燃物放在熱源附近；
- (h) 沒有關上不在使用電器設備的電源；
- (i) 阻礙暖爐、機械或辦公室設備的通風。

保持工作間整潔及加強防火意識，可減低發生火警的可能性。以下的核對清單可作為指引：

- (a) 定期檢查以確定電線、插頭及插座妥善接上保險絲，並且不超過負荷；
- (b) 定期清潔工作範圍；
- (c) 切勿囤積無用的易燃材料，例如垃圾及廢紙；
- (d) 保持易燃物遠離熱源；
- (e) 保持機械及辦公室設備定期進行清理；
- (f) 把有需要的易燃物適量地存放在妥當的地方；
- (g) 妥善保養防火裝置及設備；
- (h) 關上所有不在使用的電器設備。



(三) 安全、健康及衛生的工作環境

保持工作間清潔，並確保照明充足及通風良好至為重要。亦應提供足夠的排汗設施、洗手間及清洗設施。

(四) 工作間的急救事宜

工作間內應提供獨立的急救設施。所有急救品都應保存妥當，可供隨時使用。根據教育局的指引，學校工場需備有急救藥箱，而箱內應存放以下一定數量的物品：

- (a) 膠手套
- (b) 抗菌劑
- (c) 藥棉
- (d) 防水黏性敷料
- (e) 防水黏貼膠布。



參考網址:

http://www.edb.gov.hk/FileManager/EN/Content_4665/Safety%20in%20School%20Works%20booklet_Eng.pdf

(五) 整潔的工作間

整潔的工作間可減低潛在危險，讓員工安全及適當地完成工作。這是防止意外及火災的基本要求。另一方面，欠缺整潔的工作間會有隱藏的危險，及引致意外頻生。

實踐工作間整潔的好處包括：

- (a) 更能妥善管理工具和材料；
- (b) 在工作範圍內減少發生滑倒及跌倒的意外；
- (c) 進行更有效率的設備清理和維修；
- (d) 改善預防性維修，從而減少財物損毀；
- (e) 提升員工士氣；
- (f) 更順暢地移動材料；
- (g) 提供更佳的衛生條件以增進健康；
- (h) 減少員工暴露於危險物品的機會；
- (i) 減少火警危險；及
- (j) 更有效地使用空間。

停 一 停 想 一 想

- (a) 解釋安全及健康的工作環境的重要性。
- (b) 說明員工在工作前應做的準備事項，以確保工作安全。
- (c) 說明員工在發生意外時所須做的事項。

2.2 工具、設備及機械

人類利用不同的工具、設備及機械來進行超越其有限能力的高體能或高準確度的工作。雖然如此，工作安全是不容忽視的。所以，員工必須以正確的態度來運用工具及設備，工作才能夠安全地完成，並且不會對任何周遭人士引致任何健康問題。

2.2.1 以適當的工具、設備及機械進行適合的工作

大部分意外的發生都歸咎於使用工具及設備時忽略了安全措施。舉例而言，一些人會被某些誤放或誤用的工具所傷或擊中。如長期使用相同的工具或選擇不合適的工具，亦可引致肌肉-骨骼疾病。

使用者應時常以適當的方法來使用合適的工具、設備及機械。一些常見的安全措施列舉如下：

工作間內的危險品	安全措施
電流	(a) 確保工具、設備及機械的金屬零件都有接地。 (b) 確保電路受保護，避免對地漏電。
電線	正確安裝電線，並避免懸掛電線或使其外露。
測量儀器	使用測量儀器，以確保工作環境安全。
釘或鋒利的物件	(a) 穿著安全鞋。 (b) 清除地面上鋒利的碎塊或未有使用的鐵釘。
防護裝備	有需要時，穿著防護裝備，例如頭盔、手套、鞋或安全背心/帶。
空間	為員工提供足夠的工作空間。
工具、設備及機械	(a) 在工作時，使用合適的工具、設備及機械。 (b) 確保安全使用。
在高處工作	在高處工作時，使用梯子或工作臺。

2.2.2 金屬成形

有時，材料需要成形至所需的尺寸，以適合指定用途的工作。該工序就是金屬成形。應用在金屬成形的工具列舉如下：

工具	用途
鑽	製孔
銼刷	清除銼屑
銼及木銼	磨滑表面
木槌或錘	施加力量錘擊工件成形
衝子	製孔
鋸	切割材料
劃針	繪製線條
鋼尺和卡鉗	量度尺寸
鐵剪	切割薄金屬片

銼或手銼是利用**磨減**來作為堅硬材料成形的工具。一支典型的銼具有

- (一) 一支表面有鋒利、平行脊狀或齒的堅硬鋼棒；及
- (二) 一個窄而尖的末端以安裝手柄。

木銼是用作木工的工具，體積大，而且表面有凸起的尖齒。

一般安全預防措施

- (一) 管理層應訂立一套用來檢查工具狀況的制度，以查驗其結構是否良好並無任何損壞。如果工具已經磨損或損壞，兼且無法修理，便應立即棄置。
- (二) 每次使用手動工具前均須進行檢查，尤其是清潔方面。
- (三) 必須小心選擇手動工具。應為不同的工作揀選合適的工具。工具的手柄應與操作者的手形吻合，以避免工作時滑掉。
- (四) 手動工具只可用於其特定用途方面。這是因為工具的材料強度，是根據要進行的工作本質而選取。若誤用工具，便可能令工具斷裂，甚至對操作員或其他人構成危險。
- (五) 手動工具須存放在適當的工具箱或工具帶。
- (六) 每次在使用手動工具前，操作員均須檢查工件，察看有否可能損壞手動工具的任何金屬凸出部分。
- (七) 操作員須以恰當的姿勢及適合的力度來使用手動工具。
- (八) 操作員須集中精神進行工作，尤其是在使用手動工具時。嚴禁拿手動工具來嬉戲。
- (九) 操作員應佩戴認可的護目鏡，以保護眼睛免被飛射的金屬、木片或銼屑擊傷。
- (十) 應謹慎處理有鋒利邊緣的工具。
- (十一) 應使用虎鉗鉗緊工件，工作後應把工具存放在適合的地方。



金屬銼



木銼

2.2.3 鍛造

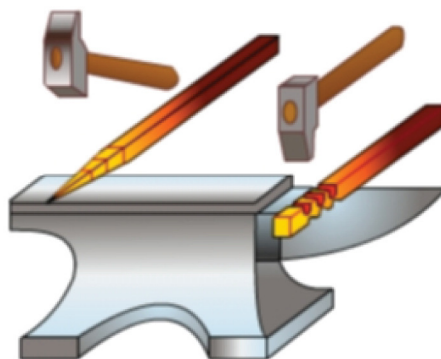
鍛造是指利用塑性形變來進行金屬成形。按照常規，鍛造要利用高溫把金屬軟化後，才容易進行加工成形及不易斷裂。

一個典型的鍛冶場包括

- (一) 鍛造爐(亦稱為「爐床」)，用來加熱金屬至展性溫度

- (二) 鐵砧是放置金屬工件作錘擊的地方；及
- (三) 一個水流平緩的的盆，用來迅速冷卻和硬化已鍛造的金屬片。

工具包括鉗子和錘子，會先用鉗子夾住熾熱的金屬，然後用錘子來敲打。



鍛造不同的金屬片(1) 敲出凹痕及(2) 敲成尖形



金屬在熔爐加熱

在進行熱鍛造的工序時，熔爐會釋放一氧化碳、很高毒性的煙霧及氣體，危害呼吸系統，並會放射損害眼睛和皮膚的紅外線輻射。此外，如不適當處理高溫物體，可導致熱灼傷。鍛造會產生另一問題，就是製造危害聽覺的噪音。因此，必須採取適當的預防措施。

一般安全預防措施

- (一) 在熔爐上裝上煙囪或篷罩；
- (二) 在獨立房間進行鍛造；
- (三) 保持鍛造房間通爽；
- (四) 使用抽氣扇；
- (五) 在進行鍛造時戴上耳塞或耳罩；
- (六) 戴上護目鏡；穿上長袖、綿質襯衣、皮手套、安全鞋及戴上面罩

2.2.4 接合材料

接合金屬可以使用不同的方法進行。進行銅焊、鉚接、軟焊以及焊接都是常見的例子。焊接是進行熔化相關的工件來接合金屬，並在中間加入填料。之後，一灘熔化材料或「焊縫混合漿」便形成了。經冷卻後，就成為一個強硬的接合。

軟焊及銅焊的工序有別於焊接，就是在目標工件之間，熔化那些較低熔點的材料來加以接合。在這種情況下，工件是不會熔化的。



焊接

只容許在接合面的單一端工作時，或可使用拉釘。把拉釘放入金屬件被預先鑽了孔的孔內，之後，把心軸頭拉進拉釘主體以固定拉釘。拉釘主體便會擴張及暴漲。當心軸頭到達頂端時，拉力便會受阻。使用預定的力度，心軸會在其斷裂點折斷，拉釘主體便形成了一個牢固的接合處，而心軸便被彈出。

進行該工序是快速而簡單的。安裝力度視乎拉釘心軸的設計，而斷裂點則是預先設定的。



拉釘



鉚接工具



鉚接後

螺絲是一個帶螺紋的繫固物，具有一個軸及一個頭。該軸呈圓柱形或圓錐形，並有一個螺旋脊或螺紋。螺紋是一條繞在軸上的斜面。

如要繫固目標物體，螺紋必須與物體上的螺旋配對。當在製造該物體時，可能已設有一個可用螺旋，例如螺絲攻及絲模。螺旋或可在螺絲首次鑽入物體時同時形成，例如自鑽螺絲。

螺絲頭是特別為螺絲批或扳手而設計，以便

- (一) 穩定地抓住螺絲來旋緊；
- (二) 避免螺絲貫穿物體；及
- (三) 牢固地抓住繫固物體。

一般安全預防措施

鉚接的潛在危險列舉如下：

- (一) 鉚接所產生的聲響或會損害人們的聽覺和健康；
- (二) 進行鉚接時飛射的金屬片，或會傷害眼睛；及
- (三) 與鉚接有關的重負荷、不舒適的姿勢及重覆的動作，或會引致外傷、背、臂及手部痛症。

為了減少該等風險，建議採取以下措施：

- (一) 為員工提供聽覺及眼睛保護裝備；
- (二) 教導員工使用安全提舉及移動的技巧；
- (三) 使用正確的姿勢。

螺絲批和電動螺絲批均是旋緊螺絲的常用工具。為了減低火災、觸電及個人損傷的風險，必須遵守安全措施。

必須在多款形狀及大小不一的不同用途的螺絲批中，作出明智的抉擇。

- (一) 最好選擇可牢固緊握的順形手柄。
- (二) 應使用寬度與一字螺絲頭寬度相同的一字螺絲批；
- (三) 應使用正確大小及類型的螺絲批來旋緊十字螺絲；
- (四) 應使用虎鉗或夾鉗來抓住那些細小或容易移動的工件；
- (五) 應佩戴安全眼鏡或合適的面罩以減低危險；
- (六) 螺絲批的手柄應保持清潔，以免手柄因沾上油脂滑下而造成損傷；
- (七) 在操作設備上施行電工時，應使用有絕緣手柄的螺絲批；

- (八) 若員工在鄰近高磁場的地方工作，例如在實驗室中工作，應使用非磁性工具；
- (九) 在難以旋動及伸手不及的地方，應使用可固定螺絲的螺絲批或磁性批嘴的螺絲批來旋緊螺絲。在這情況下，或可使用方頭螺絲批來旋緊設有凹溝方孔螺絲；
- (十) 應把螺絲批存放在架上或有間隔的袋中，以便易於選擇。

下列的安全措施適用於電動螺絲批使用者：

- (一) 不應在潮濕或濕滑的環境、或在放有易燃物或氣體的地方使用電動螺絲批；
- (二) 不使用時，應把電動螺絲批存放在乾爽及已上鎖的地方；
- (三) 不應穿著鬆身衣服或佩戴珠寶；
- (四) 應定期檢查工具電線，以及若有損壞，應進行維修或更換；
- (五) 電動螺絲批在不使用或轉換配件時，應截斷電源。



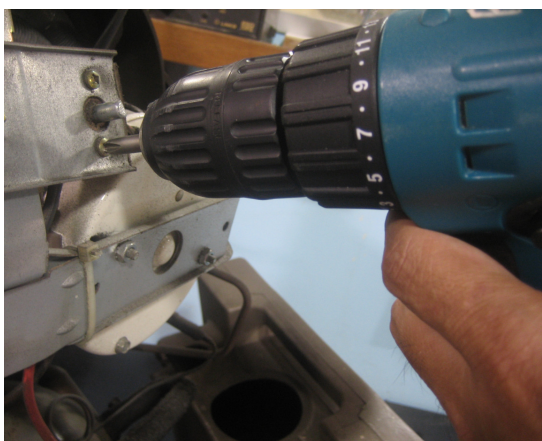
電鑽



使用電鑽的方法



電動螺絲批



使用電動螺絲批的方法

2.2.5 機械加工

機械加工是指使用以電力驅動的機器來進行材料成形工序，例如車床、銑床或鑽床。差不多所有金屬產品及一些塑膠零件的製造，均須進行機械加工。

使用手提電鑽或鑽床，可輕易在實心材料上鑽出圓柱孔。利用鐳射去切割材料的鐳射切割技術，常用於工業製造方面。鐳射切割機把高功率鐳射對準切割目標材料。材料將熔化、

燒掉或蒸發，形成切割邊緣有高質素加工面。由於半導體鐳射有較高效率的表現，因此日趨流行，但用來切割材料的鐳射仍以二氧化碳最為普及。



銑床



車床

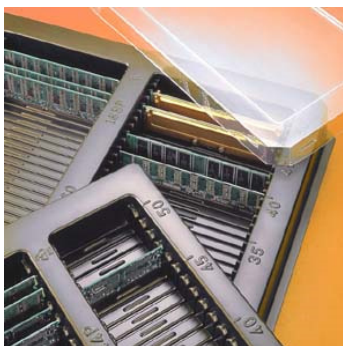


真空成形機器

真空成形是一個熱塑成形的過程。在進行真空成形的過程中，塑膠片會被加熱至指定的溫度，或「成形溫度」，並在單面模具之上進行拉伸。之後，便會在模具面和膠片之間抽取空氣形成真空狀態。

真空成形一般會於深度較淺的塑膠部件中進行。舉例而言，一塊薄板可被成形為堅硬的凹洞，以盛載藥物。另一方面，一些固定物件，例如公路標誌及防護罩，可由一塊較厚的板吸塑成形。

熱塑性塑膠是真空成形的慣用材料。普遍的選擇包括耐高衝擊強度的聚苯乙烯片，按照木製模具的模樣，可模塑成不同形狀。



真空成形產品

一般安全預防措施

使用電動手鑽或鑽床時，應採取以下安全措施，以減低發生意外的風險：

- (一) 佩戴面罩或安全眼鏡；
- (二) 保持鑽排氣槽暢通，以確保通風良好；
- (三) 保持鑽嘴鋒利；
- (四) 使用時，所有電線須遠離切割範圍；
- (五) 每次使用前，須檢查電線有否磨損或損毀；
- (六) 在更換或調節鑽嘴或附件前須切斷電源；
- (七) 安全地鎖緊夾頭；
- (八) 鑽孔前，先除去夾頭開啓匙；
- (九) 在鑽孔時，要牢固抓住工件；
- (十) 表面接近貫穿時，要減慢進給速率；
- (十一) 在鑽大孔前，先鑽一個小孔作為引導。

在使用鑽床時，應採取以下安全措施，以減低發生意外的風險：

- (一) 佩戴面罩或安全眼鏡；
- (二) 確保鑽床設有一個輕易伸手可及的開關鍵；
- (三) 使用真空裝置、刷或耙子來清理屑片；
- (四) 清除鑽孔的毛邊和碎屑；
- (五) 在製造深孔時，要經常清潔該等孔洞；
- (六) 使用夾鉗或鑽台虎鉗，以防工件旋轉；
- (七) 在鑽金屬時，要潤滑鑽嘴；
- (八) 當鑽接近鑽穿工件時，應減低鑽壓，以防鑽毀製件；
- (九) 保持鑽嘴清潔及鋒利，以免損毀；
- (十) 保持鑽床附近的地板沒有油脂；
- (十一) 保持工作表面沒有碎屑、工具及材料；及
- (十二) 有條理地存放防護裝置。

如要使用車削機器，必須採取以下安全措施，以減低其轉動零件、滑輪和皮帶、高電壓、噪音及壓縮氣體所引致的意外及機械損毀的風險：

- (一) 機門打開時，切勿操作；
- (二) 未有接受適當的訓練，切勿操作；
- (三) 佩戴安全護目鏡；
- (四) 切勿超出來頭負荷的限制；
- (五) 在機器安裝妥當前，切勿操作；及
- (六) 接上電源時，切勿維修機器。

進行鐳射切割時，必須採取以下安全措施，以減低發生意外的風險：

- (一) 佩戴認可的護目鏡，以保護眼睛免受鐳射反射所燒傷；
- (二) 切勿切割具高度反射性的表面，尤其是鏡片，以免鐳射反射而引致損傷；
- (三) 保持易燃物遠離切割範圍，以免被鐳射點著；
- (四) 確保有足夠的通風，以防鐳射切割機所產生的煙霧危害呼吸系統；
- (五) 遵守製造商的安全程式，以防觸電。

使用真空成形機器時，應採取以下安全措施，以減低發生意外的風險：

- (一) 確保所有固定及聯鎖式防護裝置已準備就緒；
- (二) 聯鎖式防護裝置開啟時，切勿使用正在操作中的機器；
- (三) 聯鎖式防護裝置開啟時，要把發熱器轉回待機或後部位置。

2.2.6 表面處理

金屬表面處理的種類繁多，令製成品更具吸引力，以及迎合顧客的需求。表面處理的一些例子有：

- (一) 電鍍；
- (二) 噴漆；及
- (三) 粉末噴塗。

一般來說，金屬表面處理就是在基層表面沉積物質，例如油漆或黃金。

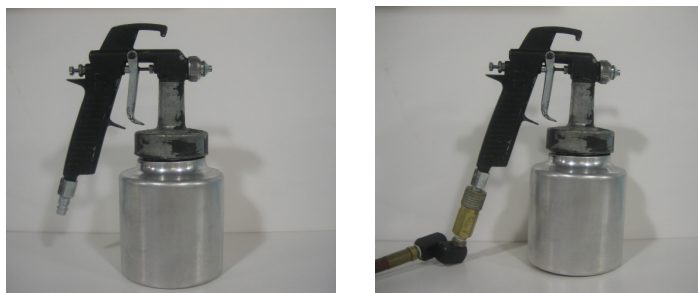
油漆的主要成分是溶劑，例如稀釋液及稀釋劑、樹脂及顏料。此外，還有其他添加劑，例如硬化劑、催乾劑、增稠劑、增充劑及防蛀劑。除了水之外，用於油漆中的大部分溶劑皆是高度易揮發的有機化合物。

- (一) 電鍍 — 這工序是利用電流通過溶液，把導電物體塗上一層薄料，例如金屬。一般來說，電鍍是用來達成兩個目的，即
 - (a) 為達致特定目的，把一層材料沉積於表面，例如耐磨損和防水及防腐蝕保護；及
 - (b) 在尺寸不足的部分增加厚度。

(二) 噴漆 - 噴漆和塗層以下列方法進行：

- (a) 壓力噴塗 - 這種方法是用來產生高黏性塗層。利用壓縮空氣推動小型活塞唧筒，把油漆通一個小噴嘴散發出來。由於小滴油漆離開噴槍後速度迅速減慢，故此過量噴漆和跳彈的限度大約為百分之二十。
- (b) 壓縮空氣式噴漆— 這是最常用的噴漆方法之一。油漆是利用低壓縮空氣從噴嘴噴出
 - (i) 內置混合噴嘴是液體及壓縮空氣在其內腔混合的地方；或
 - (ii) 外部混合噴嘴是液體及壓縮空氣從不同的孔噴出，然後在噴嘴外的地方化合。

由於小滴油漆未能到達物體或從表面反射，因此這種方法的油漆流失量一般都超過百分之五十。



壓縮空氣式噴槍

- (c) 靜電式處理 — 這工序把電荷應用在小滴液體或固體粒子中，令其附於一件接地導電工件。這種方法可把超過百分之九十的小滴油漆附於表面。

(三) 粉末塗層

這是將粉末應用於工件表面，再經熱力使它流動及形成一層外層。熱塑性塑膠及熱凝固聚合物粉末常被應用，因它們能夠形成一個比常用的漆油更堅硬的表面處理。粉末塗層主要用於金屬塗層，例如汽車及電單車零件。

火警及危害健康

在噴漆中使用易燃物會增加火警及爆炸的風險。舉例而言，如果油漆噴霧接觸到任何燃燒的潛在源頭，例如靜電、火花和火焰，便可能發生火警或爆炸。再者，有些液體可能沉積在其他表面而非工件上，例如牆壁、地板或衣物。這種易燃沉積物若被點燃，將成為火災的源頭。

暴露於噴漆中的有害物質，或會帶來急性或慢性健康問題。

- (a) 長期(慢性)健康問題包括：
 - (i) 慢性氣道阻塞疾病；
 - (ii) 慢性皮膚炎；
 - (iii) 損害生殖系統、造血系統、腎臟及肝臟；
 - (iv) 肺癌；及
 - (v) 因長期暴露於有機溶劑而引致影響大腦的「漆工症狀」。
- (b) 短期(急性)健康問題包括：
 - (i) 燒傷皮膚或眼睛；
 - (ii) 頭痛、頭暈、噁心及疲勞；
 - (iii) 刺激鼻、咽喉及肺部；
 - (iv) 職業性哮喘病；
 - (v) 職業性接觸皮膚炎；及
 - (vi) 嘔吐及腹瀉。

一般安全預防措施

使用噴漆及塗層時，應採取以下安全措施，以減低發生意外的風險：

- (a) 消除被評估為中度或更高風險程度的物質或油漆。
- (b) 以危險性較低的物質、漆油或工序作出取代，可從以下兩種方法中選取其一：
 - (i) 以危險性較低的物質或工序來取代危險性高的物質或工序。舉例而言，以較低易燃性或有水性液體代替易燃油漆，或以滾筒、油掃及蘸漆的方式取代噴灑工序；或
 - (ii) 以危險性較低的油漆物品取代危險的油漆物品；
- (c) 以屏障、距離或時間把僱員與危險品分隔開來；
- (d) 若工序是全自動的話，則把噴漆及塗層工序隔離；
- (e) 在以防火材料建成的指定噴漆房執行危險的噴漆及塗層工序；
- (f) 在指定的噴塗房或通風良好的範圍執行危險的噴漆及塗層工序；
- (g) 使用接地型電氣壓力噴漆槍；
- (h) 使用經妥善建造、設計、安裝和保養的設備，以防易燃空氣被燃燒；及
- (i) 使用個人保護設備，例如呼吸器及保護衣。

正 確 行 事

- (a) 解釋金屬容器製造工序的風險，包括使用手動工具，例如鋸、錘、電鑽、螺絲批和油漆。
- (b) 建議採取安全預防措施，把風險減至最低。

2.3 製造系統

製造系統種類繁多，而最簡單的模式應是由熟練技工及其學徒施工，他們以家居作為工場，為個別顧客製造商品。這樣，大部分工件都是獨一無二、以人手裝配，以及由始至終是由個人一手包辦的。



簡單而度身定造的產品，是由個人一手包辦的

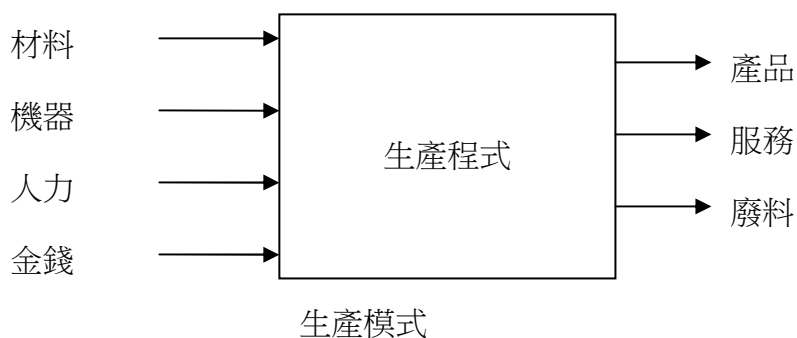
機械和電動機器等發明，徹底改變了大部分(就算不是全部)行業的製造工序。工人被僱用後，便在僱主的監督下集中在工廠工作。由此時起，製造系統便由單一發展至批量、大量生產及連續生產。



由團隊大量生產複雜的產品

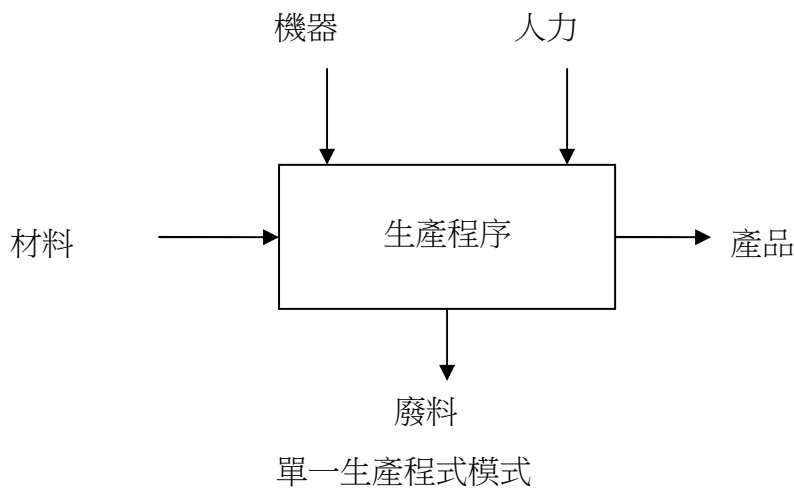
2.3.1 製造系統

製造系統可以利用以下模式來加以說明：



四個 M 字，即材料(Materials)、機器(Machines)、人力(Manpower)及金錢(Money)，就是生產過程的輸入。產品、服務及期望會產生的金錢則是輸出。

除了描述製造公司的生產程式外，該模式也可應用於個別工序，例如機械加工中心、洗車店、鍍液缸、銀行現金提款機及速食店。模式只須作些微調整，便能應用於其他大部分的製造工序，如下圖所示：



2.3.2 生產程式的類型

製造系統可根據不同的生產程式類型來加以分類。生產程式是指如何在特定的限制(例如成本)之下生產商品，才能達到顧客的需求及產品的規格。選取工序對生產力、靈活性、成本和質量會有長遠的影響。四種基本生產程式類型是：

- (一) 單一或零散生產
- (二) 批量生產
- (三) 大量生產
- (四) 連續生產

(a) 單一或零散生產

單一或零散生產亦稱為「零工型生產」，是根據顧客所提供的設計而製成的訂造產品。它的產量低及通常只生產一件產品。通用的生產設備可作廣泛應用。另外，此類型生產的僱員擁有多方面的技能。

零散生產一般被視為多樣化但低產量的生產。舉例而言，

- (i) 傢俱製造店生產訂造的傢俱；
- (ii) 服裝製造店生產度身訂造的時裝；及
- (iii) 機器店會根據顧客要求的規格來生產指定的機械。

(b) 批量生產

批量生產亦稱為「間歇生產」。製造工作分為多個操作。每項操作都是獨立的，亦會完成整批量後才會進入下一項操作。與零散生產相似，它同樣使用通用的設備，以及聘用高技能的員工。

批量生產的大部分操作涉及製造，例如機械加工而非組裝。因應工序的要求，一批量，例如 50 件，會發送至該系統，而須要機械加工的工作，便會送往機械工場。由於批量在完成前，或會發送到許多不同的工場，系統會監察著機械經常停止、啟動及等候的動作。因此，特定產品的製造工序，時斷時續而非不斷的。批量生產常用於機器工具製造、麵包店、衣服製造及傢俱製造。

(c) 大量生產

在大量生產中，大量標準產品為大規模的市場而生產。由於產品需求高和穩定，因此生產商能以合理成本，使用專門設備去生產特定產品。所以，大量生產是較為資本密集，設備專門及聘用低技術的勞工。

在許多情況之下，大量生產使用流水線或裝配線。「流水線」是指產品在工序中從一個位置移至另一個位置的路線。「裝配線」是指大量生產的生產設定。在裝配線的設定中，產品可分成數個組成部分，在生產程式或流程中將組件結合在一起。相關的操作主要是組裝。典型的大量生產產品包括汽車、電視、個人電腦，以及大部分消費品。



大量生產線

(d) 連續生產

連續生產通常是用來生產高產量的標準化產品。在不同的生產階段或操作中輸入原料，並加工成一件或更多產品。很多時，持續的生產系統是高度自動化，並每天 24 小時運作。除了不停的加工，輸出也是不斷的。典型的連續生產產品有精煉糖、精煉油、油漆、化學製品、鋼、紙及電力。

2.3.3 製造系統的合適種類

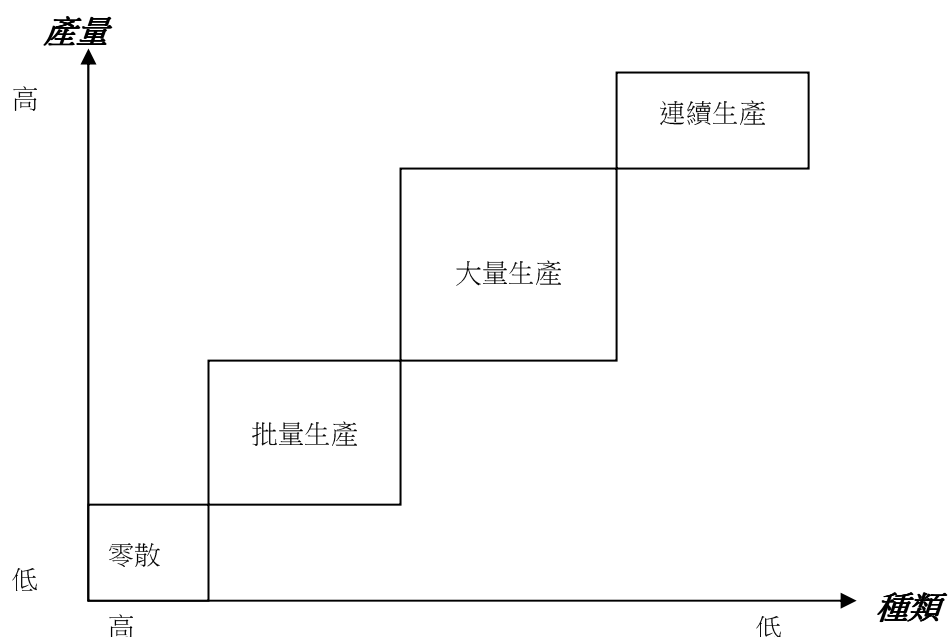
各種生產程式的摘要表列如下：

	零散	批量	大量	連續
需求	不頻繁	浮動	穩定	非常穩定
產量	非常低	低至中	高	非常高
種類	無限	眾多	很少	非常少
設備	通用	通用	專用	高度自動
工人技能	廣泛技能	廣泛技能	有限技能	監控設備
效率	非常低	低	高	非常高
勞工成本	非常高	高	低	非常低
資本	非常低	低	高	非常高
產品成本	非常高	高	低	非常低

各種生產程式的比較

上述圖表說明沒有單一的生產程式是具有絕對的優勢。更重要的是要為產品選擇正確的工序。選擇主要取決於兩個產品的特性，即種類及需求量。

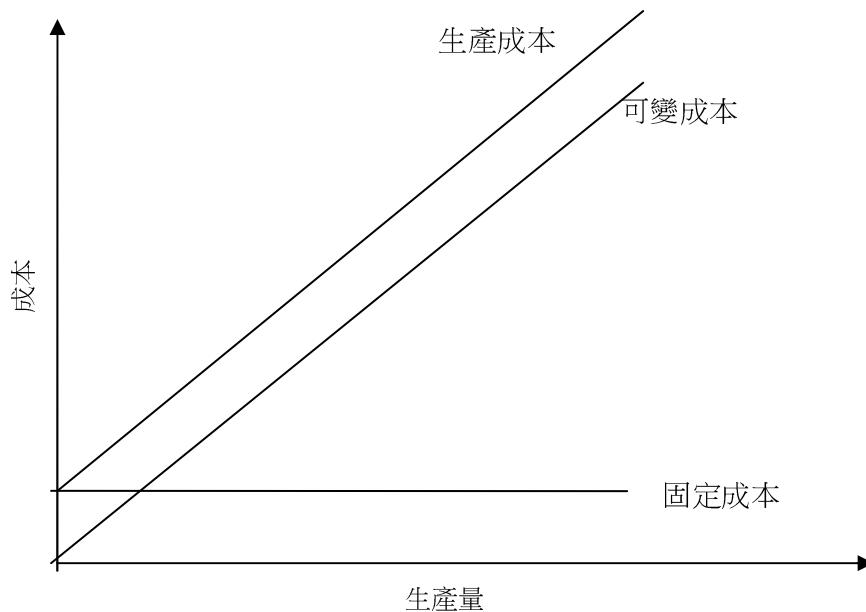
一般而言，產品的種類愈多，在生產程式中愈須更大的靈活性。較少變化的產品，即近於標準化的產品，便能受惠於具高效率的大量生產或連續生產。低產量生產較為勞工密集，涉及高技能勞工成本；高產量生產則較為資本密集，涉及設備投資。下面的圖表提供了一個撮要：



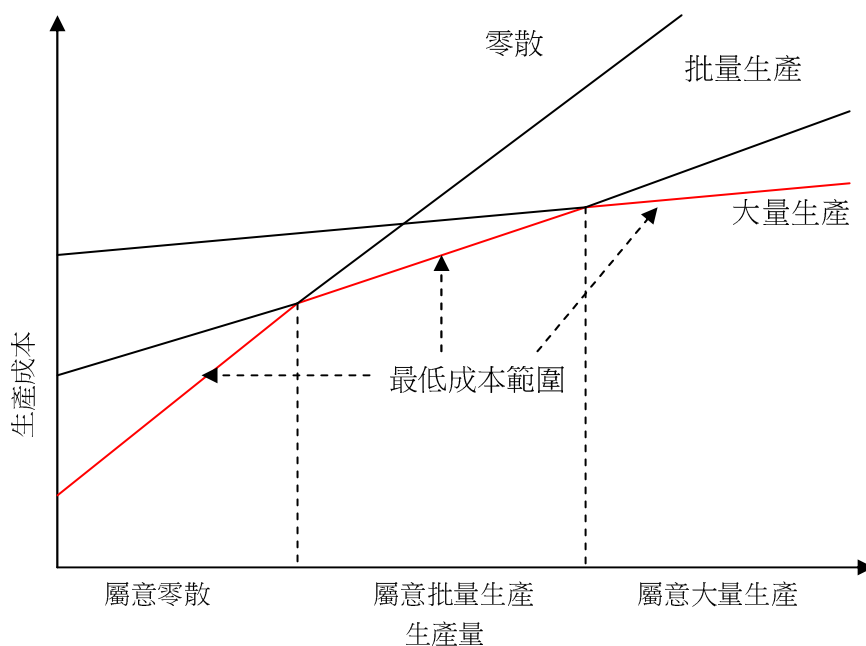
圖一：產品特性與工序選擇配對

選擇生產程式時可利用成本分析。該項分析利用固定和可變成本來作出決定。固定成本是指並不會因生產量而改變的成本，例如資本投資。可變成本是指按生產量比例而直接改變的成本，例如勞工成本及材料成本。生產成本是兩者的總和。

圖二顯示零散生產的成本。圖三顯示每種工序類型的生產成本。圖表顯示零散生產以最低成本帶來低產量，隨後的是批量生產的中產量及大量生產的高產量。由此可見零散生產有最低的固定成本和最高的可變成本。相反來說，在產量大的情況下，由於大量生產的高固定成本及低可變成本，結果會變成最低生產成本。



圖二：零散生產的成本

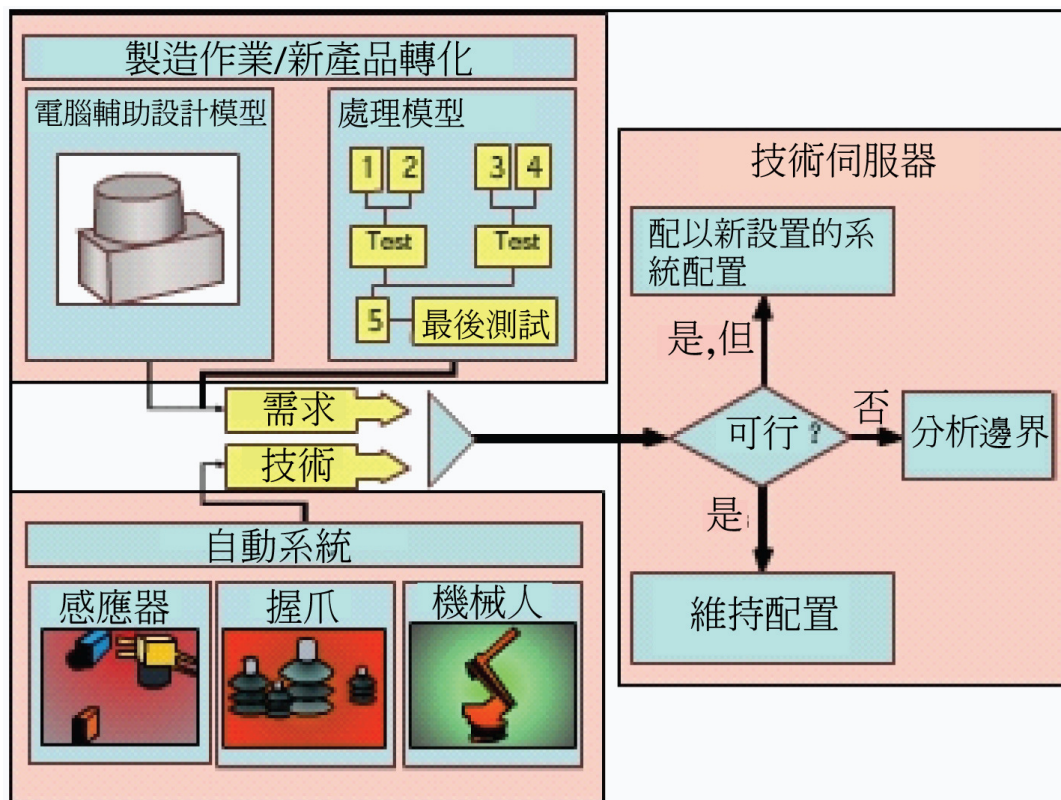


圖三：工序選擇的成本曲線

智慧製造系統(IMS)計畫是由全球業界共同建立，用以開發下一世代的製造及加工技術。該計畫提供一個框架，以供：

- (一) 全球合作研究
- (二) 組成計畫聯盟
- (三) 全球人際網絡
- (四) 交流現時及未來的製造需要
- (五) 發佈有關資訊的管道。

因此，全球社會的生活質素可望得到提升。



智能製造系統

停 一 停 想 一 想

舉出最合適的製造系統以生產下列產品：

- (a) 大型連鎖店的禮品，例如麥當奴及 7-11；
- (b) 致送給研討會講者的獨特紀念品；
- (c) 限量版精裝玩具；及
- (d) 一款持久耐看的汽車。

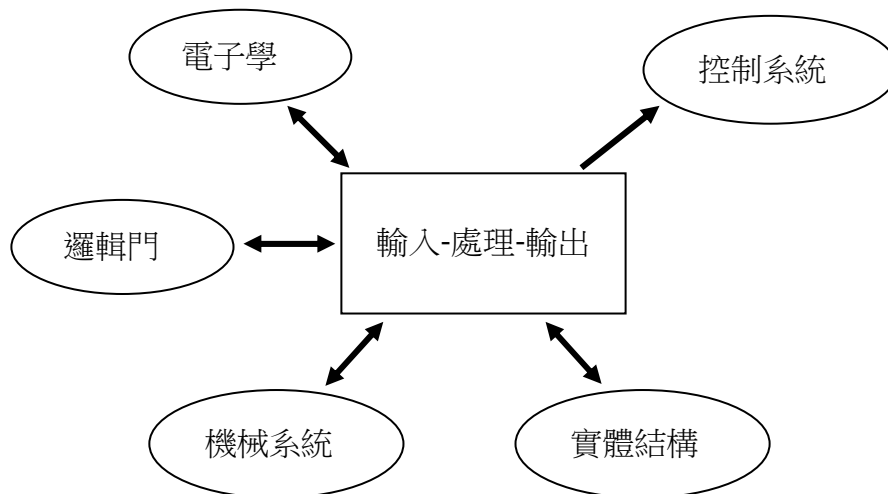
第三章 — 系統與控制

本章的課題涵蓋：

- (一) 輸入-處理-輸出；
- (二) 邏輯門；
- (三) 機械系統；
- (四) 實體結構；及
- (五) 基本電子學。

這些課題的學習材料與活動，有助學生：

- (一) 瞭解各種系統及控制的模式；
- (二) 利用方塊圖顯示控制系統；
- (三) 詮釋簡單邏輯門的真值表；
- (四) 應用機械知識及概念於設計、製作及系統控制中；
- (五) 瞭解力的本質及結構的穩定性；及
- (六) 瞭解電子系統的基本原理。



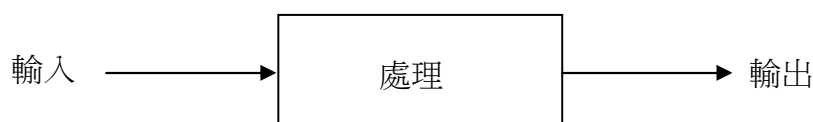
3.1 輸入-處理-輸出

儘管不是全部，然而大部分的工程系統，甚至普遍如風筒或洗衣機，均需某些控制，以確保該等系統可符合設計規格。

控制系統能夠以不同的模式出現，例如

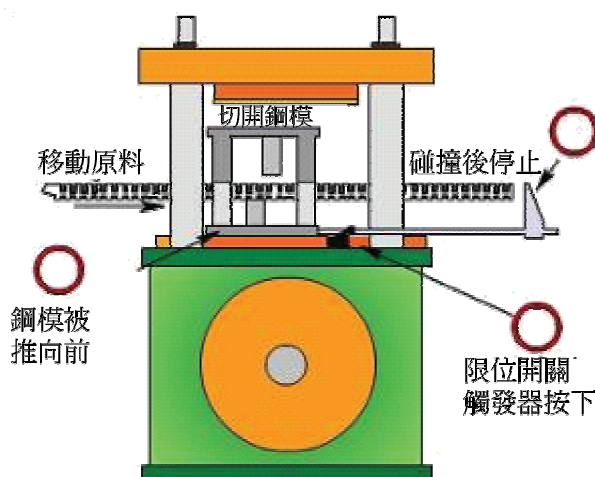
- (一) 電腦控制系統
- (二) 電子控制系統
- (三) 機械控制系統
- (四) 氣動控制系統。

一般而言，控制系統可以分為兩類：開環及閉環。



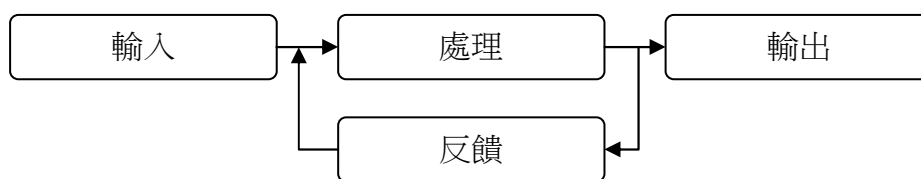
開環控制系統

開環控制系統是把輸入量變換至輸出量的簡易過程。舉例而言，風筒使用者手動開關掣以取得熱風或涼風，以及不同的風速。控制在於使用者，如他認為適合時，就可關掉風筒。



閉環控制系統——金屬切割

閉環控制系統比較複雜。輸出信號會被反饋至輸入位置，作為所需的輸入調整，繼而調整輸出。輸出量會以所維持的預設輸出水準與輸入量作出比較。



閉環控制系統

閉環控制系統中必定裝設一個探測器，以監察輸出量及與預設值作出比較。舉例而言，洗衣機中設有很多感應器或探測器，用以控制水流、水溫、洗濯時間、洗濯方式及洗濯滾筒的轉動等。

3.1.1 集體交通運輸系統內的子系統

香港的鐵路系統相當複雜，由很多不同的子系統來控制，例如機械、電子及氣動系統。每一子系統都專為某項特定功能而設。



香港的集體交通鐵路系統

3.1.2 機械子系統

機械子系統主要的元件是列車。該系統控制列車的移動、速度，以及車門的開關。該系統的操作必須顧及乘客的安全，經常進行定期維修和保養、安全檢查及元件測試。

蒸氣散發是指汽油從油箱及化油器中蒸發而形成滲流。為免燃料蒸發而流失於空氣中，燃料系統是密封的，好讓蒸發的燃料可保留下來再被燃燒。

廢氣喉排放的廢氣是由一氧化碳（CO）、未曾燃燒的碳氫化合物（HC）和氮氧化物（NO_x）所構成。為了減少這些污染物的形成，引擎的設計會周密地控制燃料調節及點火時間。排放控制系統是引擎不可缺少的部分，不論是裝有電腦化引擎控制的汽車或是受強制性排放檢查管制的汽車亦然。

3.1.3 電子子系統

電子系統幾乎存在於鐵路系統的每一個角落。舉例而言，無論於升降機和扶手電梯、展板、旋轉柵門及火車顯示屏皆可盡見。電子系統的用途眾多，但主要用作控制。電子子系統一般包含獨立的電子元件、感應器/傳感器、集成電路、動力驅動器及微處理器。

3.1.4 氣動子系統

氣動系統利用壓縮空氣來傳送和控制能量。

首先，空氣在氣缸中加壓，以提供能源。

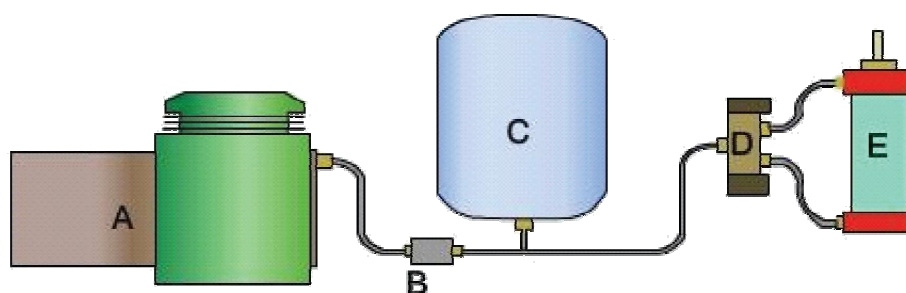
第二，使用開關掣把信號輸入系統中。

第三，空氣通過密封管道傳送到氣動元件進行操作。

最後，氣動元件產生力量以完成指定的任務。

鐵路系統中的氣動系統的一般用途是用來控制車門開關。當中利用了氣動系統能提供平穩控制的優點。

基本氣動系統的元素



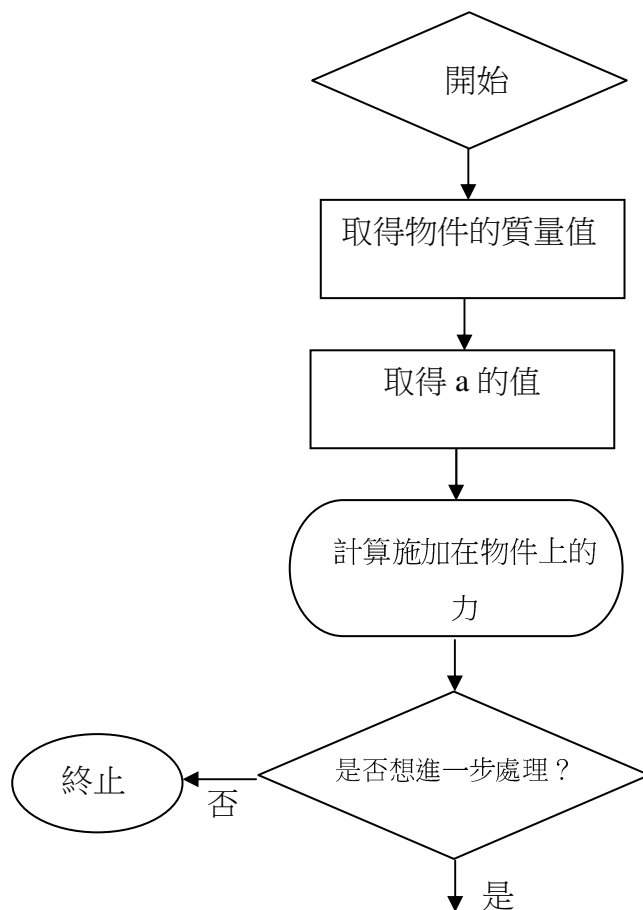
- A. 壓縮器〔Compressor〕：壓縮器內的泵把空氣壓縮，並把壓力驟增的空氣送到氣動系統去。此舉有時會用來製造真空現象。
- B. 止回閥〔Check Valve〕：止回閥是單向閥的一種，使壓縮空氣只可進入氣動系統，而當壓縮器停止運作時，防止壓縮空氣出現倒流或減壓的情況。
- C. 儲蓄池〔Accumulator〕：儲蓄池把壓縮空氣儲存起來，以免壓力不穩定，並舒緩壓縮器的運作週期。
- D. 換向閥〔Directional Valve〕：換向閥控制壓縮空氣在源頭與指定埠間的流動；但有些換向閥會容許壓縮空氣從非指定埠排出。這些換向閥由人或電力驅動。
- E. 致動器〔Actuator〕：致動器把儲存在壓縮空氣的能量轉換為機械運動。

3.1.5 演算程式及流程圖或圖表

在很多情況下，離散演算法(discrete algorithms)用來模擬連續的運動方程式，以及創立數值整合來模擬機械系統。其一個例子是預測一件物件在上、下斜坡時的動作；或是在平滑及粗糙表面的動作。與運動有關的方程式依賴不同的條件、物件的質量及加諸其上的外力等，如要解決一個工程問題，我們可以制訂該類方程式及創立一個流程圖。

與運動有關的方程式例子：

- (a) $F = Ma$; 當中 F 是作用於物體的力， M 是物體的質量， a 是物體的加速度
 (b) $f = \mu N$, 當中 f 是摩擦力， μ 是摩擦系數， N 是正的反作用力



典型流程圖

停 一 停 想 一 想

- (a) 舉出一些電飯煲和洗衣機的控制功能。
 (b) 舉出用於上述控制的元件。

3.2 邏輯門

在日常生活中很容易找到基本邏輯應用。一般來說，數碼邏輯可分為兩類：組合邏輯(combination logic)及順序邏輯(sequential logic)。

在組合邏輯中，邏輯輸出要視乎在特定時刻指明的邏輯功能及邏輯輸入狀態。在順序邏輯中，輸出視乎先前的狀態，再加上那些在組合邏輯的通常要求。兩類邏輯均在電腦和家居電器中廣泛應用。

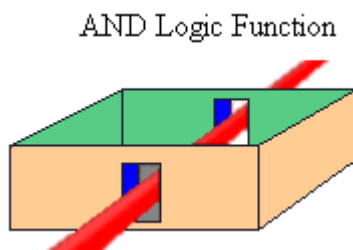
所有邏輯電路皆依靠邏輯門去處理輸入信號，然後產生輸出。下文將會解釋基本邏輯門如何運作。

每個邏輯元素或條件都有「0」或「1」的邏輯值。不同的邏輯信號或條件會組合起來形成一個邏輯結果。就以下的邏輯語句為例：

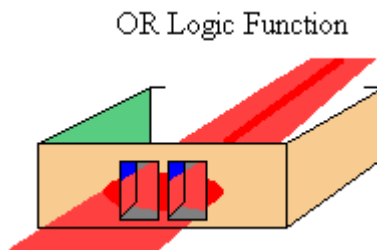
「如果我將牆上的開關掣移向上，燈光便會亮起來。」

意思是說燈光會遵循開關掣的位置。換言之，當開關掣向上、開啓、真或「1」，燈光會遵循亮著。相反，如開關掣向下、關閉、假或「0」，燈光仍會遵循關掉。

以下用大門的情況來解釋簡單邏輯功能：



『與』邏輯功能



『或』邏輯功能

在上述的『與』邏輯例子中，為了令「光」得以穿過房子，前門『與』後門均須開啟。不過，在『或』邏輯例子中，不論左前門『或』右前門，或兩者，均須開啟。

為了使『與』邏輯功能的輸出為『真』，輸入(1)及輸入(2)均須為『真』。在『發光二極管』中，

- (一) 『真』的意思是開關掣接上時，電力將施加於『發光二極管』中；以及
- (二) 『假』的意思是開關掣斷開時，電力並『非』應用於『發光二極管』中。

以下的真值表解釋了『與』邏輯門的輸入-輸出關係：

真值表

A 及 B 均為輸入開關掣

C 是『發光二極管』輸出

真值表		
A和B為輸入開關 C是輸出二極管		
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

為了使『或』邏輯功能的輸出為『真』，必須符合下列其中一項條件：

- (a) 輸入(1)為『真』；
- (b) 輸出(2)為『真』；或
- (c) 兩者皆為『真』。

真值表

A 及 B 均為輸入開關掣

C 是『發光二極管』輸出

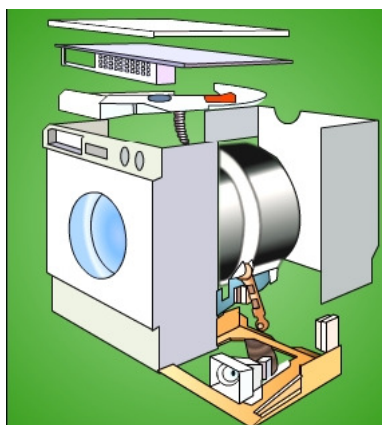
真值表		
A和B為輸入開關 C是輸出二極管		
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

其他邏輯功能，例如『非』(或 INV)，『與非』(或『非』『與』)，『或非』(或『非』『或』)之解釋類同。該等功能的符號謹見於下列圖表：

INV	
AND	
NAND	
OR	
NOR	

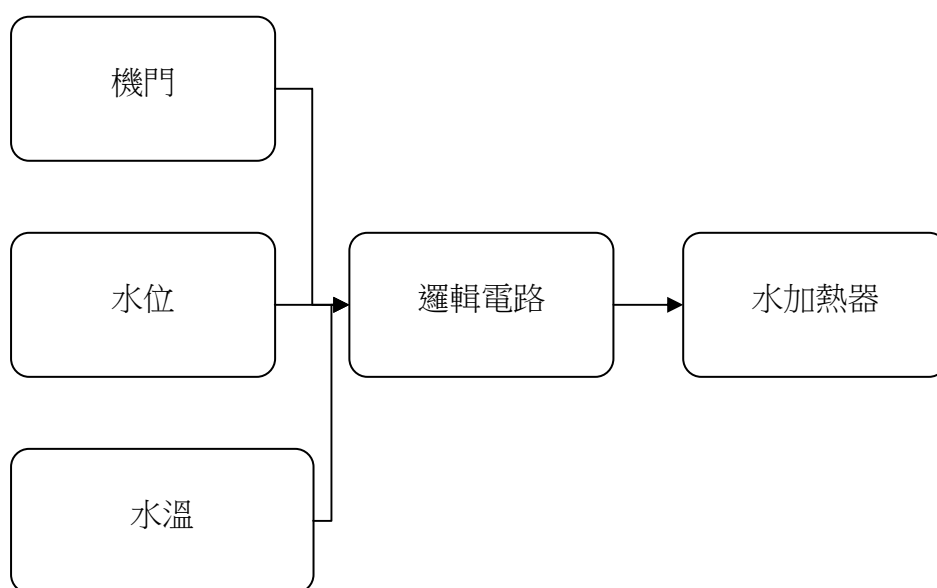
以下方塊圖及輸入-輸出表顯示一部自動洗衣機如何運用邏輯功能。當以下情況出現時，邏輯電路開啟水加熱器：

- (a) 機門關上，或對應的邏輯值為「1」；
- (b) 水位足夠高，或對應的邏輯值為「1」；及
- (c) 水溫低於臨界值，或對應邏輯值為「0」。



門鎖及 0：開
位置感應器 1：關

自動洗衣機運用組合邏輯的例子



輸入			輸出
機門	水位	水溫	水加熱器
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

數碼邏輯是電腦的基礎，在系統和控制中扮演一個非常重要的角色。

停 一 停 想 一 想

- 設計一個有不同邏輯門的邏輯電路以模擬交通燈。
- 以一個電路圖的方式來介紹有關設計。



3.3 機械系統

機械系統包括一些互動元素，其輸出起源自機械原理。

機械驅動玩具總共運用了三種機械系統，即

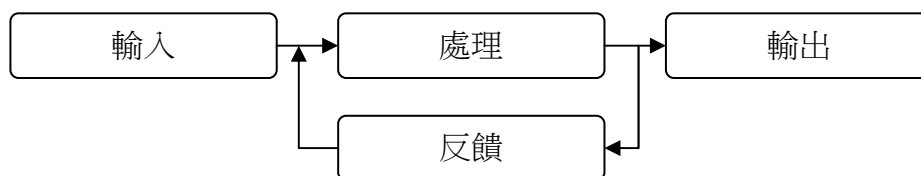
- (一) 控制；
- (二) 傳動系統；及
- (三) 運動變換。

3.3.1 控制

控制系統可分為多個階段，包括：

- (一) 輸入
- (二) 處理
- (三) 輸出
- (四) 反饋

例子：氣象局



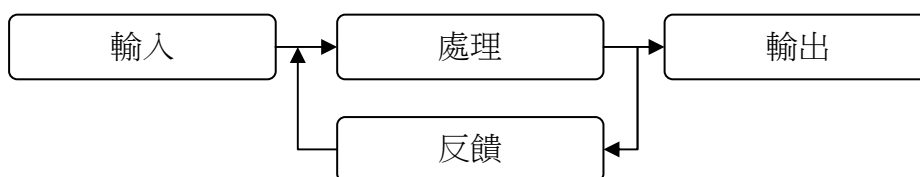
- (a) 輸入—感應器用作量度溫度、雨量、濕度等
- (b) 處理—使用電腦分析傳入的數據
- (c) 輸出—最終列印溫度的資料，例如顯示屏和列印機
- (d) 反饋—監測數據的裝置

上述的氣象局系統擁有一個反饋設置，因此這是一個閉環系統。開環系統是沒有反饋的。

例子：花園自動灑水系統

(參考資料: <http://technologystudent.com>)

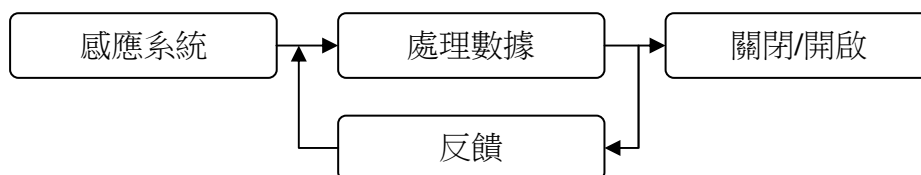
設計一個有反饋的輸入-處理-輸出系統



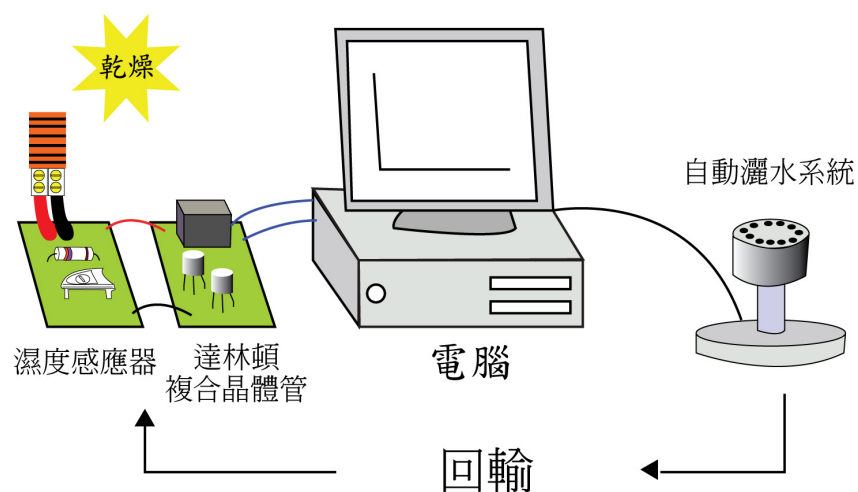
考慮系統的設計準則：

- 輸入—系統如何感應泥土的乾燥狀況？
- 處理—什麼裝置可用作控制？
- 輸出—當泥土水分不足時，系統會開啟灑水器。
- 反饋—應持續不斷檢查泥土的濕度。

參考答案：



- 輸入
 - 使用濕度感應器來量度濕度或何時需要加水
- 處理
 - 使用達林頓複合晶體管(Darlington pair)來放大感應器的信號
 - 使用電腦程式來控制螺線管的操作，以及開啟灑水器
- 輸出
 - 使用自動灑水系統來灌溉



輸入裝置

輸入裝置可分為數碼及模擬感應器。

輸入裝置的例子：

量度	輸入裝置
光	(LDR)光敏電阻器
	光敏晶體管
溫度	溫差電偶
	熱敏電阻器
運動(活動)	電位器
濕度	電極
聲音	擴音器
力(應變/屈曲)	應變計
手動 / 機械	開關掣

處理裝置

處理裝置是用來偵測輸入裝置的信號，以及把結果信號轉到輸出裝置。

處理裝置的例子：

處理裝置	例子
放大器	放大輸入信號
電子開關掣	開關至不同程度
計時器	時間延遲後的開關掣
門(與/與非/或/或非)	合併輸入
計數器	計算輸入脈衝
電腦	偵測輸入裝置的信號
微處理器	偵測輸入裝置的信號

輸出裝置

輸出裝置負責展現系統的結果。

輸出裝置的例子：

輸出裝置	例子
繼電器	控制高壓 / 電路
燈	光
蜂鳴器 / 鈴	聲音
揚聲器	聲音
馬達	活動 (旋轉)
步進馬達	活動 (精確旋轉)
螺線管	活動 (線性)
指示器	資訊

玩具常用的控制種類例子：

- (a) 速度控制
- (b) 位置或點對點控制
 - ▶ 基於移動的速度數據圖表，計算運動軌跡
- (c) 運動控制
 - ▶ 控制系統的位置或速度
- (d) 電子傳動裝置
 - ▶ 控制連接主軸位置的從動軸位置
 - ▶ 註：該兩條軸並沒有線性關係。
- (e) 電壓控制
 - ▶ 通過以下各項，控制輸送電壓
 1. 調節變壓器，及
 2. 開關分配系統的電容器及電感器。

停 一 停 想 一 想

舉出自動垂直捲動閘門的開啟/關閉所需的控制裝置。

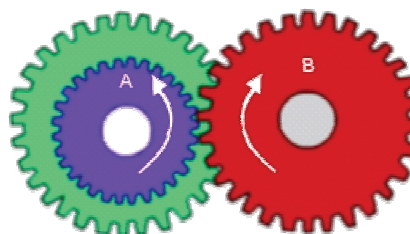


3.3.2 傳動系統

傳動系統利用齒輪系統把速度轉化成動力，以作一些特定的應用。



複合齒輪



齒輪

複合齒輪是引擎常用的元件。在齒輪組中，最後齒輪是控制最後或正確的旋轉速度。

(資料來源: <http://technologystudent.com/gears1/gears3.htm>)

例子：單車齒輪

(資料來源: http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_gearing)

單車的齒輪裝置是指選取合適的齒輪比，以達至最佳效率或使騎踏舒適。為了達成不同的目的，例如不同騎踏者的踏單車風格，可使用不同類型的齒輪及齒輪系列。一輛多速的單車具備有可選擇齒輪在不同環境中較有優點。舉例而言，高速(傳動)齒輪或許較適合用於踏單車落斜坡；中速(傳動)齒輪適合用於平路；而低速(傳動)齒輪則適合上斜坡之用。

單車實際上儼如一台機器，由騎踏者雙腿通過腳蹬、曲柄座、鏈條及後輪轂，把動力傳送至單車的後輪。騎踏者用雙腿踩踏便產生動力；車速受到狹小的腳蹬速度範圍所限制；單車的動力或速度透過齒輪裝置而得以優化。在單車所使用的變速器方面，其齒輪比是指曲柄座鏈輪上的齒數目與後輪齒或扣鏈齒輪之比。對於一部配備變速器的單車來說，扣鏈齒輪是卡座的部件。而輪轂齒輪的比率是由輪轂的內部的行星齒輪所決定。

較低速(傳動)齒輪比較高速(傳動)齒輪具有一個更大的機械利益，就是騎踏者只需以較快的節奏去踩踏，但用較少的動力，便可在後輪維持一個特定的速度或動力輸出。騎踏者所選擇的節奏和踩踏的動力會因人而異。不過，應注意的是在高速(傳動)齒輪或低速的情況下，長期及過度用力會增加膝蓋受傷的機會。



配備輪轂齒輪的單車



Shimano XT 攀山單車的後部變速器

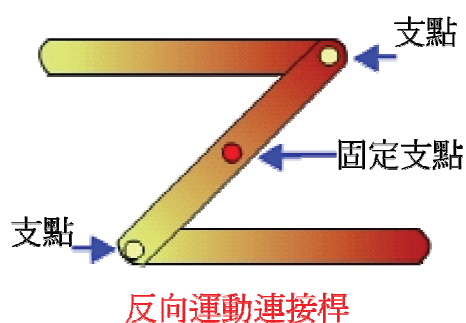
3.3.3 運動變換

運動變換把一件物件由一個位置轉換到另一個位置。

(一) 連接桿

連接桿在機械方面頗為普遍，可用來改變移動零件的方向、速度及時間。在日常生活中有很多連接桿，以下介紹一些常見的例子：

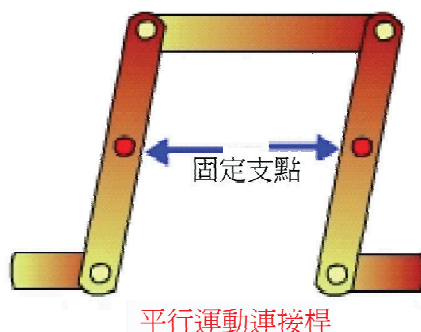
(a) 反向運動連接桿



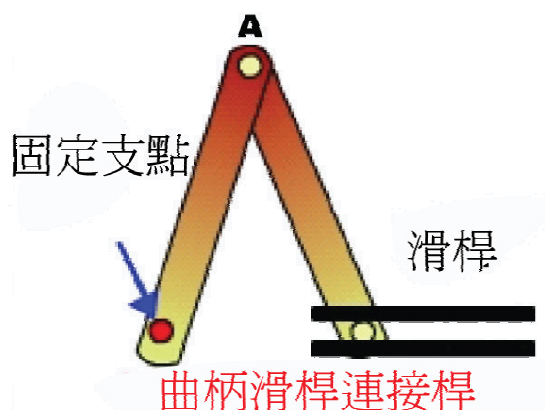
- 兩枝桿連接起來，並互向相反方向移動。頂部的桿移至右面時，底部的桿便移至左面。

(b) 平行運動連接桿

- 平行運動連接桿的頂桿引領底部雙桿移動。當頂桿向右轉，底部雙桿便向左移動（平行而方向相反）。
- 例子：工具箱的抽屜



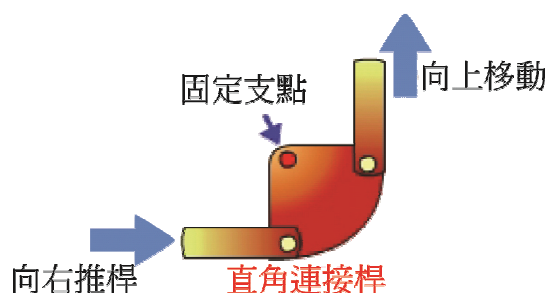
(c) 曲柄滑塊連接桿



- 一枝桿在一塊滑塊上來回走動（直線運動），該滑塊連接了另一枝有固定支點的桿。A 點因而產生了圓周運動。
- 例子：蒸汽火車和內燃機氣缸

(d) 直角連接桿

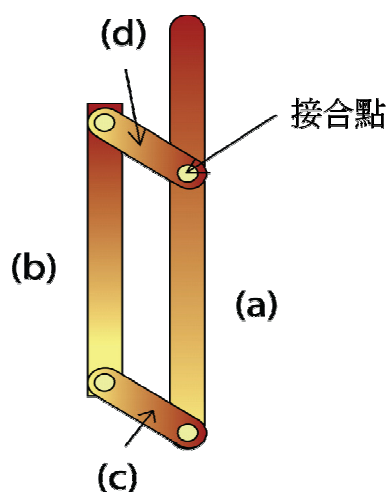
- 雙臂曲柄連接桿能改變移動的方向，從 1° 到 180° 不等。如圖示，雙臂曲柄連接桿能把橫桿推右，使直桿向上。
- 例子：自行車剎車器



(資料來源: <http://technologystudent.com/cams/link1.htm>)

(e) 四桿機構

在四桿機構中的四桿構成一個平行四邊形，該機構有若干種類：



- 這是一個基本的四桿連接桿。四枝桿組成了一個平行四邊形。
- 桿 c 和桿 d 長度相同。它倆同時連接移動桿 a 和固定桿 b。
- 移動桿關節間的距離，相等於固定桿關節間的距離。
- 較低的桿 c，其移動跟隨較高的桿 d。
- 移動較低的桿 c 來控制桿 a 的半圓周運動。

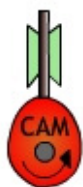
例子：簡單兩枝相連的连接桿的應用



- 它把驅動桿 a 的小型線性移動，轉化成身體的轉動，令手錘移動。拉動驅動桿 a 的繩，引領手臂作曲線移動。
- 拉動驅動桿 b 的繩，引領身體於 90° 內旋轉。
- 錘的速度較驅動桿 a 的速度為快。
- 此例子顯示出連接桿可改變移動方向及運動速度。

(資料來源: <http://www.flying-pig.co.uk/mechanisms/pages/linkage.html>)

(二) 凸輪及隨動件



- 凸輪及隨動件系統廣泛地應用於機器和玩具。
- 該機械系統分為兩部分，即凸輪輪廓及隨動件。
- 凸輪是以輸入旋轉運動來帶動隨動件作線性運動。

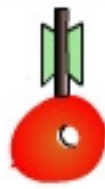
下圖顯示凸輪及隨動件系統傳送動作的情況：



圖一



圖二



圖三



圖四



圖五



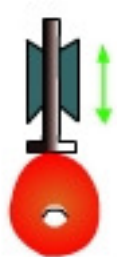
圖六

- 在旋轉凸輪把隨動件向上推時，隨動件會慢慢地向下落。
- 如圖一所示，隨動件在開始時是最高位置。
- 凸輪以反時針方向開始旋轉。
- 在凸輪旋轉時，隨動件向下移。
- 圖四顯示隨動件移到最低位置。
- 如凸輪持續旋轉，隨動件便開始回升至原來位置。

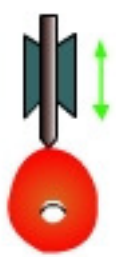
凸輪及隨動件系統的術語：

- 一個循環—凸輪旋轉一次
- 有規則的小停頓—當凸輪旋轉時，隨動件不上升或下降。
- 上升—凸輪的零件帶動隨動件向上。

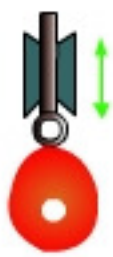
隨動件的形狀影響運動。隨動件有多種類別：



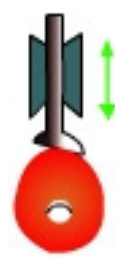
平 (flat)



尖 / 刀 (point/knife)



滾軸 (roller)



偏位(offset)

凸輪輪廓—凸輪的形狀影響隨動件如何移動。舉例而言：

梨形凸輪：

- 廣泛應用於汽車軸。
- 隨動件在半循環靜止。
- 隨動件在另外半循環上升及下降。



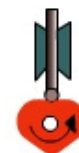
圓形凸輪：

- 廣泛應用於蒸氣引擎。
- 隨動件運動流暢。



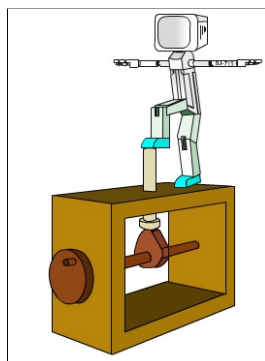
心形凸輪：

- 隨動件以均勻的速度上下移動。



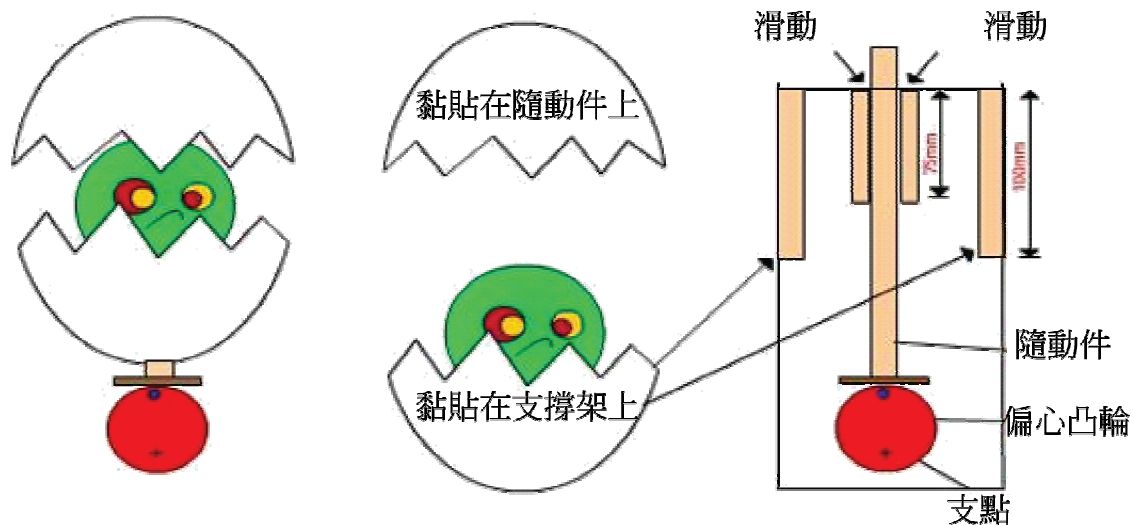
例子：凸輪和隨動件在玩具的應用

轉動手柄時，凸輪輪廓便旋轉。結果，玩具上下移動。



(資料來源: <http://technologystudent.com/cams/cam1.htm>)

凸輪玩具練習：



上圖的機械玩具設計是基於凸輪機構，也是凸輪及隨動件系統的簡單應用。

上部蛋殼連接了隨動件。平坦的隨動件向上移時，上部蛋殼便跟著往上去，玩具的面孔因而出現。

凸輪輪廓可改變如下：

下降凸輪：

下降凸輪的移動與圓形凸輪有所不同，其運動不及利用圓形凸輪般流暢。上部蛋殼以相當均等的速度向上移，然後突然向下降。



下降凸輪

梨形凸輪：

上部蛋殼快速地向上升和快速地向下降，但移動只有半個循環。



梨形凸輪

(資料來源: <http://technologystudent.com/cams/camt1.htm>)

(三) 滑塊曲柄機構



滑塊曲柄機構的機械裝置有三個主要元件，即

- 曲柄—旋轉碟；
- 滑塊件—在管內滑動；及
- 連接桿—連接曲柄及滑塊件。

滑塊曲柄的操作

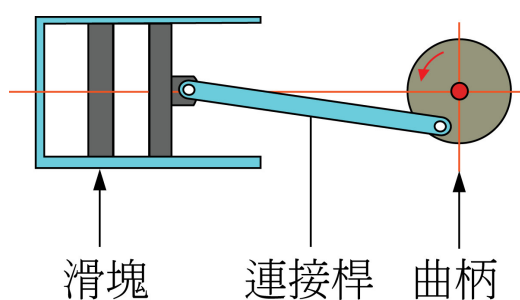
當滑塊件移向右，連接桿便會推動車輪或曲柄作出 180 度旋轉。滑塊件移回管內時，連接桿會拉動車輪或曲柄來完成旋轉。

例子一：蒸氣火車



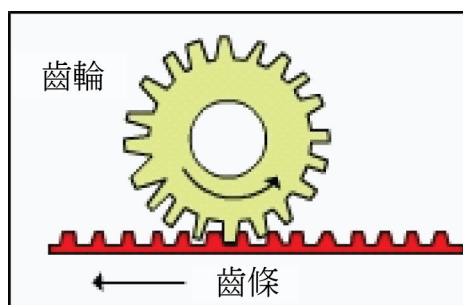
蒸氣壓力向滑塊曲柄系統提供能量，用以移動連接桿，以至車輪或曲柄。

例子二：內燃機的氣缸



(資料來源: <http://www.technologystudent.com/cams/crkslid1.htm>)

(四) 齒條及齒輪



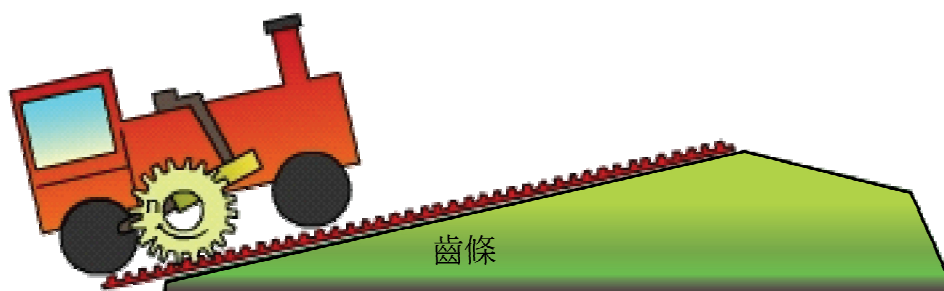
齒條及齒輪系統是由兩個齒件組成的，即

- 齒輪——是正常的圓形齒輪；以及
- 齒條——是一條直或平的齒條。

齒條和齒輪的操作——旋轉運動改變為線性運動

齒輪旋轉，使齒條作直線移動。

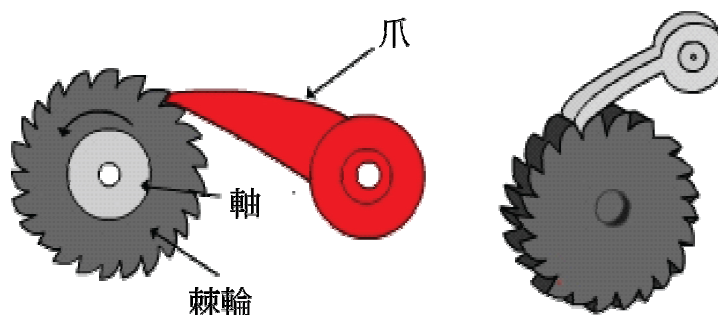
例子：登山火車



齒條和齒輪系統防止火車在上山時向後滑：在火車中心裝有一個大齒車輪或齒輪。齒輪的設計是與鐵路上的額外軌道或齒條嚙合。

(資料來源: <http://technologystudent.com/gears1/gears4.htm>)

(五) 棘輪及棘爪



棘輪機械裝置是由兩個主要元件組成，即

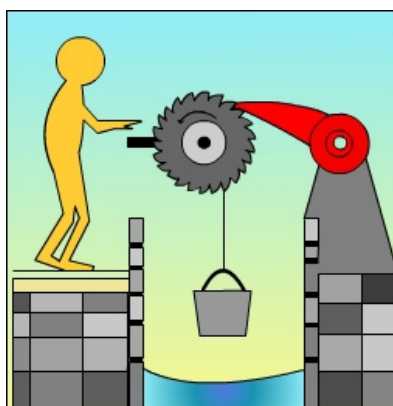
- 棘輪——一個有齒的輪
- 棘爪——跟隨棘輪上下移動的臂

棘輪機械裝置的操作

- 棘輪轉動時，棘爪便會跌入裂口或「藏」在齒間。
- 棘輪可以順時針或逆時針作單方向旋轉。



例子：井

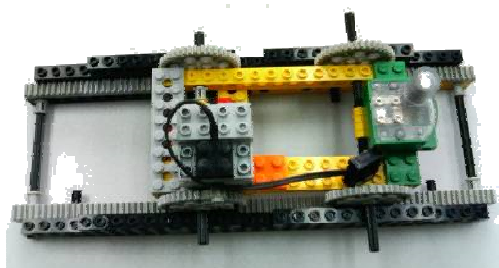


棘輪機械裝置可以應用於水井。上圖顯示，那人只能以逆時針方向轉動手柄，在有需要時，便放開她/他的手，因為有一個棘爪鎖緊裂口或「藏」在齒間。

(資料來源: <http://technologystudent.com/cams/ratch1.htm>)

停 一 停 想 一 想

講解齒條及齒輪機械裝置如何令火車移動。



3.4 實體結構

結構是與力抗衡以保持物體的形狀及外形的框架。在實體結構方面，強度及穩定性均須考慮。

- (一) 強度是指一個結構系統的個別元素可抵抗施於系統的負荷的能力。
- (二) 穩定性是一個結構系統可將施於其上的負荷，安全地轉移到地面的能力。

(資料來源:

http://www.uoregon.edu/~struct/courseware/461/461_lectures/461_lectures_index.html)



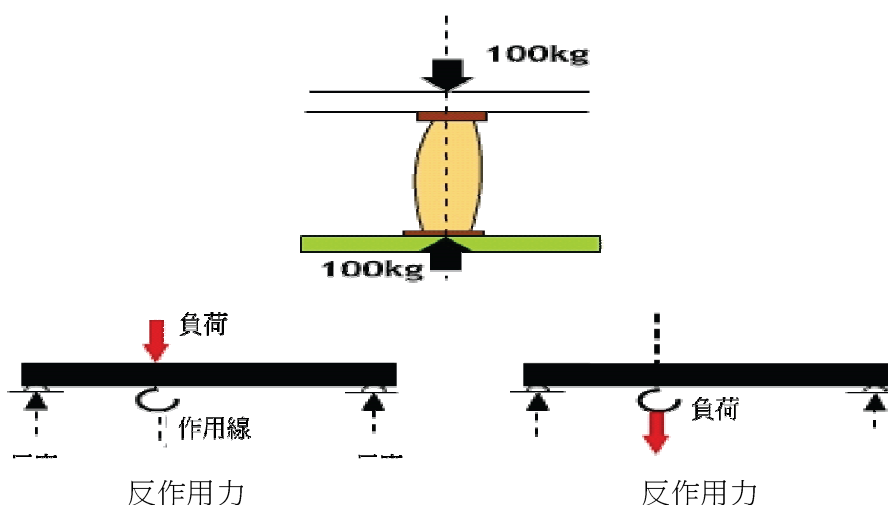
← 框架結構

3.4.1 力

力會改變或傾向改變物體的運動情況。力是一種向量及可以數學方式或圖表方式來表達的。

要精確說明力，須要三個元素，即：

- (一) 量
 - (i) 一般以牛頓(N)來表示；以及
 - (ii) 用圖表形式、依箭咀長度比例來表示力。
- (二) 方向 - 可透過力的向量及其作用路線來觀察。
- (三) 施加點 - 施加力於物體上的位置。



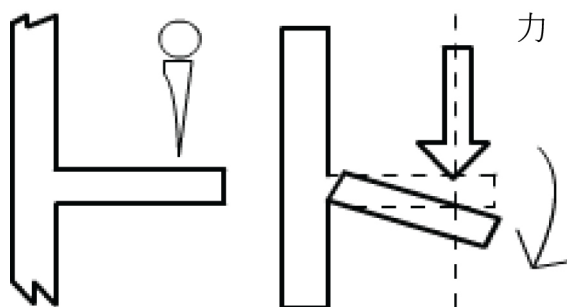
- 反作用力—相同量的力，但與作用力的方向相反
- 負荷—外力施加於物體上的點
- 平衡—物體的靜止狀況沒有淨改變

(資料來源:

http://www.uoregon.edu/~struct/courseware/461/461_lectures/461_lecture4/461_lecture4.html)

3.4.2 力矩

力矩是指施加於由旋轉的軸至物體的某一距離的力的量。



假設兩個人從相反方向同時推門。如果力是相同量的話，一個平衡情況便會出現。不過，如果其中一方突然停止推前，門便會盪開。保持推門的人會造成一個作用於門的力矩。

力矩的量是指加在點或軸的力，與力的距離成正比例。

力矩的中心點是力引致旋轉的實際位置、或參考點或軸。

力矩

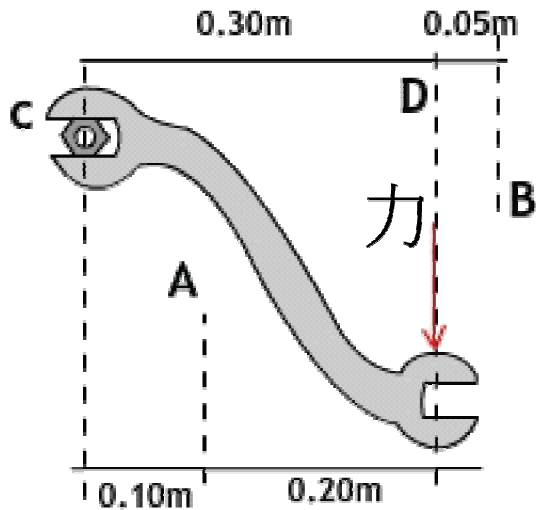
(一) 力矩是力 (F) 及矩臂 (d) 的乘積。

$$\text{力矩} = \text{力} \times \text{距離}$$

$$M = F \times d$$

(二) 力矩以牛頓-米 (Nm) 單位來表示。

(三) 力矩方向：順時針或逆時針。



例子：

扳手扣在 C 點的螺帽上。在距離螺帽 0.30 米的位置施加 444.82N 的力。

若力矩的中心在 C 點，則

矩臂=0.30 米

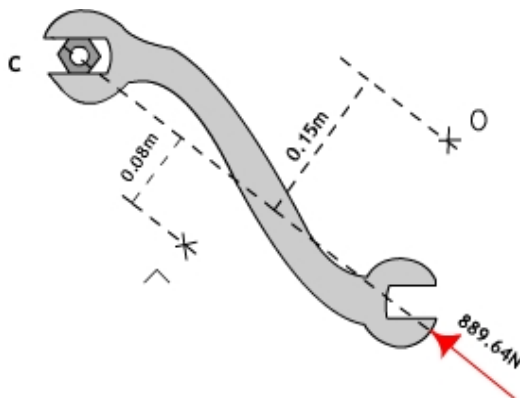
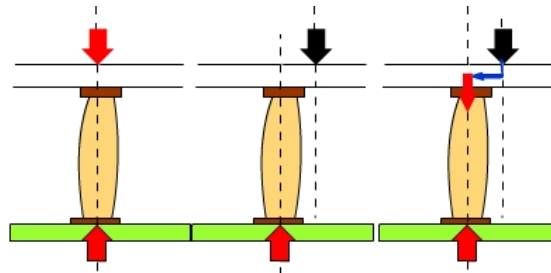
力矩=444.82 x 0.30 = 133.45Nm

若力矩的中心在 A 點，則

矩臂=0.20 米

力矩=88.96Nm

當力的施加點在與力矩的中心軸平行時，由於該力不能產生旋轉，所以便會產生零力矩。



例子：

889.64N 的力施加於扳手。由於矩臂 (d) 是零，因此力矩是零。力沒有傾向旋轉螺帽。

力矩亦可指是力轉移、或繞過一條介乎系統的負荷點及其支撐物之間直接路線的結果。一般而言，結構系統的效率愈高，繞道的數量就會愈小。

在某些情況下，計算圍繞某一點的力的力矩成份，較計算力本身的力矩更加容易。舉例而言，要確定力的成份中力的垂直距離是相當困難的。只要把作用於同一個點的多個個別力矩相加起來便很容易得到作用於該點的多個力的力矩。

(資料來源：

http://www.uoregon.edu/~struct/courseware/461/461_lectures/461_lecture5/461_lecture5.html)

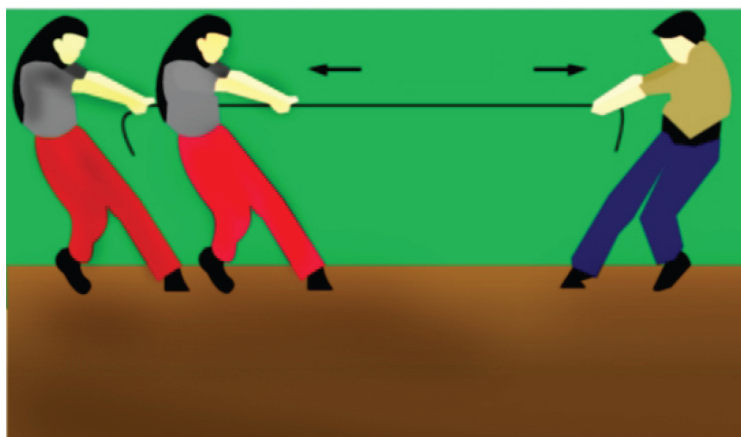
3.4.3 平衡

平衡是指力施加在一個系統時，沒有絲毫運動的狀態。在日常生活中，建築結構即使增加負荷也預期保持著靜止狀態，而不會動態地移動的。

遊樂場的蹺蹺板就是在日常生活中平衡的例子。



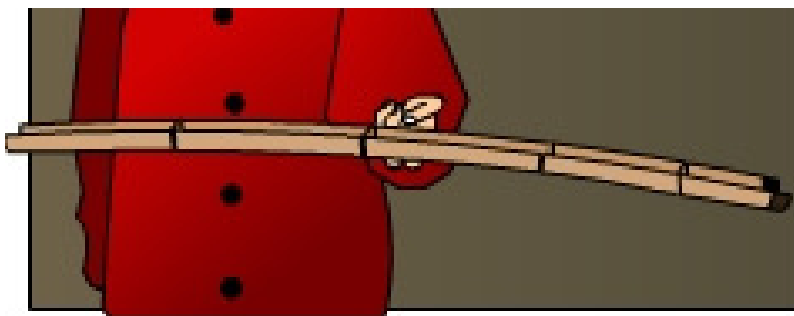
當兩邊的人的體重完全相同，以及坐在與中心點完全相等的距離，便可達到平衡狀態。除非有事發生，否則平衡狀態會維持不變。舉例而言，如在右邊加多一人，或原本兩人當中一人改變其位置，蹺蹺板便會搖動。當達成一個新的平衡狀態，蹺蹺板又會再次停下來。



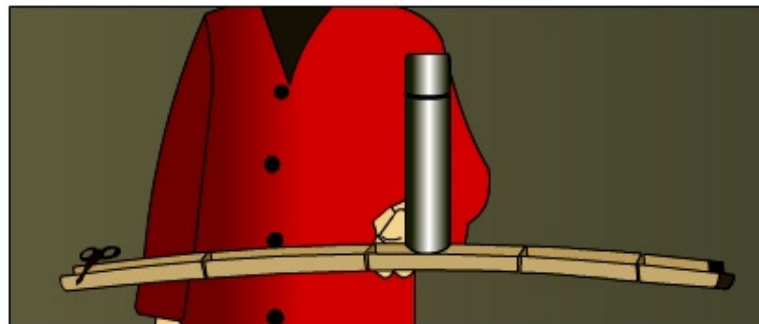
上述例子顯示，淨力為零時，平衡狀態便會達成。換言之，拉向右邊的力是等於拉向左邊的力。

所有結構上的力或力矩都平衡時，結構便達致平衡。意思是施加在結構上的力被相等而相反的力所抵消。

例子：竹樑



圖甲



圖乙

上圖顯示竹樑正處於平衡狀態：

- (一) 圖甲顯示，竹樑本身維持在平衡狀態。
- (二) 圖乙顯示，竹樑上放置一個保溫瓶及一把剪刀。該剪刀的重量遠比保溫瓶輕。為了達致平衡狀態，剪刀的矩臂必須比保溫瓶的矩臂距離大，因此所有力矩及力都平衡。

若能達成下列條件，便可達致平衡狀態：

$$\text{所有垂直力之和}(F_y) = 0$$

$$\text{所有水準力之和}(F_x) = 0$$

$$\text{所有力矩之和}(M_z) = 0$$

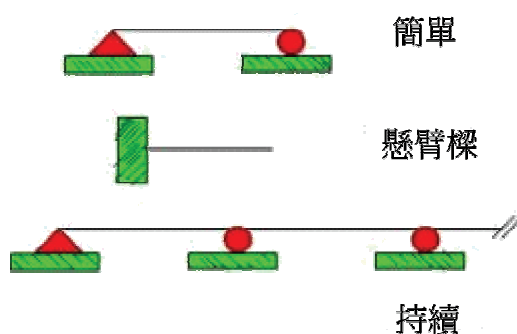
(資料來源:

http://www.uoregon.edu/~struct/courseware/461/461_lectures/461_lecture6/461_lecture6.html)

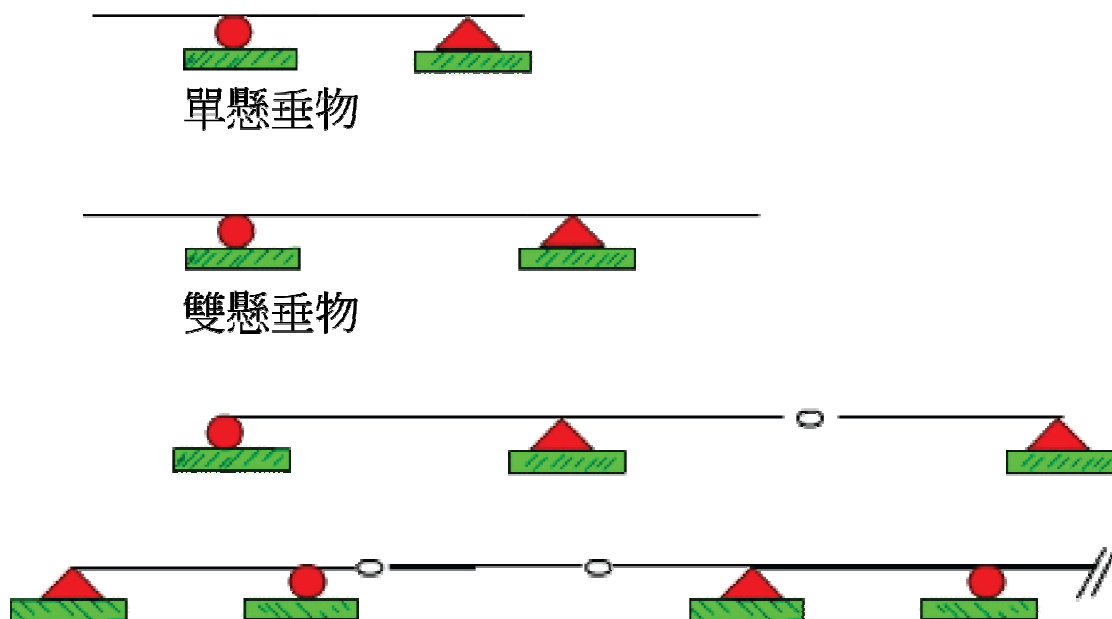
3.4.4 橫樑

橫樑是用以支撐負荷的結構構件。橫樑上的負荷產生內應力來抵禦施加的負荷。三種主要的內應力是屈曲應力(bending stresses)、剪切應力(shearing stresses)及垂直壓應力 (normal stresses)。

A. 橫樑的種類：



B. 橫樑種類的複雜系統：

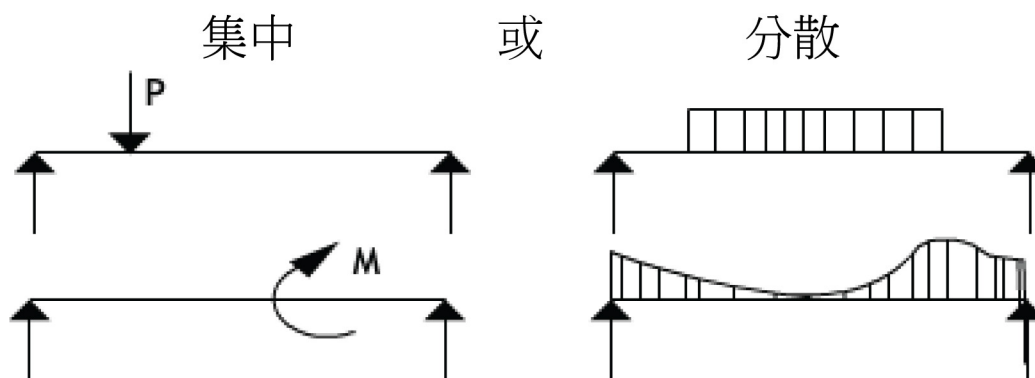


C. 橫樑有兩個負荷條件，即

(一) 集中

- (i) 力或力矩以集中負荷的方式來施加。
- (ii) 力或力矩以單一點的方式施加於沿橫樑的軸。

(二) 分散 - 力或力矩以均勻地或非均勻地分散負荷的方式來施加。

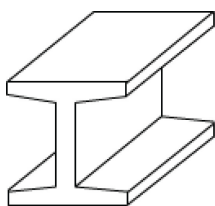


(資料來源：

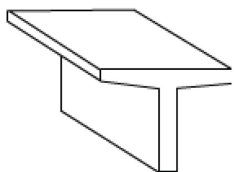
http://www.uoregon.edu/~struct/courseware/461/461_lectures/461_lecture31/461_lecture31.html)

D. 橫樑及剖面

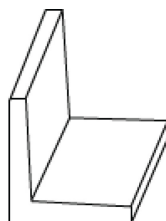
橫樑通常用作兩幅牆之間的距離。橫樑的效果要視乎其製造的材料及形狀。鋼製大樑廣泛用作支撐建築物的頂部。橫樑有不同的形狀或「剖面」，例如：



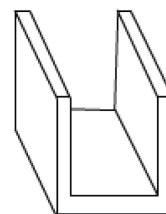
I-剖面



T-剖面



L-剖面

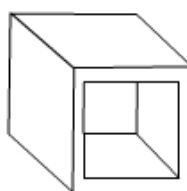


U-剖面

除了用於建築物外，單車用上的圓形剖面或「管」形剖面，金屬枱則用上的方形剖面。剖面令單車及金屬枱的價錢較廉及重量較輕。



圓形剖面



方形剖面

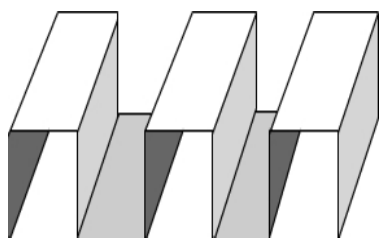
使用剖面的原因是：

- (一) 剖面比實心材料輕；
- (二) 剖面比實心材料廉宜；
- (三) 剖面的結構非常堅固；及
- (四) 要屈曲及折斷剖面的結構比實心材料更困難。

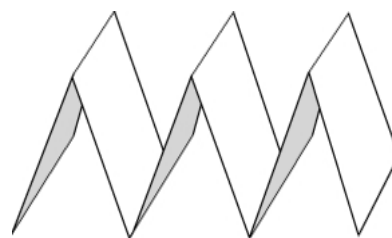
(資料來源: <http://technologystudent.com/struct1/beam1.htm>)

E. 框架

框架常用於日常生活中，例如凳子。框架的堅固結構促使興建高樓大廈。

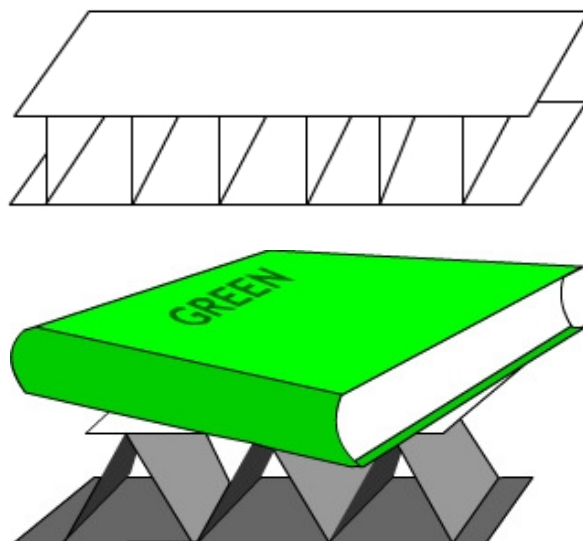


堅固的方形框架，能抵禦筆直向下所施加的壓力。如果壓力來自兩旁，框架便會軟弱而容易倒塌。



三角框架非常堅固，因此很多人造結構，例如建築物，均採用三角框架，亦稱為三角形結構。

上述框架可用卡或紙來製造。在框架頂及底部黏上一張卡可令框架更加堅固。我們可進行一個實驗把書籍放在每個框架的頂部，以測試每個框架的強度。

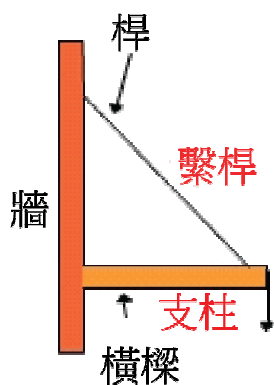


(資料來源: <http://technologystudent.com/struct1/frame1.htm>)

F. 支柱及繫桿

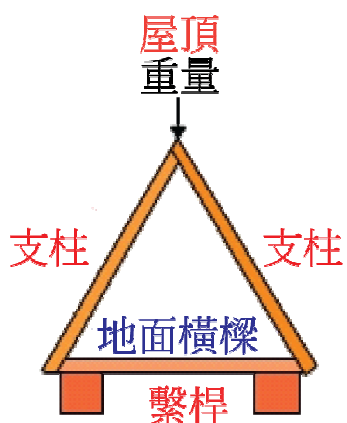
繫桿是指在結構上要承受施加的拉張力。支柱是指在結構上要承受施加的壓縮力。

所有結構的支柱及繫桿均會承受施力：



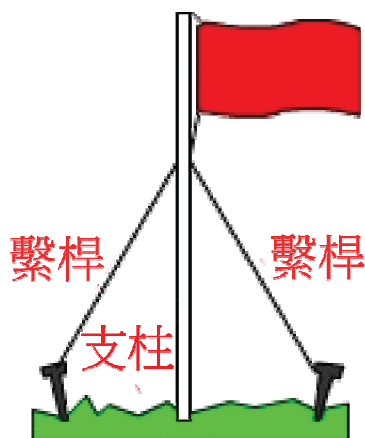
牆

- (a) 橫樑的重量就是桿上的拉張力 (拉伸)；因此桿作為繫桿。
- (b) 橫樑的重量就是在橫樑上的壓縮力；因此橫樑作為支柱。



屋頂

- (a) 由於重量施加的拉張力 (拉伸)，地面橫樑便作為繫桿。
- (b) 由於重量施加壓縮力，屋頂橫樑便作為支柱。



旗竿

- (a) 拉張力施加於金屬線上；因此金屬線就是繫桿。
- (b) 旗竿就是支柱，試解釋壓縮力的來源。

(資料來源: <http://technologystudent.com/struct1/strut1.htm>)

停 一 停 想 一 想

下圖顯示一個戶外帳篷的結構。討論帳篷的實體結構，例如橫樑、支撐物、力及平衡等各方面。



請參閱學習資源中的建議。

3.5 基本電子學

3.5.1 基本理論

(一) 電流及電壓

電流就是電子的流動。例如電燈開啟時，電流流過便產生橫越電燈的電壓差，令其光亮。

電壓差與水壓相似，而電流猶如水流。當水的流量增大，水壓亦會隨之而增加。同樣地，如電壓差是大的話，可讓更多電流流過電器設備。從上述例子可見，電流愈大，電燈愈光。不過，過量的電流或會產生過熱，令導線熔解及損壞電器設備。

電流的單位是安培(A)，而電壓的單位是伏特(V)。

(二) 電阻及功率

電阻在所有電器設備中都可以找到。電阻是抵抗電流的力。在數學上來說，電阻是電壓差與電流流過電器設備的比率，或稱歐姆定律。大電阻會消耗更多功率，而視乎電流及電阻的量，或 $P = I^2 \times R$ (在此 P =功率， I =電流 和 R = 電阻)。

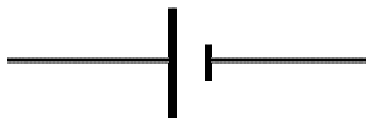
電阻的單位是歐姆(Ω)，而功率的單位是瓦特(W)。

(三) 電動勢 (EMF)

電動勢是指輸往電路的功率，例如電池或電源供應。電路接通時，電動勢推動電流流過電路。相反，如電路斷開，便沒有電流通，而連接電路的電器設備也不能開啟。

電動勢可分為兩類：即交流電及直流電。如電動勢來源電壓不停改變，就是交流電來源，否則便是直流電。

直流電電動勢來源的電路符號是：



公式

$$R = \frac{V}{I}$$

$$P = I^2 R \text{ 或 } P = \frac{V^2}{R}$$

(四) 串聯電路

以串聯方式來連接眾多電器設備的電路的總電阻值是所有電阻值的和。

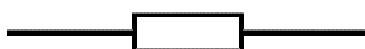
3.5.2 電子元素

(一) 電阻器

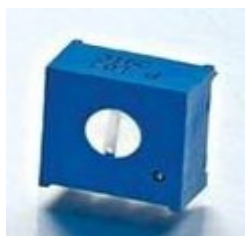
電路的電阻器是用來控制或限制電流流過，以保護電路的電器裝置。



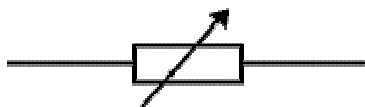
電阻器在電路圖的符號是：



可調節的電阻稱為「可變電阻器」。



符號是



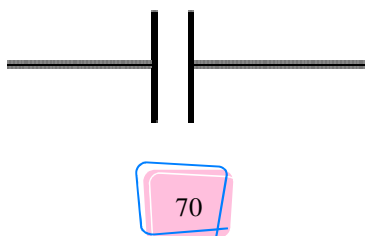
(二) 電容器

電容器儲存電荷，主要用來形成電壓波形。此外，電容器好像充電電池般，可以儲存能量。



上圖的電容器可用太陽能電池或馬達來充電。「電容器可用來推動馬達。當電容器完全充電，操作電壓一般是 2.5V。」

電路符號是



(三) 開關掣

開關掣是用來開啟或關閉電路、改變電流路徑或電路。

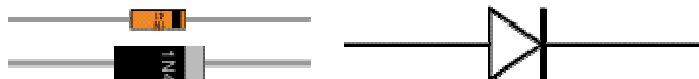


開關掣的符號是



(四) 二極管

二極管的功能是用來控制電流以單一方向流動而不反向。



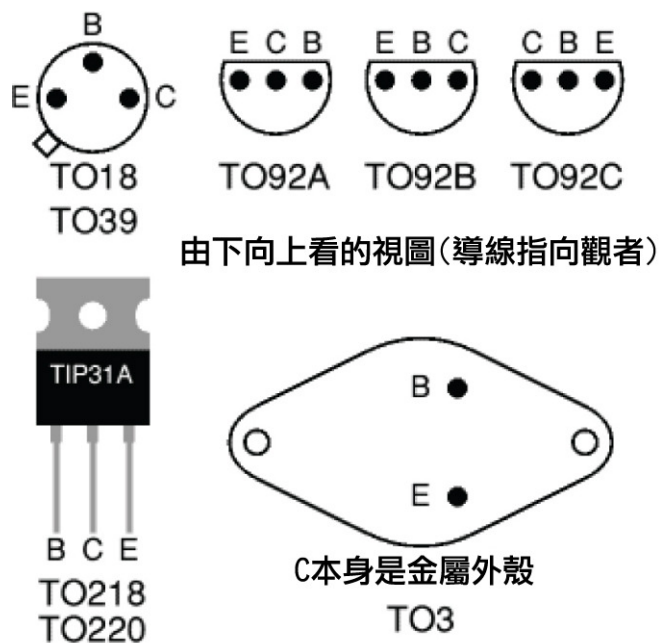
(五) 晶體管

晶體管可用來

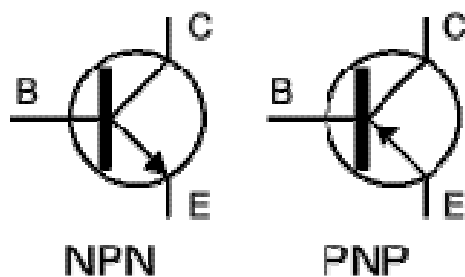
- (a) 放大電壓信號，或
- (b) 作為開關掣而運作，為高功率裝置例如馬達，提供更大的電流。

晶體管有三個接線柱，即基極、集電極及發射極。在基極出現的細小信號可在集電極誘發大電壓。所以，一個連接集電極或發射極的馬達，只要細小電流便可以為較大功率接收大電流。

高功率晶體管的一些例子顯示如下：



電路符號是：



(六) 發光二極管

電流流過發光二極管可發出不同顏色的光。高強度發光二極管可在市面上買到。

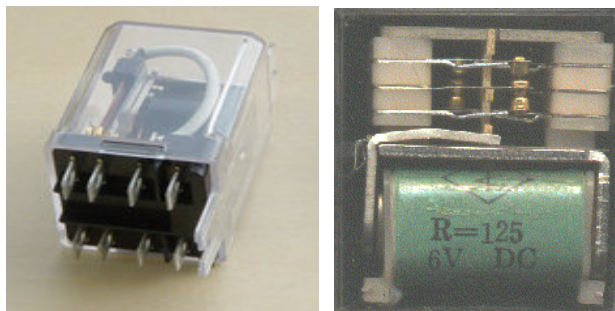


(七) 蜂鳴器

蜂鳴器是常見的擴音器。當電流流過，蜂鳴器或擴音器便震動及產生聲響。電壓或電流的頻率會影響所產生的聲響。

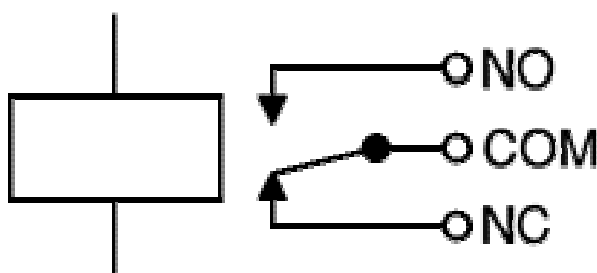
(八) 繼電器

繼電器是一個由細小電流控制的開關掣，把大電流轉向電路的不同部分，以控制高能量的電器設備。



如上圖所示，電流流過電線圈可產生磁力。所產生的磁力會把金屬板由電路的一個部分移向另一部分。結果，大電流或 220 V 交流電壓可被引導至馬達或其他電器設備。

下圖顯示繼電器符號的例子：



(九) 馬達

電流流過馬達時，會令馬達旋轉。如電流的方向反向，馬達的旋轉方向亦會反向。一般而言，馬達的速度或旋轉角度不受控制，伺服馬達則屬例外，因其速度是可受控制的。另一例外則是步進馬達，其總旋轉角度及相應的移動距離是可受控制及量度的。

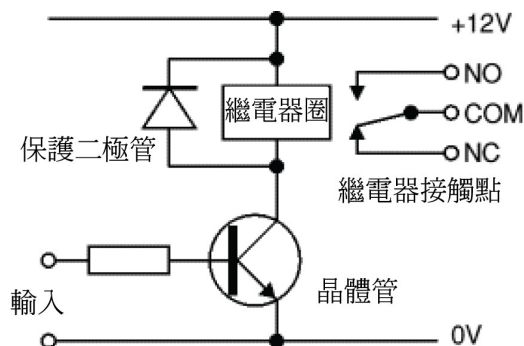
要令馬達操作正常，首要是提供足夠功率。要確保足夠功率的方法是利用功率放大電路。另一個方法是連接一個有獨立繼電器的電源供應給馬達。



上圖所示的馬達裝有一個齒輪，以提供大轉矩。

停 一 停 想 一 想

解釋以下電路的操作。



3.5.3 電子系統

電子產品可以像醫療儀器及筆記簿型電腦般複雜；或者像電子玩具般簡單。不過，不論電子產品如何複雜，如果把其分解為功能組件，便可以很容易瞭解。

(一) 功能組件

正如與人體相似，一些常見的電子產品均配備感應器的功能組件，用以接收環境資訊，亦配備處理器來處理輸入並產生輸出，以及配備致動器去根據輸出指令採取行動，例如顯示輸出資訊。

對於人體而言，在該等功能組件的溝通是由神經系統負責；至於電子產品則是依賴於感應器和致動器。

(二) 感應器功能組件

電子產品的感應器是現實世界與產品的電子系統之間的介面。舉例而言，溫度感應器負責把不同的溫度轉化為相應的電子信號。當收到電子信號時，處理器便根據預先設定的「信號—溫度」對換表，把信號轉化回相應的溫度。另一個例子就是光度感應器，它把不同光度轉化成相應的電子信號。為了進一步說明，部分的感應產品列出如下：

(a) 接觸感應器

「接觸感應器給予機械人有接觸感，被按動或鬆開時，接觸感應器便會進行偵測。」



(b) 光度感應器

「光度感應器讓機械人能分辨光暗，它能讀取房間內的光度，以及量度有色表面的光度。」



(c) 聲音感應器

聲音感應器用來量度聲壓。聲壓水準甚為複雜，感應器的讀數一般以百分比來顯示。百分比愈低，聲音就愈小，舉例而言，

- 百分之四至五如同寧靜的客廳；
- 百分之五至十如同有人在一定距離外交談；
- 百分之十至三十是指在感應器附近的一般交談或以一般音量播放的音樂；及
- 百分之三十至一百是指大聲呼叫或以高音量播放音樂。



(d) 超聲波感應器

超聲波感應器讓機械人可以看見和察覺物體、避過障礙、感覺和量度距離，以及偵察移動。超聲波感應器使用與蝙蝠相同的科學原理：就是計算聲波撞擊物體再返回的所需時間來以量度距離。



(三) 處理器功能組件

由感應器擷取的數據必須經微處理器進行處理。微處理器被視為電子系統的「腦」。

舉例而言，環境溫度是攝氏 30 度。首先由溫度感應器擷取該溫度作為輸入數據，然後傳送到微處理器。微處理器然後把擷取的溫度與預設標準作出比較，若任何溫度高於攝氏 28 度便被視為「熱」。當達到標準，微處理器會指示致動器來開啟風扇或冷卻器。



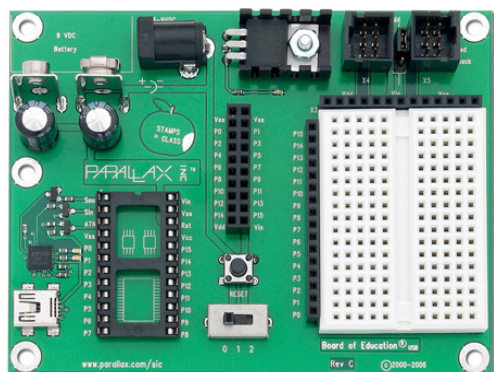
從上例可見，微處理器應可編程的(作出比較)及有記憶(保存預設攝氏 28 度為「熱」的臨界點)的。再者，微處理器功能組件應裝有輸入介面或介面，來接收由感應器傳送至微處理器的數據。另外，亦一定設有輸出介面，用作把微處理器的指示送達輸出裝置。

上圖的處理組件有四個輸入介面，用以裝上感應器組件，以及三個輸出介面，用以裝上馬達組件。

Parallax 有一個 BASIC Stamp II 產品，是二十四針雙線性套 (DIP)組件。



為了把周邊模件連接至微處理器，須要一塊額外電路板。下列電路板可用作教學用途：



電路板是用作鋪設連接個別電子元件的傳導路線（銅線），亦稱為「印刷電路板」。上圖所示的白板，在香港一般稱為「試驗電路板」。試驗電路板底下裝有一條預先設定的傳導路線，以減少錫焊或電線接合的工作。

Basic Stamp II 共有四個介面，可以安裝成輸入或輸出。由於每一個介面只可支援最多兩個馬達或四個發光二極管顯示屏，Basic Stamp II 較 Basic Stamp I 更富彈性。

兩種功能組件均須開發電腦程式，而程式編碼會下載至微處理器。

(四) 輸出功能組件

正如人類一樣，輸出功能組件可以製造聲音、活動及表達或顯示訊息。

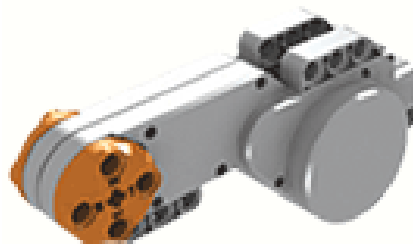
(五) 資訊顯示功能組件

該功能組件是用於顯示用途。上文提及的處理器，液晶體顯示已結合在 NXT 處理器組件中。

發光二極管顯示屏是另一個普遍的選擇。上文提及的 Basic Stamp II，一個介面可以支援四個發光二極管顯示屏，使其適合安裝發光二極管陣列，以顯示更複雜的模式，例如中文字體。為保護發光二極管以免電流超載，可把合適的電阻器與發光二極管系列串聯在一起。

(六) 運動製作功能組件

運動製作功能組件亦稱為致動器，馬達是其中的一種普遍類型。由於從輸出介面輸出的電流不足以驅動馬達，所以很少甚至不會將這兩個裝置直接連接。因此，必需以功率驅動器模件為馬達提供電流。同樣地，其他高功率輸出裝置，例如揚聲器，也需要功率驅動器模件。



舉例而言，伺服馬達模件內置了功率驅動器模件，並直接連到接微處理器。

(七) 聲音製作功能組件

大型揚聲器一般可利用功率驅動器模件來發出聲音，而蜂鳴器或壓電揚聲器在沒有模件的情況下也可發出聲音。



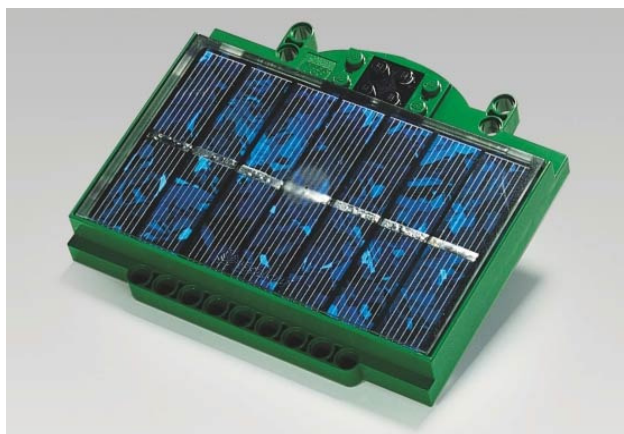
蜂鳴器按照電壓信號頻率，可發出不同的聲音。如混合頻率同樣可以產生音樂調子。

(八) 電力功能組件

香港的牆壁插座供應 220 伏特交流電流 (AC) 電力。這樣高的電壓在日常生活中是很危險的。使用直流電流 (DC) 的電子產品，電壓會低得多。

電池是一個直流電流的來源，而電源適配器是另一來源。電源適配器是一種特殊的電子產品或功能組件，可將交流電流轉化為直流電流。

太陽能電池及其他能源，均可幫助能量變換。太陽能電池將太陽的光能轉化為電能。隨著科技的發展，太陽能電池的價格不斷下降。舉例而言，太陽能電池產品以套件方式銷售。



在充足陽光下，上圖的太陽能電池可輸送 3 伏特及 200 mA 電力，足以推動套件的馬達。

停 一 停 想 一 想

解釋以下太陽能坦克的元件的功能，即太陽能電池板、可編程邏輯電路(PLC)、機械支撐框架及履帶。



主題為本學習課業

八達通的個案研究

課題：科技的本質—生活中的發明和創新應用

本主題致力表達出科技應用的美妙之處。八達通是創新與科技、能量與能源，以及材料與標準元件的整合。

A. 背景

八達通是非接觸式智能卡系統，可儲存幣值而無須電源。八達通讓電子現款轉帳可以在大部分運輸系統及許多零售店進行交易，例如超級市場、速食店、路邊泊車咪錶、停車場、服務站及自動販賣機。

該系統使用先進及創新的科技，備受國際認同。

八達通卡是無線射頻識別技術(RFID)的應用，可儲存更新的數據。每當八達通完成一宗交易，系統便從卡上的無線射頻識別標籤提取數據（幣值），並通過無線射頻識別掃描器重置數據，例如增加或減少幣值。八達通的無線射頻識別是被動的裝置，無須電源來操作，並擁有無盡的生命週期。



B. 創新的發明

除了八達通之外，還有許多其他無線射頻識別技術的應用。舉例而言，可在醫院內識別嬰兒、在酒店內識別賓客，以及存貨檢查。

醫院內的嬰兒識別

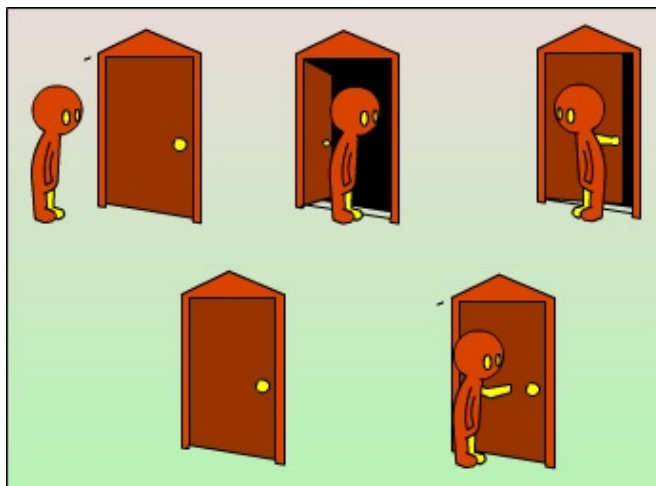
有關綁架嬰兒及醫院內意外調錯嬰兒已非新聞。無線射頻識別很容易解決上述兩個問題。在已實施無線射頻識別技術的醫院內，每個嬰兒均須佩戴一隻嵌入了無線射頻識別標籤的手鐲。同時，嬰兒的父母或監護人也必須戴上一個配對物，與無線射頻識別標籤相配。每當嬰兒通過指定站，他的無線射頻識別標籤便會被掃描，如掃描器發現以下其中一種情況，都會向醫護人員發出警報：

- (a) 只偵察到一個標籤；或
- (b) 不配對的標籤。

為加強保安控制，除了無線射頻識別標籤外，嬰兒手鐲也必須嵌入堅韌的預防裝置，如有人蓄意破壞手鐲，該裝置便會向醫護人員發出警告。

酒店內的賓客識別

針對酒店鑰匙常遺失、非法複製、難以識別真正的賓客等問題，無線射頻識別再次為酒店管理層提供了一個簡易的解決方案。在已實施無線射頻識別技術的酒店內，每名賓客登記入住時，便會得到一張無線射頻識別標籤身分證。安裝在房門的無線射頻識別閱讀器，透過賓客的無線射頻識別，會核對每名試圖進入房間的賓客的身分。只有指定的賓客才能進入指定的房間。如成功配對，房門將會被打開，同時也會啟動電源以示歡迎。為了安全起見，在賓客離開後，使用過的無線射頻識別將被重新設定。



除了識別賓客外，無線射頻識別技術還可以協助酒店進行結帳、登記等工作。

存貨檢查

無線射頻識別技術可以協助存貨檢查。不管是倉庫或超級市場，每件裝有無線射頻識別標籤的貨品，都可透過無線射頻識別掃描器，檢查貨品的狀況及資料。甚至可以把擷取到的產品資訊，傳送至顧客的手提電話及電子手帳中。

C. 跟進活動

1. 解釋香港運輸業的主要企業家為何使用八達通來繳費。
2. 於上述所說明的例子以外，進一步建議無線射頻識別技術的應用，並簡要解釋如何運作。



無線射頻識別標籤



無線射頻識別掃描器或閱讀器

餐廳廚房的食物準備

課題：生產程式

本主題致力展示在工作場所使用適當的工具、設備及機械的預防措施；健康及安全問題；以及與產品加工或製造相關的製造系統。

A. 背景

在許多已發展國家中，餐廳廚房或類似場所均受公眾健康法例管制。政府會對該等廚房作出定期檢查。如未能符合衛生要求，可能會遭強制關閉。

廚房往往是新科技的先驅。舉例而言，湯普森(Benjamin Thompson)在大型廚房內使用「節能爐」，比在家居廚房出現早了三十年。這是十九世紀初的一種以單一火頭把多鍋加熱的全閉式鐵爐。

現今，為保持廚房清潔及合理的成本，大部分西餐廳的廚房牆壁和地板均鋪上了瓷磚；其他表面，例如工作臺、門和抽屜正面，則均以不鏽鋼製成。為了快速及方便加熱，許多專業廚房都選擇安裝煤氣爐，而不安裝電爐。此外，專業廚房也備有特別廚具，例如內置式大型深炸鍋、蒸鍋及熱湯池。



一個現代化的廚房能生產多達數百份新鮮的食物

隨著人類生活方式的改變，速食和即食食品文化改變了廚房的運作模式。餐廳往往會以食物流程作為重點，只簡單地再加熱已準備好的膳食，又或烤一個漢堡包或一件牛扒。上述情況尤其常見於空間有限的廚房，例如飛機、船隻、火車和穿梭機的廚房。在穿梭機中，食物在發射前經已準備妥善、脫水並密封於塑膠袋中，廚房只不過是一個進行重新加入水份及加熱的地方。

B. 跟進活動

1. 指出下列在廚房內的風險
 - (a) 不適當使用廚具；
 - (b) 人為錯誤；以及
 - (c) 環境狀況。
2. 為下列廚房指出最適合的生產程式：
 - (a) 典雅別緻的法國餐廳；
 - (b) 大型速食店；以及
 - (c) 薄餅餐廳外送速遞。

辨別沿軌道運行車輛的子系統

課題：系統及控制

本主題致力點出系統的綜合應用的重要性，通過生產沿顏色軌道運行的車輛，從而瞭解整合不同的子系統及控制的需要。子系統包括輸入-處理-輸出、機械、實體結構、電子和嵌入式控制器。

A. 背景

以下是沿顏色軌道運行的車輛設計。當車輛行駛時會涉多個子系統的運作：機械裝置、電子、光感應器、及嵌入式控制器。



- (a) 運行機械裝置子系統是由兩個車輪及一個驅動馬達所組成的。
- (b) 電子子系統是驅動馬達的動力來源。
- (c) 光感應器子系統（控制程式）提供有關顏色軌道的信號予邏輯門。
- (d) 嵌入式控制器子系統控制車輛沿顏色軌道運行，並會糾正運行方向。

B. 跟進活動

解釋以下子系統的功能：

- 1. 嵌入式控制器的輸入-處理-輸出程式；
- 2. 機械子系統包括車輪及馬達齒輪箱；
- 3. 光感應器；以及
- 4. 實體結構。

評估課業

個案研究

個案 1：香港維多利亞港沿岸照明

策略及活動

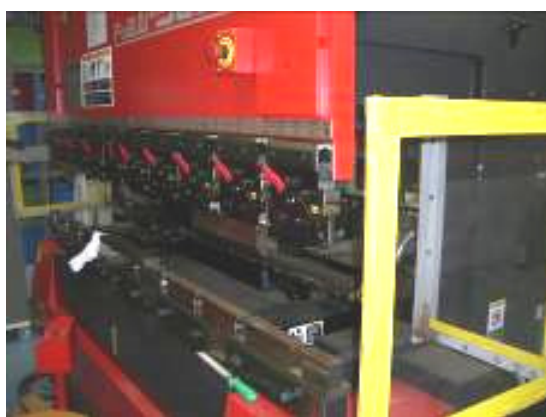
- (a) 辨識建築物使用的**照明**種類；
- (b) 估計一個晚上**照明**所消耗的能量，並說明你的假設；以及
- (c) 討論每晚投入該筆資金用作**照明**的利與弊。



個案 2：製造系統的安全與健康

策略及活動

以下三張工作間照片，顯示了一個材料加工、手動操作及焊接的製造系統。討論在每個系統中為工人的安全與健康而制定的預防措施。



材料加工



手動屈曲成形工具

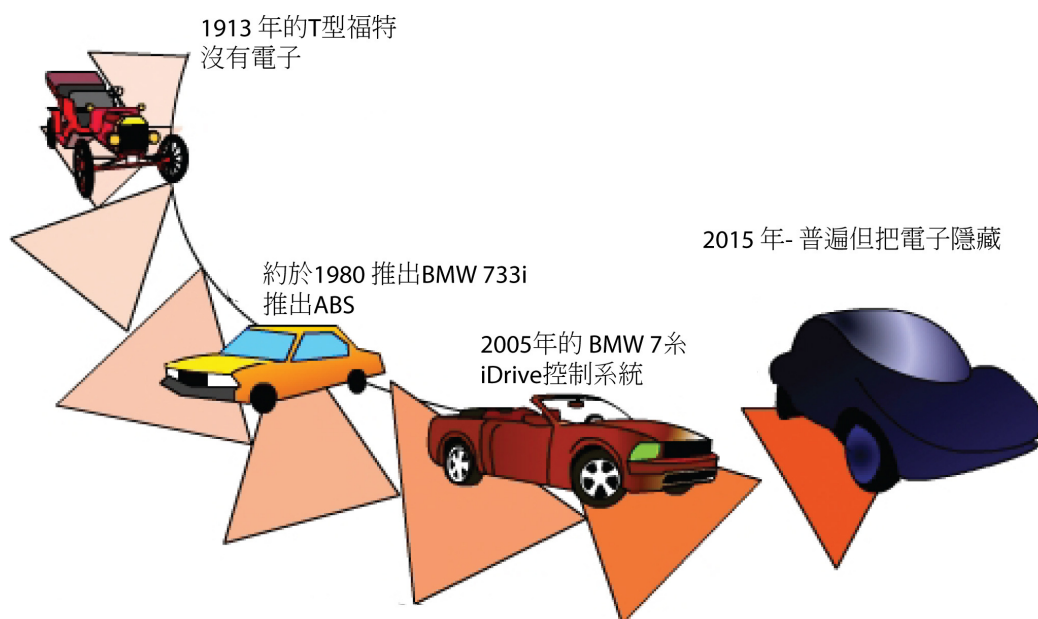


焊接

個案 3：汽車系統和控制的發展

策略及活動

解釋在汽車發展中，電子、邏輯門、機械系統、實體結構及控制的轉變。



設計作業

項目名稱：以電池驅動的機械人

設計規格

- (a) 材料
 - (i) 兩枚 3A 電池；
 - (ii) 直流馬達；
 - (iii) 齒輪箱；以及
 - (iv) 木、塑膠或衣料以用作機械人的身體及框架。
- (b) 機械人的動作 - 機械人應能在平面上做出不同的特別動作。



兩個機械人樣本

「實作」課業

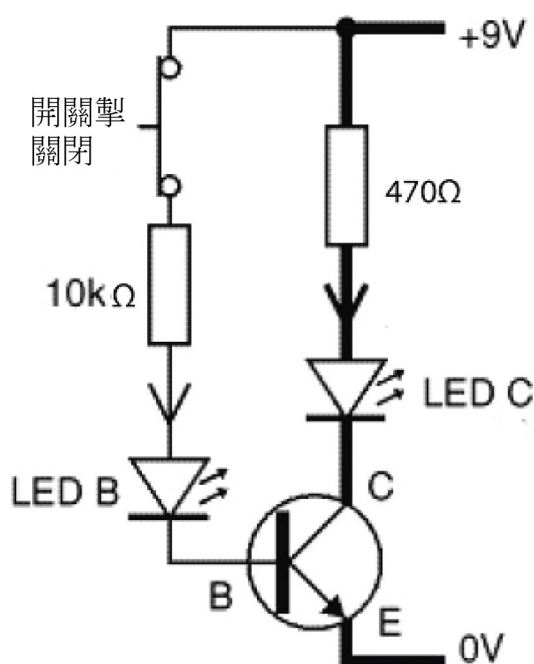
課題：發光二極管光 (LED)

第一部份：製造一個發光二極管光板（六十分鐘）

1. 參考以下顯示的發光二極管發光板電路；
2. 選擇合適的組件以進行製作及測試電路；
3. 把組件放置於所提供的實驗電路板上；以及
4. 焊接組件。

第二部份：測試和運作電路（三十分鐘）

1. 為電源設定正確的電壓；
2. 檢查電路，以確保電源啟動時仍然安全；
3. 開啟電源；以及
4. 觀察電路的表現：預計大電流流過電路時，發光二極管會發出強光；否則，會發出暗淡的光。



測驗

測驗 1 — 創新與科技

選擇題

1. 以下哪句說明最貼切描述「發明」呢？
 - A. 發明是科學。
 - B. 發明與科技是有關連的。
 - C. 發明實現了一個現存的概念或方法。
 - D. 發明是改善生活質素。
2. 以下哪句說明最貼切描述「創新」呢？
 - A. 創新實現了一項發明。
 - B. 創新只應用於工程。
 - C. 創新成本較高，但是物有所值。
 - D. 沒有新科技，創新便無法實現了。
3. 以下哪句說明最貼切描述「科技」呢？
 - A. 科技實現了工程。
 - B. 沒有新科技，科技便無法實現了。
 - C. 科技可以就所有工程問題提供解決方案。
 - D. 科技是科學和工程的成就。
4. 科技一方面可以改善生活質素，但另一方面為人類製造問題。原因是
 - A. 要持續更新該等不停更新的新科技，令人感覺非常勞累。
 - B. 在日常生活上應用科技是非常昂貴的。
 - C. 科技會帶來副產品，例如污染和耗材。
 - D. 科技很少是實際可行的。
5. 以下哪項科技是國際金融中心二期並沒有採用呢？
 - A. 升降機及電動扶梯控制科技
 - B. 節約能源科技
 - C. 中央空氣調節科技
 - D. 可再生能源科技
6. 八達通是發明的創新應用，就是應用了
 - A. 音頻感應器、卡、探測器及銑床
 - B. 卡、探測器、紅外線感應器及鐳射機
 - C. 卡、使用電腦的機器、探測器及射頻感應器
 - D. 卡、使用電腦的機器、探測器及光感應器

7. 以下哪句說明能辨識創新呢？
 - A. 創新本身是改變，亦會締造改變。
 - B. 創新在情境中發生。
 - C. 創新為現時的狀況增值。
 - D. 創新是工序或發明的改進。

8. 以下哪句說明是發明及/或創新對現代生活的影響呢？
 - A. 電腦為人類帶來方便，改變其日常生活。
 - B. 發明及創新改變了人與人之間的溝通模式，令人類的生活步伐越來越快。
 - C. 世界正在演變成一個地球村，即全球化。
 - D. 以上所有皆是。

9. 以下哪項被廣泛視為近年的創新付帳系統呢？
 - A. 直接付款授權書及指引
 - B. 八達通卡
 - C. 支票
 - D. 易辦事

10. 以下哪句說明並「不正確」呢？
 - A. 科技提高效率。
 - B. 科技提高人類的生活質素。
 - C. 採用生態技術，以保護地球對抗全球暖化。
 - D. 以上皆否。

長問題

1. 描述電訊從桌面電話如何演進至流動電話。
2. 描述科技如何把一九七零年代的電話改變成最近的多功能模式。
3. 八達通顯示人類依靠科技改善生活。舉出四種八達通的應用。
4. 舉出在日常生活中最常應用科技的三個領域。
5. 以一個例子解釋發明及創新可以如何整合，以提高人類的生活質素。

測驗 2 — 能量與能源

選擇題

1. 以下哪項並「非」可再生能源呢？
 - A. 風
 - B. 潮汐
 - C. 太陽能
 - D. 核能
2. 以下哪項並「非」使用機械能呢？
 - A. 踏單車
 - B. 盪鞦韆
 - C. 電筒的光
 - D. 水力電能
3. 以下哪項並「非」能量轉化的過程呢？
 - A. 釣魚
 - B. 踏單車
 - C. 熨衣服
 - D. 駕駛
4. 一枚 6 伏特電池，可保持房間光亮達 15 分鐘，而光需要 0.3A 的電流。究竟 6 伏特電池有多少電能呢？
 - A. 0.3 W - hr
 - B. 0.45 W - hr
 - C. 6 W - hr
 - D. 1.8 W - hr
5. 一個重 60 克的物體，以 5 米/秒的速度移動。若動作中沒有摩擦力，究竟與這動作相關的動能是多少呢？
 - A. 150 J
 - B. 0.15 J
 - C. 750 J
 - D. 0.75 J
6. 一個重 10 公斤的物體，從 20 米的屋頂直墮地面。究竟與下墜相關的位能是多少呢？
 - A. 200 J
 - B. 981 J
 - C. 1962 J
 - D. 500 J

7. 以下哪項並「非」一種產生電力的乾淨能源？
 - A. 太陽
 - B. 化石燃料
 - C. 生物量
 - D. 地熱
8. 以下哪項「最佳」描述手電筒的能量轉換呢？
 - A. 儲存在電池中的化學能轉換成機械能。
 - B. 儲存在電池的太陽能轉換成熱。
 - C. 儲存在電池的勢能轉換成光。
 - D. 儲存在電池的化學能轉換成光和熱。
9. 若在長椅上用 2N 的力把書本推前 2 米，究竟完成了多少功呢？
 - A. 1 J
 - B. 2 N
 - C. 4 J
 - D. 4 N
10. 一個 40W 的燈泡可通過每秒 40 焦耳的能量。究竟一分鐘會有多少能量通過呢？
 - A. 2400 J
 - B. 240 J
 - C. 60 J
 - D. 40 J

長問題

1. 一方面能量改善人類的生活質素，但另一方面，不適當的使用及生產能量，則會對人類構成問題。闡述使用能量的利與弊。
2. 描述利用風力來發電的控制過程。
3. 一個 100 千克的物體，由儲存在電池的能量驅動，以 50 米/秒的速度移動。220 V 及 0.3A 的電源為電池充電。若所有電機能的轉化是完全有效，即百分之百的話，究竟須要多久才能把零儲存能量的電池完全充滿呢？[現有條件: 1 kWh = 3,600,000 J]
4. 一個物體從 100 米的高度垂直下墜，位能會因而消失。若在一個沒有摩擦力的表面上，使用同樣的能量去推動物體橫向移動，究竟物體的速度會是多少呢？
5. 若要把一個放置於 200 米高及重 100 千克的物體的位能轉換成電能的話，究竟可以獲取多少瓦特-小時呢？[現有條件：1 kWh = 3,600,000 J]

測驗 3 — 材料及標準元件

選擇題

1. 以下哪項是天然材料呢？
 - A. 鋁
 - B. 夾板
 - C. 纖維
 - D. 玻璃

2. 以下哪項具展性呢？
 - A. 石
 - B. 木
 - C. 紙
 - D. 金

3. 當銅線從最初的長度 1.2 米伸展至 1.3 米，究竟其應變會是多少呢？
 - A. 0.077
 - B. 0.083
 - C. 1.083
 - D. 0.923

4. 一個重 10 N 的物體被置於面積為 0.2 平方米的桿的頂部。究竟桿的應力會是多少呢？
 - A. 500 N/m^2
 - B. 250 N/m^2
 - C. 50 N/m^2
 - D. 10 N/m^2

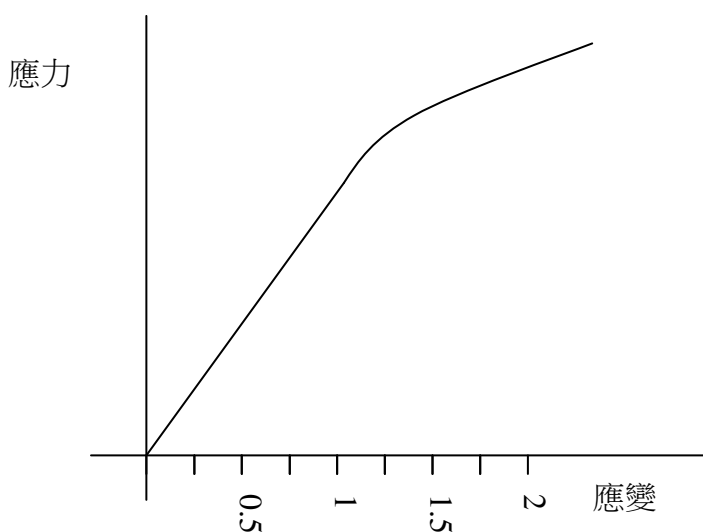
5. 以下哪項並「非」固態材料的物理特性？
 - A. 沸點
 - B. 密度
 - C. 硬度
 - D. 導熱性

6. 以下哪項是材料機械性質呢？
 - A. 熔化潛熱
 - B. 密度
 - C. 導熱性
 - D. 延性

7. 一支桿的應力為 2500 牛頓/平方米，面積為 0.15 平方米。究竟施加於桿上的力是多少呢？
 A. 56 N
 B. 375 N
 C. 16667 N
 D. 6×10^{-5} N
8. 以 100N 的力施加於一個表面範圍，應力為 250 牛頓/平方米。究竟這表面範圍的面積是多少呢？
 A. 0.4 m^2
 B. 0.25 m^2
 C. 4 m^2
 D. 25 m^2
9. 一條金屬線延伸至 1.8 米的應變為 0.225，究竟金屬線原來的長度是多少呢？
 A. 2.11 m
 B. 2.21 m
 C. 1.50 m
 D. 1.47 m
10. 一條金屬線的最初長度為 2.0 米，若其應變為 1.12，究竟其最終長度是多少呢？
 A. 4.24 m
 B. 3.40 m
 C. 3.36 m
 D. 0.94 m

長問題

1. 把一個最初為 1 米長的彈簧延伸至 2 米，然後放鬆，彈簧便回復至 1 米。若彈簧延伸至 2.5 米，放鬆後，便回復至 1.25 米。基於圖一所顯示的應力-應變曲線，解釋上述的現象。
- 2.



圖一

3. 解釋為何很多飲料的包裝皆採用錫來製造。
4. 舉出三種材料性質。
5. 舉出一些設計師或工程師必須考慮的因素，例如在製造過程中可以最能善用材料。
6. 描述以下材料的一個良好工業應用：
 - (a) 鑽石
 - (b) 錫

測驗 4 — 健康和工業安全

選擇題

1. 為有效推廣安全的計畫，應包括
 - A. 安全法例的宣傳
 - B. 安全程式
 - C. 安全指引
 - D. 以上所有皆是
2. 以下哪項是導致工場發生火警的常見原因呢？
 - A. 有缺陷的電力設備和線路
 - B. 不適當地貯存易燃液體
 - C. 使用明火
 - D. 以上所有皆是
3. 安全訓練有助工人
 - A. 知悉更多有關她/他的個人概況。
 - B. 知悉更多與她/他的工作有關的安全事宜。
 - C. 發展她/他的未來事業。
 - D. 改善他的傳意技巧。
4. 以下哪句說明是「不正確」呢？
 - A. 處理安全措施應與公司處理其他商業活動的方式是相同的。
 - B. 為改善工地安全，必須要政府、僱主和僱員三方面共同努力。
 - C. 大部分意外是可以預防的。
 - D. 公司本身存在的風險對其安全政策是不會構成影響的。
5. 以下哪種手套應用作抗磨蝕呢？
 - A. 綿
 - B. 軟膠
 - C. 鋼
 - D. 以上皆否
6. 在噴漆工序中使用個人防護裝備
 - A. 應每時刻都考慮如何去控制危險，列為首要事項。
 - B. 消除及控制危險的控制措施均實施無效時，那便應作為最後的防禦辦法。
 - C. 是消除及控制工作中的危險的唯一方法。
 - D. 不是法律所規定的。

7. 以下哪句說明是「不正確」呢？
 - A. 切割材料常用氧氣鐳射。
 - B. 鐳射是一種光輻射，可以是有形及無形的。
 - C. 鐳射系統在切割的材料上，製造了一個非常小兼且帶有高功率鐳射的點。
 - D. 在鐳射切割過程中，會產生危害人類呼吸系統的煙及霧。

8. 在進行鍛造時，以下哪項個人保護是重要的呢？
 - (i) 聽覺保護
 - (ii) 足部保護
 - (iii) 呼吸器具
 - (iv) 眼罩
 - A. (i), (ii) and (iii)
 - B. (i), (ii) and (iv)
 - C. (ii), (iii) and (iv)
 - D. 以上所有皆是

9. 以下哪種工作環境並「非」僱主所應提供予僱員的呢？
 - A. 安全和健康的工作環境
 - B. 設有安全通道可到達逃生窗的環境
 - C. 不會危害安全或健康的工廠及工作制度
 - D. 一個符合安全條件的環境，但為提高工作效率，無可避免要承受風險

10. 以下哪項並「非」常見的火警危險呢？
 - A. 缺乏適當保養的消防裝置及設備
 - B. 遺留易燃材料於熱源附近
 - C. 工作範圍有充足的清潔
 - D. 在不使用電器設備時並無關掣

長問題

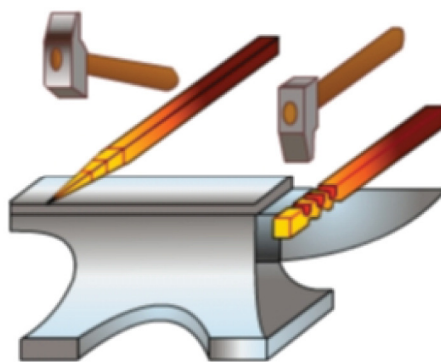
1. 提出三種預防措施的建議，以減低在工場內發生火警的風險。
2. 列出在工作間內，有良好的整潔習慣的三個好處。
3. 究竟急救藥箱內應放置什麼呢？
4. 解釋為何使用鐳射切割機來切割反光材料時，應特別小心。
5. 舉出工作間內四種主要的安全預防措施。

測驗 5 — 工具、設備及機械

選擇題

1. 手動工具應多久檢查一次？
 - A. 每天
 - B. 每月
 - C. 每次使用前
 - D. 每年
2. 以下哪項措施不能盡量減低鍛造工序中所引致的危險呢？
 - A. 在獨立房間中進行鍛造
 - B. 帶上耳塞/耳套
 - C. 所有熔爐皆裝有煙囪或篷蓋
 - D. 保持房間溫暖
3. 以下哪項並「非」屬於機械加工的工序呢？
 - A. 銼削
 - B. 鑽
 - C. 銑削
 - D. 車削
4. 以下哪種材料適合用於真空成形呢？
 - A. 鋼
 - B. 木
 - C. 熱塑性塑膠
 - D. 熱固性塑膠
5. 以下哪種並「非」噴漆和塗層的常用方法呢？
 - A. 無空氣式噴塗
 - B. 壓縮空氣式噴塗
 - C. 靜電學塑膠
 - D. 真空
6. 以下哪項並「非」工作間內的危險呢？
 - A. 高處工作
 - B. 電線
 - C. 保護設備
 - D. 鋒利的碎片

7. 以下哪項並「非」金屬鉋削工具呢？
 - A. 劃針
 - B. 剃紙刀
 - C. 衝子
 - D. 錘
8. 以下哪項是測量工具呢？
 - A. 卡鉗
 - B. 衝子
 - C. 木槌
 - D. 銼刷
9. 以下哪項描述下圖所示的金屬成形工序呢？



- A. 壓孔
 - B. 鋸
 - C. 屈曲
 - D. 鍛造
10. 以下哪項是金屬接合方法呢？
 - A. 壓孔
 - B. 焊接
 - C. 鐳射
 - D. 鑽

長問題

1. 舉出在進行鉚接時可能引致的危險。
2. 列出使用電動螺絲批要注意的三項一般安全預防措施。
3. 描述使用鐳射切割要注意的兩項一般安全措施。
4. 列出三種接合材料的方法。
5. 說明三種用於金屬製造的機器及其各自的例子。

測驗 6 — 製造系統

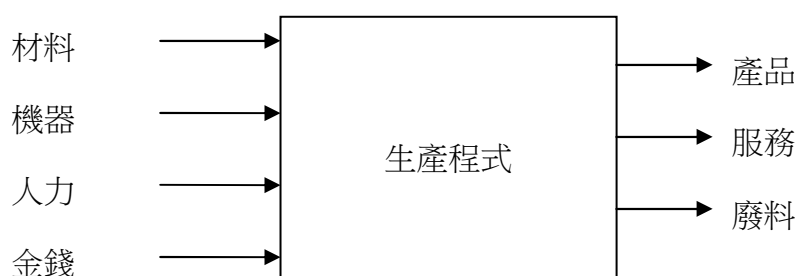
選擇題

1. 以下哪項列出了生產程式的四個”M”呢？
 - A. 材料、機器、電腦、人力。
 - B. 材料、機器、資源、人力。
 - C. 材料、機器、人力、金錢。
 - D. 以上皆否。
2. 以下哪項列出了生產程式的四種基本類型呢？
 - A. 貨物，服務，混合及連續生產。
 - B. 手動，半自動，自動及服務。
 - C. 間歇性的，模塊化，連續生產及技術性。
 - D. 零散、批量、大量及連續生產。
3. 零工型是以下其中之一的例子，就是
 - A. 單一生產。
 - B. 批量生產。
 - C. 大量生產。
 - D. 連續生產。
4. 以下哪種產品有可能在流水線上組裝呢？
 - A. 汽車。
 - B. 洗衣機。
 - C. 電視機。
 - D. 以上所有皆是。
5. 連續生產適用於製造
 - A. 高產量、多種類的產品。
 - B. 低產量、多種類的產品。
 - C. 高產量、少種類的產品。
 - D. 以上皆否。
6. 以下哪項並「非」製造系統中的一種生產程式呢？
 - A. 質量生產
 - B. 批量生產
 - C. 零散生產
 - D. 大量生產
7. 以下哪項生產程式會引致最高成本呢？
 - A. 零散
 - B. 批量
 - C. 大量
 - D. 連續

8. 以下哪項生產程式需要有特別用途的設備呢？
 - A. 零散
 - B. 批量
 - C. 大量
 - D. 連續
9. 以下哪項生產程式須使用設備而不是工人以進行監測呢？
 - A. 零散
 - B. 批量
 - C. 大量
 - D. 連續
10. 以下哪項是對「穩定需求及低技能工人的生產」的最佳生產工序呢？
 - A. 零散
 - B. 批量
 - C. 大量
 - D. 連續

長問題

1. 基於數量、種類、工人技能、效率和產品成本，比較四種不同類型的生產程式。
2. 草擬一幅線圖以顯示零散、批量及大規模生產的最低成本範圍。
3. 利用以下的典型生產週期來描述餅乾的生產。



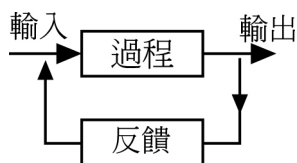
4. 解釋為何連續生產程式適用於著名朱古力品牌「時思」(See's)。
5. 解釋為何大規模生產程式適合一家已接獲 100 間學校訂購十本認可教科書定單的出版商。

測驗 7 — 輸入-處理-輸出

選擇題

1. 以下哪項是開環控制系統呢？
 - A. 保持雪櫃內的溫度不變
 - B. 自控照明系統
 - C. 按動門鈴
 - D. 踏單車循一直線走
2. 以下哪項是閉環控制系統呢？
 - A. 設有溫度控制的空調系統
 - B. 計時器
 - C. 以水壺煮沸開水
 - D. 瀑布
3. 以下哪項是由機械子系統所運作呢？
 - A. 電飯煲
 - B. 暖爐
 - C. 燈飾
 - D. 排風罩
4. 以下哪項並「非」電子子系統的優點呢？
 - A. 靜音操作
 - B. 體積較小
 - C. 流暢的控制
 - D. 相容其他系統的數據和信號
5. 以下哪項不能得到兩個輸入的「OR」邏輯功能的真值(TRUE)輸出？
 - A. 兩個輸入為「真」(TRUE)
 - B. 輸入(1)為「真」(TRUE)
 - C. 兩個輸入為「假」(FALSE)
 - D. 輸入(1)為「真」(TRUE)
6. 以下哪種感應器可測量到飛機低飛所發出的聲響呢？
 - A. 位置感應器
 - B. 濕度感應器
 - C. 聲音感應器
 - D. 光感應器

7. 以下哪項是沖泡一杯茶的正確步驟呢？
- 注入沸水、喝茶、把茶包放入茶杯中，在水壺內煮沸水
 - 在水壺內煮沸水、把茶包放入茶杯中、注入沸水，喝茶
 - 把茶包放入茶杯中、在水壺內煮沸水、喝茶，注入沸水
 - 喝茶、注入沸水、把茶包放入茶杯中，在水壺內煮沸水
8. 以下哪項是用作產生有形的實件(hardcopies)的輸出設備呢？
- 顯示屏
 - 列印機
 - 掃描器
 - 陰極射線管(CRT)
9. 下圖所示最能描述以下哪項系統呢？



- 一部設有兩個速度，即高及低速的電風扇
 - 一部連續循環拍攝影像的保安攝影機
 - 一座設有扇狀尾來轉動旋轉翼的風車
 - 一盞設有計時器，在預設時間開啟和關閉的戶外燈
10. 設計氣動系統的工程師，利用致動器來：
- 控制液體以單一方向流動。
 - 控制液體在系統中的壓力。
 - 把液體由系統的一部分移至另一部分。
 - 把液體功率轉換成機械功率。

長問題

- 舉出及描述洗衣機中兩個子系統的功能。
- 描述港鐵的機械子系統應該做些什麼，才可以不同速度來推動列車，並可在正確的位置停頓。
- 設計一個運算方法，並繪製流程圖，以辨別三名男孩當中誰人的體重是最重的。
- 解釋為何座枱風扇並非一個閉環控制系統。
- 解釋為何雪櫃內要設置閉環控制系統。

測驗 8 — 邏輯門

短問題及選擇題

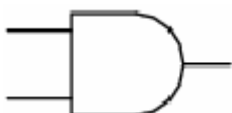
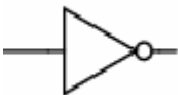
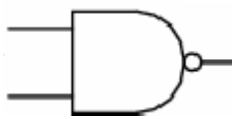
1. 完成「或非」(XOR)的真值表。

A	B	A XOR B

2. 以下哪個邏輯門能產生輸出，與下面真值表所示的輸出是相同的呢？

A	B	輸出
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- A. NOR
 B. OR
 C. AND
 D. NOT
3. 以下哪個邏輯門具有兩個輸入，以及兩個輸入均低時只有高輸出呢？
- A. XOR
 B. OR
 C. AND
 D. NOR
4. 以下哪個符號代表「NAND」門？

- A. 
- B. 
- C. 



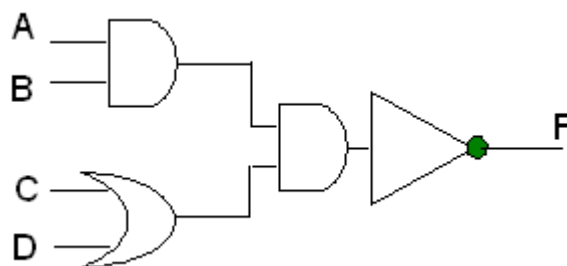
- D.
5. 若輸入是”0”和”1”，以下哪項是雙輸入「或」門的輸出狀態呢？
 - A. 0
 - B. 1.5
 - C. 1
 - D. 2
 6. 若輸入是 0 和 1，以下哪項是雙輸入「與」門的輸出狀態呢？
 - A. 0
 - B. 1.5
 - C. 1
 - D. 2
 7. 若輸出是 0，以下哪項是「非」門的輸入狀態呢？
 - A. 0
 - B. 1.5
 - C. 1
 - D. 2
 8. 邏輯門的狀態只可是
 - A. 0 or 1.5
 - B. 0 or 2
 - C. 1 or 2
 - D. 0 or 1
 9. 邏輯門的輸出可以是兩個_____之一。
 - A. 門
 - B. 輸入
 - C. 狀態
 - D. 結果
 10. 「或」門具有
 - A. 兩個輸入及一個輸出。
 - B. 一個輸入及一個輸出。
 - C. 一個輸入及兩個輸出。
 - D. 兩個輸入及兩個輸出。

長問題

1. 繪製一幅具有一個「與」門、一個「非」門或兩個門組成的邏輯電路，以仿製一盞燈的雙向控制。電燈是根據以下的開關掣 A 及 B 來開關：

開關掣 A	開關掣 B	燈
OFF 關	OFF 關	OFF 關
OFF 關	ON 開	ON 開
ON 開	OFF 關	ON 開
ON 開	ON 開	ON 開

2. 「F」值是什麼，當
 (a) $A = 1, B = C = D = 0$ ；以及
 (b) $A = B = D = 1, C = 0$?



3. 機械人已編程在探測到煙霧時（透過其感應器），便會發出警報（通過其聲音晶片）。為機械人繪製真值表及邏輯電路。
4. 除了其煙霧感應器外，問題 3 的機械人剛安裝了一個防火的溫度感應器。每當機械人偵測到煙霧或感覺到溫度超出閾值，便會發出警號。為升級的機械人繪製增值表及邏輯電路。
5. 在一間黑暗的房間裝上警報器、光感應器，接觸式門掣及溫度感應器。關閉房門，以及溫度或光強度達到其閾值時，房間便運作了。繪製真值表及在未能符合條件時，便發出警報的邏輯電路。

測驗 9 — 機械系統

選擇題

1. 以下哪項並「非」控制系統的輸入裝置呢？
 - A. 開關掣
 - B. 擴音器
 - C. 電腦
 - D. 光電晶體管
2. 以下哪項並「非」凸輪和隨動件的類別呢？
 - A. 扁平
 - B. 滑動件
 - C. 滾子
 - D. 偏置
3. 以下哪項包含滑塊曲柄機構的主要元件呢？
 - A. 曲柄、滑動件及連結桿
 - B. 曲柄、滑動件及凸輪
 - C. 滑動件、凸輪及隨動件
 - D. 滑動件及齒輪
4. 以下哪項是「不」會把旋轉式運動改變成線性運動呢？
 - A. 凸輪及隨動件
 - B. 齒條和齒輪
 - C. 連接桿
 - D. 滑塊曲柄機構
5. 以下哪項最能描述光敏電阻器呢？
 - A. 量度光
 - B. 量度溫度
 - C. 量度聲音
 - D. 量度濕度
6. 以下哪項並「非」閉環控制系統方塊圖的元件呢？
 - A. 輸入
 - B. 輸出
 - C. 反饋
 - D. 感應器
7. 究竟閉環系統和開環系統的主要分別是什麼？
 - A. 在閉環系統中設有反饋機制，用作控制。
 - B. 在開環系統中並無輸入。
 - C. 在開環系統中設有反饋機制，用作控制。
 - D. 在閉環系統中並無輸出。

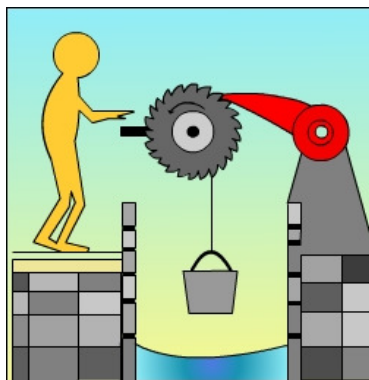
8. 以下哪項並「非」處理系統的組成部分呢？

- A. 微型處理器
- B. 門
- C. 電腦
- D. 馬達

9. 以下哪項並「非」齒輪系統的功能呢？

- A. 輸電
- B. 電流輸送
- C. 運動輸送
- D. 速度輸送

10. 以下哪項機械裝置最能描述下圖呢？



- A. 棘齒機械裝置
- B. 齒條和齒輪
- C. 連接桿
- D. 滑塊曲柄機構

長問題

1. 以方塊圖，舉出一個有關生產線操作的例子。(提示:：繪製一幅系統圖表，以代表輸入-處理-輸出的程式)

輸入

過程

輸出

2. 下圖顯示一簡單機械裝置。

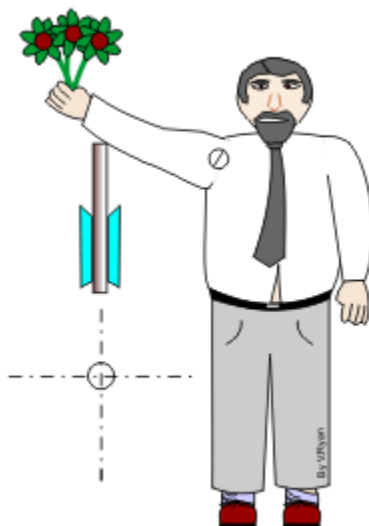


(a) 究竟是哪類型的機械裝置呢？

(b) 標示其組件名稱。

(資料來源：<http://technologystudent.com/cams/mecq4.htm>)

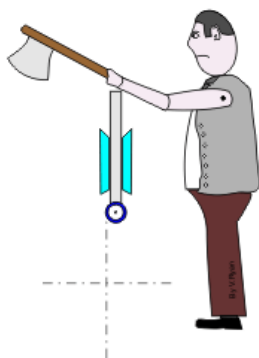
3. 一家本地花店設計了一個模型，準備放置於付款枱旁邊。除了須要增加一個簡單的機械裝置外，機械裝置（下圖所示）已接近完成。該機械裝置要求人像模型的手臂能暢順地上下移動。



(a) 加入機械裝置來完成繪圖。

(b) 解釋如何運作。

4. 一所博物館設計了一個模型，準備放置於入口處。該機械裝置基於一個劊子手（下圖所示）來設計，並已接近完成，要求人像的手臂慢慢提起及迅速放低。

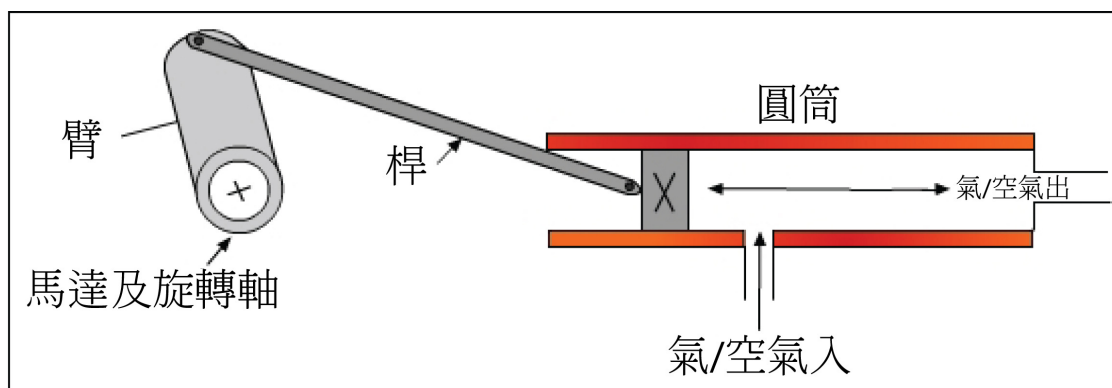


(a) 增入機械裝置來完成繪圖。

(b) 解釋如何運作。

(資料來源：<http://technologystudent.com/cams/camq1.htm>)

5. 下圖顯示在氣缸內前後移動活塞“X”的簡單機械裝置，是內燃機的一部分。



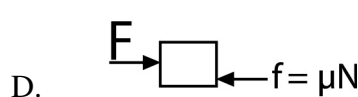
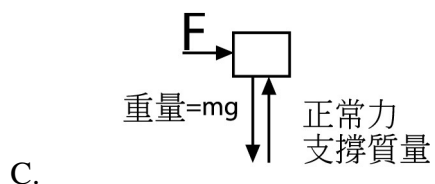
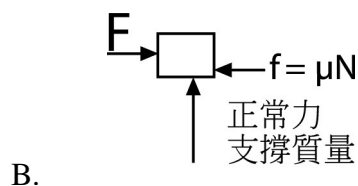
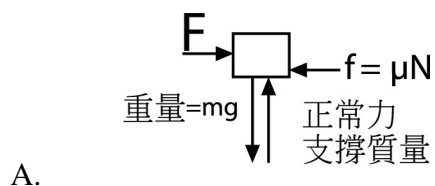
- (a) 活塞“X”前後移動，究竟是哪類型的運動呢？
- (b) 究竟內燃機屬於哪類型的機械裝置系統呢？
- (c) 如何可以改善內燃機的運動效率呢？

測驗 10 — 實體結構

選擇題

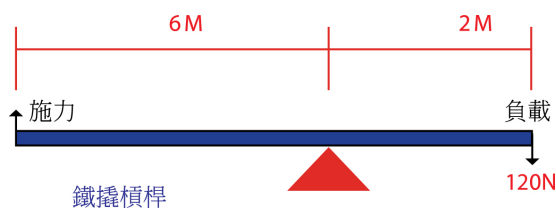
- 以下哪項並「非」力的描述呢？
 - 量值
 - 方向
 - 距離
 - 作用點
- 以下哪項描述平衡狀態？
 - 垂直力的總和 = 水準力的總和
 - 垂直力的總和 = 0
 - 力矩的總和 = 力的總和
 - 水準力的總和 = 負重的總和

- 以下哪幅是正確描述一個施加的力推動遇摩擦力的物體？

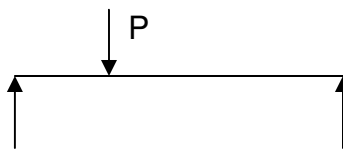


- 以下哪項並「非」剖面結構的優點呢？
 - 較低成本
 - 使用較少材料
 - 更強的結構
 - 安裝容易

5. 使用鐵撬來撬起一個 120 N 的負載。負載距離支點 2 米，而施力則距離支點 6 米。究竟須要多少施力來移動負載呢？

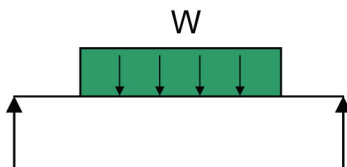


- A. 60 N
B. 70 N
C. 50 N
D. 40 N
6. 以下哪種框架能對負載物作出最強的支撐呢？
A. 三角框架
B. 方形框架
C. 圓形框架
D. 矩形框架
7. 以下哪項最能描述「支柱」呢？
A. 是一種抗拉力。
B. 結構要承受壓縮力。
C. 結構要承受抗拉力。
D. 是一種壓縮力。
8. 以下哪項最能描述「繫桿」呢？
A. 是一種抗拉力。
B. 結構要承受壓縮力。
C. 結構要承受抗拉力。
D. 是一種壓縮力。
9. 究竟下圖的 P 代表什麼呢？



- A. 集中力
B. 集中力矩
C. 分佈力
D. 分佈力矩

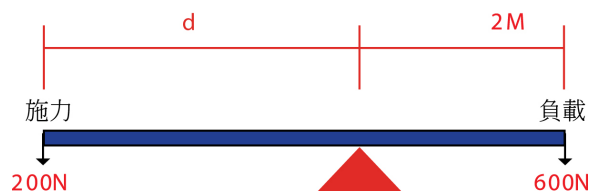
10. 究竟下圖的 W 代表什麼呢？



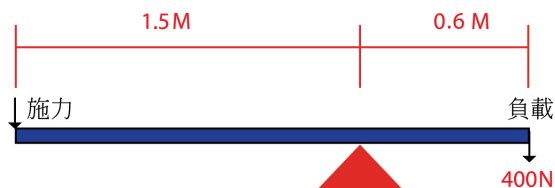
- A. 集中力
- B. 集中力矩
- C. 分佈力
- D. 分佈力矩

長問題

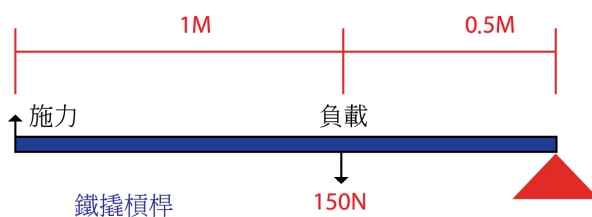
1. 在下圖中，究竟須要多少距離 (d) 來平衡 600N 的負載呢？



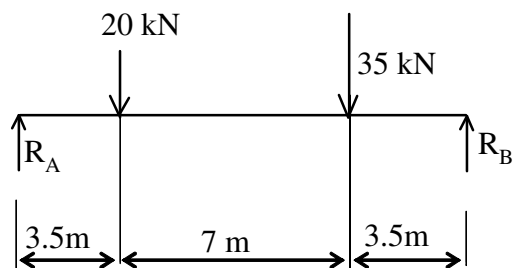
2. 在下圖中，使用鐵撬來平衡 400 N 的負載。究竟最少需要多少施力來保持平衡呢？



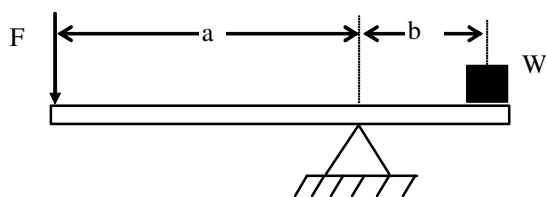
3. 使用手推車來提起 150N 的負載，並以車輪作為支點。究竟最少需要多少施力來保持平衡呢？



4. 計算下圖所示橫樑的支撐力 R_A 及 R_B 。



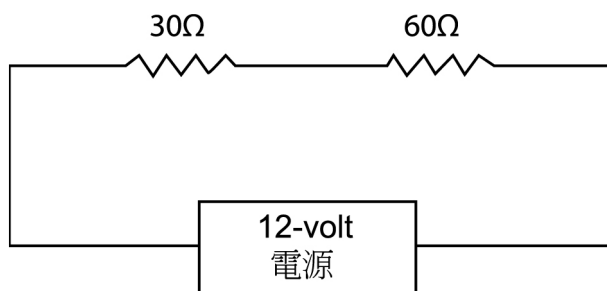
5. 依據 W 、 a 及 b 來表達 F 。



測驗 11 — 基本電子學

選擇題

1. 圖一顯示，一個 30 歐姆電阻器及一個 60 歐姆電阻器均連接在電子電路中。

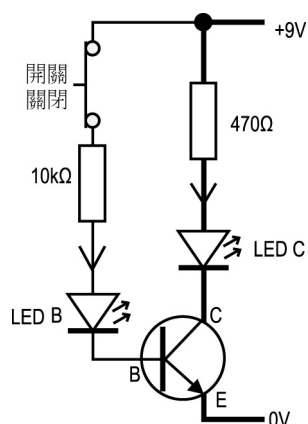


圖一

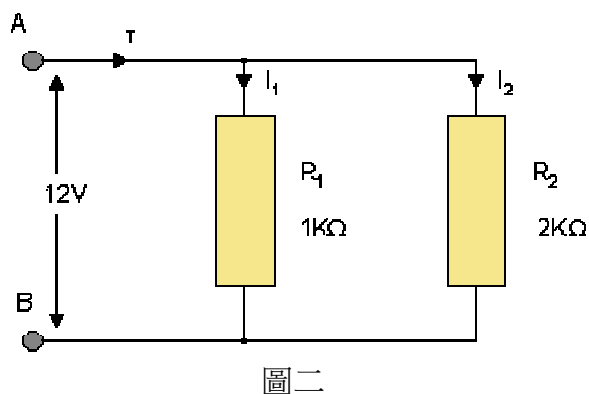
橫跨 30 歐姆及 60 歐姆電阻器的電壓分別是 _____。

- A. 3V; 6V
B. 3V; 8V
C. 4V; 6V
D. 4V; 8V
2. 在題一的圖一，橫跨 30 歐姆及 60 歐姆電阻器的電流分別是 _____。
- A. 0.4A; 0.2A
B. 0.1A; 0.1A
C. 0.2A; 0.4A
D. 0.2A; 0.2A
3. 在題一的圖一，30 歐姆及 60 歐姆電阻器的電力消耗分別是 _____。
- A. 4.8 W; 2.4W
B. 1.6W; 3.2W
C. 3.2W; 1.6W
D. 0.5W; 1.1W

4. 大電流流過發光二極管時，便會發出強光，否則便會發出暗光。以下哪句說明最可能是真實的呢？



- A. 發光二極管 B 及發光二極管 C 均光亮。
 B. 發光二極管 B 光亮而發光二極管 C 則暗淡。
 C. 發光二極管 B 暗淡而發光二極管 C 則光亮。
 D. 發光二極管 B 及發光二極管 C 均暗淡。
5. 下圖顯示， $1\text{k}\Omega$ 及 $2\text{k}\Omega$ 電阻器以並聯方式接駁上 12V 直流電源：



流過 $1\text{k}\Omega$ 電阻器的電流 I_1 是

- A. 0.012 A .
 B. 0.12 A .
 C. 0.01 A .
 D. 0.1 A .
6. 在題五的圖二，流過 $2\text{k}\Omega$ 的電阻器的電流 I_2 是
- A. 0.012 A .
 B. 0.12 A .
 C. 0.006 A .
 D. 0.06 A .

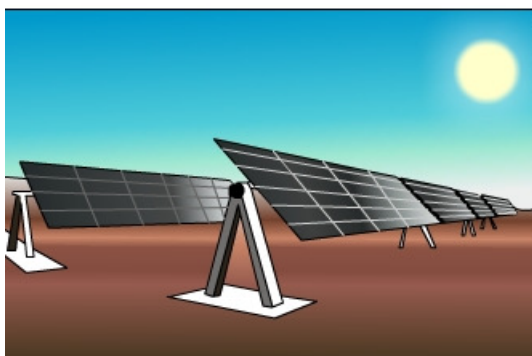
7. 在題五的圖二，從 12V 直流電源取得的電流 I_2 是
 - A. $I_1 - I_2$.
 - B. $I_1 + I_2$.
 - C. 不知道
 - D. 以上皆否
8. 若橫跨電阻器的電壓和電流分別是 12V 和 50 mA，究竟電阻器的輸出功率是多少呢？
 - A. 0.6 W
 - B. 0.7 W
 - C. 0.8 W
 - D. 0.9 W
9. 以下哪項是以 0.5 W 比率流過 1.8K Ω 電阻器的最高安全電流呢？
 - A. 0.16 A
 - B. 0.016 A
 - C. 0.7 A
 - D. 0.07 A
10. 以下哪項是包括兩塊由電介質分離及可儲存電荷的薄板呢？
 - A. 晶體管
 - B. 二極管
 - C. 電阻器
 - D. 電容器

參考:

<http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm>

長問題

1. 太陽能追蹤系統指示太陽能光伏板面向太陽，以便提升太陽能電池板所產生的電力。設有馬達及齒輪的控制器，指揮活動的太陽能追蹤系統，追蹤太陽的方向。

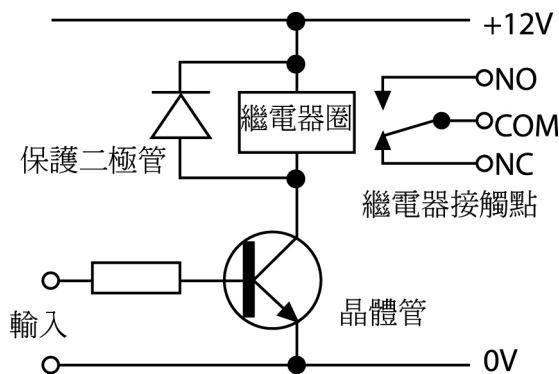


從系統觀點及基於基本電子學所介紹的概念，解釋控制器的機械裝置。

參考:

http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_tracker

2. 解釋為何以機械車車輪旋轉的次數，量度它的行駛距離，可能會出現不準確的情況。
3. 解釋以下電路如何用以控制和驅動馬達。說明所作的假設。



4. 一個具有 330W 全輸出的 220V 電發熱器。比較一下發熱器在全及半功率輸出下的功率損失。
5. 在問題 3 的控制電路中，繼電器線圈須要把 12V 直流電源轉成 0.6A 磁化電流，以便開啓電路。晶體管是由一個 6mA 的基極電流啟動，橫越晶體管而下降的電壓是 0.4V。計算：
 - (a) 晶體管的電流增益；以及
 - (b) 晶體管的功率損失。



有用網址

有用的參考資源表列如下：

資源	網址
職業安全健康局	http://www.oshc.org.hk
中國技術出版社	http://www.ctphk.com
香港教育城	http://www.hkedcity.net
來自教育局的參考書	http://www.edb.gov.hk/FileManager/EN/Content_3139/te_subject_reference_books_sep07.pdf
平衡及力的狀態	http://technologystudent.com/forcmom/force2.htm
晶體管電路	http://www.kpsec.freeuk.com/trancirc.htm
一個涉及力平衡的「自由體」圖	http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/freeb.html
免費百科全書：維基百科	http://en.wikipedia.org
英漢字典	http://cdict.giga.net.tw
維基在線搜索	http://www.wiki.com
英國的電子會	http://www.kpsec.freeuk.com

詞彙表

用語	描述
Actuator 致動器	以電氣控制信號轉換成機械行動的裝置。
Aerodynamic 空氣動力學	研究空氣及其他氣體的運動，以及該運動對介質內的物體所構成影響的機械學之一個分科。
Alternate Current (AC) 交流電	量值及方向會週期性地改變，與直流電(DC)正好相反的一種電流。
Biomass 生物量	將有機物（特別是植物物質）轉化為燃料。
By-product 副產品	在製造過程中產生的次級或附帶的產品。
Carbon Fibre 碳纖維	利用高溫加熱多種有機原料，以製成強力、堅硬的近乎純碳的幼細纖維，然後與合成樹脂混合，以生產用來建造飛機和太空船的強力而輕量的材料。
Carbon Monoxide 一氧化碳	當碳在沒有足夠的空氣下燃燒時，會產生帶有淡藍色火焰的無色、無味、有毒的氣體(CO)。
Direct Current (DC) 直流電	電荷於電路中以單一方向流動，與交流電(AC)正好相反。
Dynamic 動力學	力與物體運動的關聯。
Efficiency 效益	高效率的狀態或質素；能力的表現。
Equilibrium 平衡	由於相反力的均等作用而形成了靜止或均衡的狀態。
Gravity 地心吸力	因地球本身的質量而產生的引力。
Geothermal Power 地熱能	來自地球內部熔岩的天然及可再生熱能，可作為發電用途。
Industrial Revolution 工業革命	激進社會經濟轉變的綜合現象，十八世紀後期在英國發生的轉變。這次轉變，起源於大規模機械生產系統的出現，引致以家庭為本的手工業生產轉向大量的工廠生產模式。
Light Emitting Diode (LED) 發光二極管	半導體的一種，多用作照明。透過改變半導體材料的化學成份組合，可發出不同顏色的光。
Logic Gate 邏輯門	在一個或多個邏輯輸入上執行邏輯運算，以產生單一的邏輯輸出。一般執行的邏輯是布爾邏輯，最常見於數碼電路。
Machinery 機械	機器或機械設備的裝配。
Mass Production 大量生產	為大規模的市場生產大量標準產品。

用語	描述
Micro-controller 微控制器	單一晶片的電腦，是一種著重自給自足及成本效益的微處理器，與一般用途的微處理器（個人電腦所使用的）正好相反。
Mould 模子	把某些在熔化或可塑狀態中的東西製成特定形狀的空心造形或模型。
Muscular-skeletal Disease 肌肉-骨骼疾病	隨時間積累而成而與工作有關的疾病。其成因可以是工作本身或是由僱員的工作環境所引致，亦可以由意外中所導致的骨折而引起。
Nanotechnology 納米技術	指在應用科學的領域中，以納米為單位去研究物質和設備的設計方法、組成、特性及應用。
Natural Resources 天然資源	由大自然提供的（實際和潛在的）資源。
Octopus 八達通	在港鐵或便利店內，利用在線或離線系統，作電子轉帳付款的一種非接觸式和無電源的儲值智能卡。
Pneumatic System 氣動系統	使用壓縮空氣來傳送及控制能量的系統。
Pollutant 污染物	引致環境污染的物質。
Renewable Energy 再生能源	任何自然產生的，理論上用之不竭的能量來源，例如生物量、太陽能、風能、潮汐、波浪和水力發電，但並非來自化石或核燃料。
Radio Frequency Identification (RFID) 無線射頻識別	使用無線射頻識別標籤或轉發器，以儲存和遙遠擷取數據的一種自動識別方法。無線射頻識別標籤是一片可以應用於或放置於產品、動物或人的物體，利用電波作出識別的用途。
Tidal 潮汐的	屬於潮汐、與其有關、有其特點或受其支配的，例如潮水流。
Vacuum Forming 真空成形	一種塑膠加工的工序，就是把塑膠片展平及加熱到成形溫度，以真空使塑膠片吸附於模具表面，然後冷卻成形。
Volatile Organic Compound 有機揮發性化合物	有機化學複合物的一種，於正常環境下，當具有足夠高的蒸氣壓力，便能夠蒸發及進入大氣層。

參考文獻

教科書

Education Department (2002). *Design & Technology [Alternative Syllabus] [S4-S5], Learning Material Trial Version.*

Royal College of Art (1998). *D&T Routes Core Book: Design & Technology 14-16, Design & Technology 14-16.* Hodder & Stoughton

林志立，陳國和 (2005)。《初中設計與科技，第一、二、三冊》。中華科技出版社。

林志立，蔡志鴻 (1998)。《高級程度工程科學，第一、二冊》。中華科技出版社。

參考書

Lambert (2002). *GCSE Resistant Material Technology for Edexcel*, Heinemann,

杜秉祺、容顯懷、柯財權、黃志剛。《生活與科學》。牛津大學出版社(中國)有限公司。

朱經武 (2008)。《科學就在生活中》。商務印書館(香港)有限公司。

邁克爾·G·澤伊 (2003)。《擒獲未來:21世紀的科技與人類生活》。三聯書店。

《初中基本科技第一冊》。中華科技出版社。

呂仲文 (2004)。《機械創新設計》。機械工業出版社。

李洋。《現代電子設計與創新》。中國電力出版社。

王立權 (2007)。《機器人創新設計與製作》。清華大學出版社。

張義和 (2001)。《數位邏輯實習》。大中國。

鳴謝

作者對以下人士/組織答允准許使用其相片及影像，致以衷心的謝意：

- 西覓亞有限公司 (樂高教育套件)

及 在 Wikimedia Commons Creative Commons AttributionShareAlike2.5 License (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>)下使用：

- Trinecke zelezarny (熔爐)
- Tom Allen (度身定造)

我們已就所用的相片及影像，盡力確認有關的版權。如有意外的版權抵觸，我們謹致歉意，並樂意就版權事宜與擁有者商討合適的安排。

The background of the page features a large, abstract graphic. On the right side, a hand is depicted in a wireframe or mesh-like style, with its index finger pointing towards the center. In the center, there is a bright, glowing white point of light. The overall color palette is a mix of warm browns and oranges, with a gradient effect. The left side of the page is a solid dark brown, while the right side transitions into a lighter, more complex pattern.

香港特別行政區政府教育局

課程發展處科技教育組

職業訓練局

高峰進修學院製作