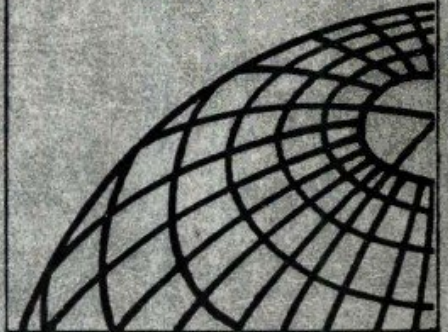
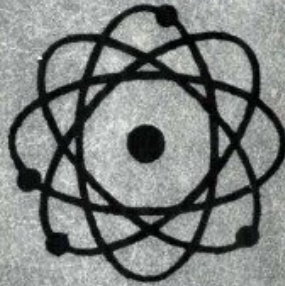
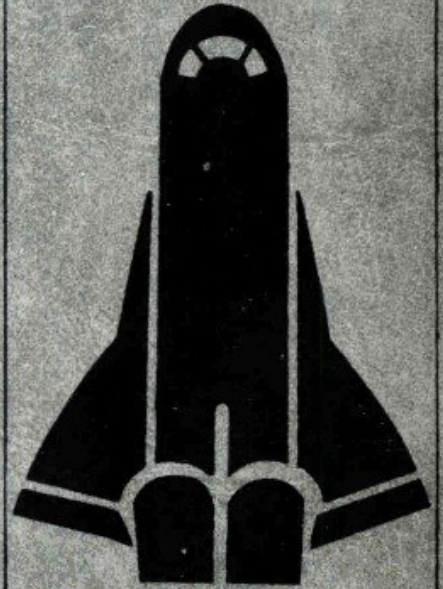
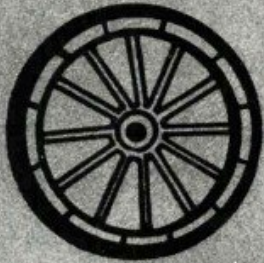


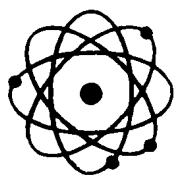
大英科技百科全書

ILLUSTRATED ENCYCLOPAEDIA OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



大英科技百科全書

ILLUSTRATED ENCYCLOPAEDIA OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



8

光復書局

大英科技百科全書 8

中華民國七十四年九月初版

發行人 林 春 輝

編 者 本局編輯部

出版者 光復書局股份有限公司
台北市復興北路38號6樓
郵政劃撥帳號第0003296-5
電話：771-6622

登記證字號 行政院新聞局局版台業字第0262號

排 版 紀元電腦排版股份有限公司 ☎ 307-5141
台北市寧波西街99號2樓

紙 張 永豐餘造紙股份有限公司

印 刷 弘盛彩色印刷有限公司 ☎ 304-8769
台北市環河南路二段280巷24號

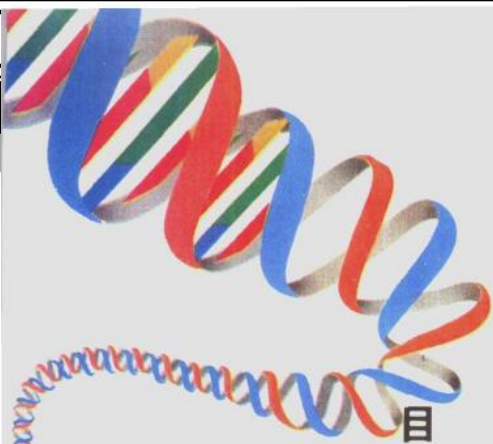
裝 訂 堅成印製有限公司 ☎ 982-2634

©Gruppo Editoriale FABBRI Editori S.P.A.

Milan 1985

©Kwang Fu Book Co. 1985

-
- | | | | |
|------------|------------------------------|------------|------------------------------|
| 林英智 | 台灣大學化學系副教授
美國加州大學洛杉磯分校博士 | 陳君傑 | 清華大學動力機械所副教授
美國羅格斯大學博士 |
| 林宜勝 | 洪建全兒童圖書館館長
台灣大學外文系學士 | 陳建初 | 海洋學院養殖系系主任
日本九州大學農學博士 |
| 於幼華 | 台灣大學環境工程所教授
美國華盛頓大學環境工程博士 | 蔡章獻 | 台北市立天文台台長
韓國立命館大學 |
| 洪祖培 | 台大醫學院神經科主任
日本北海道大學醫學博士 | 蔡義本 | 中央研究院地球所所長
美國麻省理工學院博士 |
| 柳 楨 | 台灣省林業試驗所研究員
美國奧勒岡大學研究所研究 | 簡曜輝 | 師範大學體育系系主任
美國明尼蘇達大學博士 |
| 張石角 | 台灣大學地理系教授
英國倫敦大學碩士 | 顏明雄 | 台灣工業技術學院副教授
日本東京工業大學博士 |
| 許瀛鑑 | 師範大學工教系教授
美國州立東北密蘇里大學研究 | 鄭元春 | 台灣省立博物館助理研究員
台灣大學碩士 |
| 楊兆麟 | 士林榮總婦產科主任
國防醫學院醫學學士 | 鄭文隆 | 台灣工業技術學院營建系教授
美國華盛頓大學土木博士 |
| 溫振源 | 台大醫學院解剖科副教授
新加坡國立大學哲學博士 | 鄭復華 | 清華大學管理決策所副教授
美國俄亥俄州立大學博士 |
| 錢凡之 | 淡江大學物理學副教授
美國休士頓大學博士 | 譚天錫 | 台灣大學動物系教授
台灣大學動物系畢業 |
| 郭明彥 | 大同工學院電機系副教授
交大電子研究所畢業 | | |



目錄



消化系統 Digestive System	8
消毒藥 Disinfectant	10
消聲器 Silencers	12
浮游生物 Plankton	14
浴室管路 Plumbing, Bathroom	18
流行性感冒 Flu	22
流行性腮腺炎 Mumps	24
流星 Meteor	26
流控學 Fluidics	28
產品通用碼 Universal Product Code(UPC)	30
眼 Eye	32
眼鏡 Eyeglasses	34
研磨·拋光 Grinding and Polishing	36
移植物(醫學) Graft, Medical	38
第三紀 Tertiary Period	40
第四紀 Quaternary Period	42
粒子加速器 Particle Accelerator	46
粒子物理學 Particle Physics	50
細胞 Cell	56
細菌 Bacteria	62
細菌戰 Bacteriological Warfare	66
細腰管效應 Venturi Effect	68
終年冰凍地 Permafrost	70
組織學 Histology	72
胃 Stomach	74
胚胎·胚胎學 Embryo and Embryology	76
船外機 Outboard Motor	80
船塢 Dock	82
船模型 Ship Models	84
舵 Rudder	86
苯環 Benzene Ring	88
蛋白質 Protein	90
蛋白質合成 Protein Synthesis	94
袖珍型計算器 Calculator, Pocket	96
袋鼠(有袋類動物) Marsupial	98
貨幣 Money	100
軟體動物 Mollusk	102
酚 Phenol	104
鈷 Thorium	106
鈮·鈮·鈮 Vanadium, Niobium, and Tantalum	108
雪 Snow	110
飢餓 Hunger	112
飢饉 Starvation	114





魚雷・水下兵器 Torpedo and Other Underwater Weapons	116
魚類 Fish	118
魚類養殖 Fish Farming	122
鳥 Birds	124
鹵素 Halogens	130
麥克風 Microphone	134
麻醉法 Anesthesia	136
割草機 Lawn Mower	138
唧筒 Pump	140
單軌電車 Monorail	142
單核白血球增多症 Mononucleosis	144
啤酒 Beer	146
報紙 Newspaper	148
寒武紀 Cambrian Period	152
幾何 Geometry	154
循環系統 Circulatory System	160
情報搜集 Intelligence Gathering	162
採石 Quarry	164
推土機 Bulldozer	166
接地 Ground, Electric	168
接著劑 Adhesives	170
排水 Drainage	172
晶體・結晶學 Crystal and Crystallography	174
智商 Intelligence Quotient(IQ)	178
智能不足 Mental Retardation	180
植物 Plant	182
植物分佈圖 Botanic Atlas	188
植物病害 Plant Diseases	194
植物標本館 Herbarium	198
植物學 Botany	200
森林・林業 Forest and Forestry	206
棉花 Cotton	212
棘皮動物 Echinoderm	214
氮 Nitrogen	218
氯 Chlorine	222
氬・氦 Argon and Helium	224
液化石油氣 LPG(Liquified Petroleum Gas)	226
液壓傳動 Hydraulic Transmission	228
混凝土 Concrete	230
深水炸彈 Depth Charge	234
清潔劑 Detergent	236
淡化 Desalinization	238



本書使用方法

「大英科技百科全書」共計十五冊，前1～14冊為本文，第15冊為索引自成一冊。

本文部分是3360頁圖文並茂的科學與科技新知，依據本套書的組成單元——科技名詞編輯而成。

「大英科技百科全書」共有1240條科技名詞，依中文筆畫別排列；若筆畫別相同者，再以部首先後順序排列而成（部首順序係以中華書局出版的「辭海」為藍本）。

例：化學元素

太空梭

「化」與「太」同樣為四畫，「化」的部首匕在「太」的部首大之前，則「化學元素」的排列順序應排在「太空梭」之前。

因本書係採用電腦編書作業，1240條名詞的排列順序，先比第一個字的筆畫及部首，然後再依序比第二、三

個字的筆畫及部首，第四個字則依照電腦的中文內碼排列。

例：心臟病學

心臟病發作

先比前三個字的筆畫及部首，因前三個字的筆畫完全相同，第四個字「學」與「發」，因「學」的電腦之中文內碼在「發」之前，因此「心臟病學」應排在「心臟病發作」之前。

而部首筆畫的算法，係依辭海部首的排列順序。例①：笨，部首艸應為艸，艸六畫，連下面的本五畫計十一畫。例②：肺，月應為肉，肉六畫，連右邊的市五畫計十一畫，其他：應為水四畫、王應為玉五畫、扌應為手四畫、辵應為辵七畫等，依此類推。

本書涵蓋數學、物理、化學、資訊、太空、天文、生化、材料科學、工程、醫學……等計46科科學科技範疇的1240條名詞，除了解釋該項名詞的意義，

並將其由來、演變及發展，附加圖解加以詳細的介紹。在文末也經常附註「參閱第×冊第×頁」，提供相關資料。

一般說來，使用本書最好的方法，最先從索引或目錄找起，讀者需查閱某一條目時，可先算出筆畫，由目錄或索引中找出您最感興趣的，直接翻閱那一條目的內容，這樣可以節省時間。這種條目名詞的編排方法，有助於想以這種方式閱讀的讀者。

索引是本書的最大特色，除了以筆畫別排列的中英對照索引之外，為了便於僅知英文名詞而不知中文譯名的讀者，在中英對照的索引之後，也加列了英中對照的索引。本書的索引編排方式與一般傳統的編排迥然不同，索引條目分列大小條目，大條目以黑體字表示，與大條目相關的許多資料則詳列其下，使讀者查閱該條目時，可同時參考相關資料。

例：糖尿病 **Diabets** 3·134，
9·76，13·30，148
門診分析 **Clinical analyses**
13·188
對胰臟的作用 **effects on**
pancreas 1·20
胰島素注射 **insulin syringe**
1·136
尿崩症 **insipidus** 13·36

糖尿病為大條目，與糖尿病相關的資料如門診分析、對胰臟的作用、胰島素注射、尿崩症等則詳列於糖尿病之下，使讀者在查閱糖尿病這一條目時，與它相關的資料一次就可以很便捷的查閱到。

總之，使用本書最好的方法就是先從索引翻閱起，再閱讀圖文並茂精彩的內容，從中發現樂趣，並藉以擴展您的心智及創造力，提昇您的科技知識。

消化系統 Digestive System

為什麼食物在體內經過的管道，在英文中稱為 alimentary canal(消化管)？因為 canal 是指引導船隻入港的水道，而當食物進入人體後，便是由消化管來引導食物的走向。消化系統包括所有接受食物與處理食物的器官。

口腔·咽喉與食道

消化管由口腔開始，食物在此處被牙齒磨碎，並與唾液充分混合。口腔的前方是嘴唇，而口腔後方開口則直接咽喉(或稱「咽」)。口腔兩側由頰圍成，而上方有軟上顎與硬上顎，下方則由一些結締組織固定於下顎的舌頭。口腔內部覆蓋著黏膜，外部則是由皮膚所覆蓋。嘴唇帶微紅色的區域稱朱唇緣(vermilion border)，是由黏膜與較敏感的皮膚組織所組成。

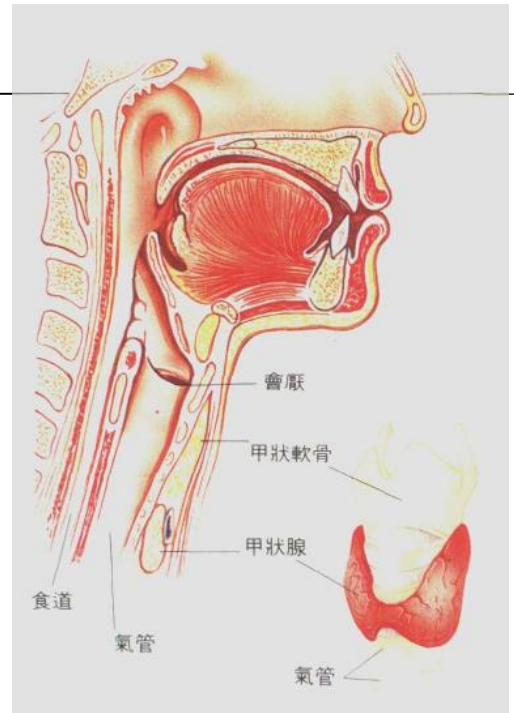
吞嚥的動作會將食物由口腔推進咽喉，再進一步向下推入食道中。這一通道也可以傳送來自食道和鼻腔的空氣，進入氣管。咽部類似一扁平漏斗，長約 12.5 公分，頂端寬約 5 公分，下端與食道相接處

寬約 2.5 公分。食道長約 25 公分，平均寬度約 3.8 公分，可分成上、中、下三段。它是由特化的肌肉構成，可引導食物抵達胃與食道交接處——賁門(cardia)。

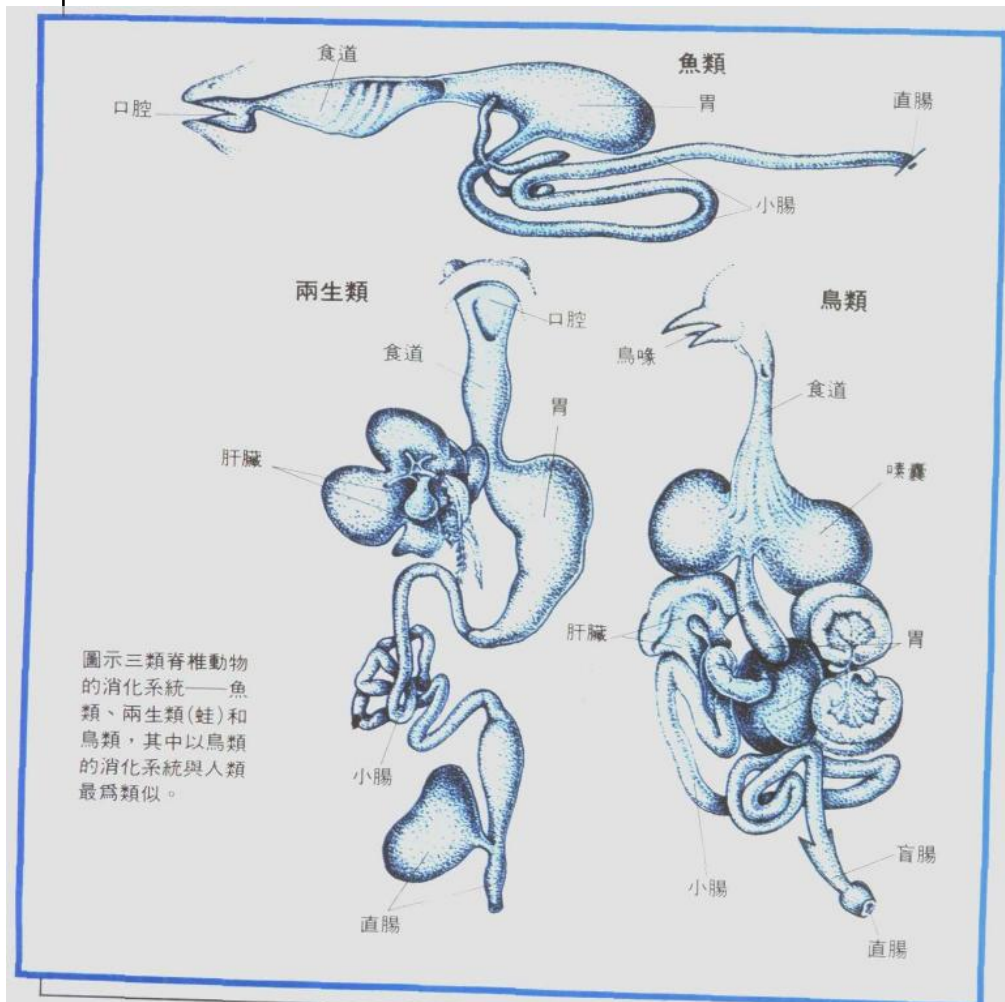
胃與腸

人類的胃平均容積大約是一公升，但又依各人與其姿勢而有所改變。正常的胃位於腹部的左上部，稍呈英文字母「J」字形。胃接受來自食道中的固體食物與液體，然後再和胃液混合。胃的內表面由一層有吸收能力的厚黏膜層組成，其下有許多小腺體會分泌胃蛋白酶和鹽酸。

人體中最令人驚訝的奧秘之一，就是小腸的內襯。小腸直徑雖然只有 2.5 公分左右，但它的長度大約 7 公尺，而其內部皺襞可吸收的表面積竟達 180 平方公尺，這是因為小腸內壁覆蓋著密密麻麻如指狀的小突起，我們稱之為絨毛(villi)。絨毛可以吸收經過消化後的養分，供給身體利用。每一絨毛都被許多細胞所覆蓋著，這些細胞在絨毛表面也形成許多突出物，我



口腔是消化管與呼吸系統的共同開口處，空氣由此向下到氣管，食物也由此向下運往食道。此二系統的構造如圖所示。



們稱之為微絨毛(microvilli)，正因此，使小腸吸收面積大約增加了 25 倍之多。

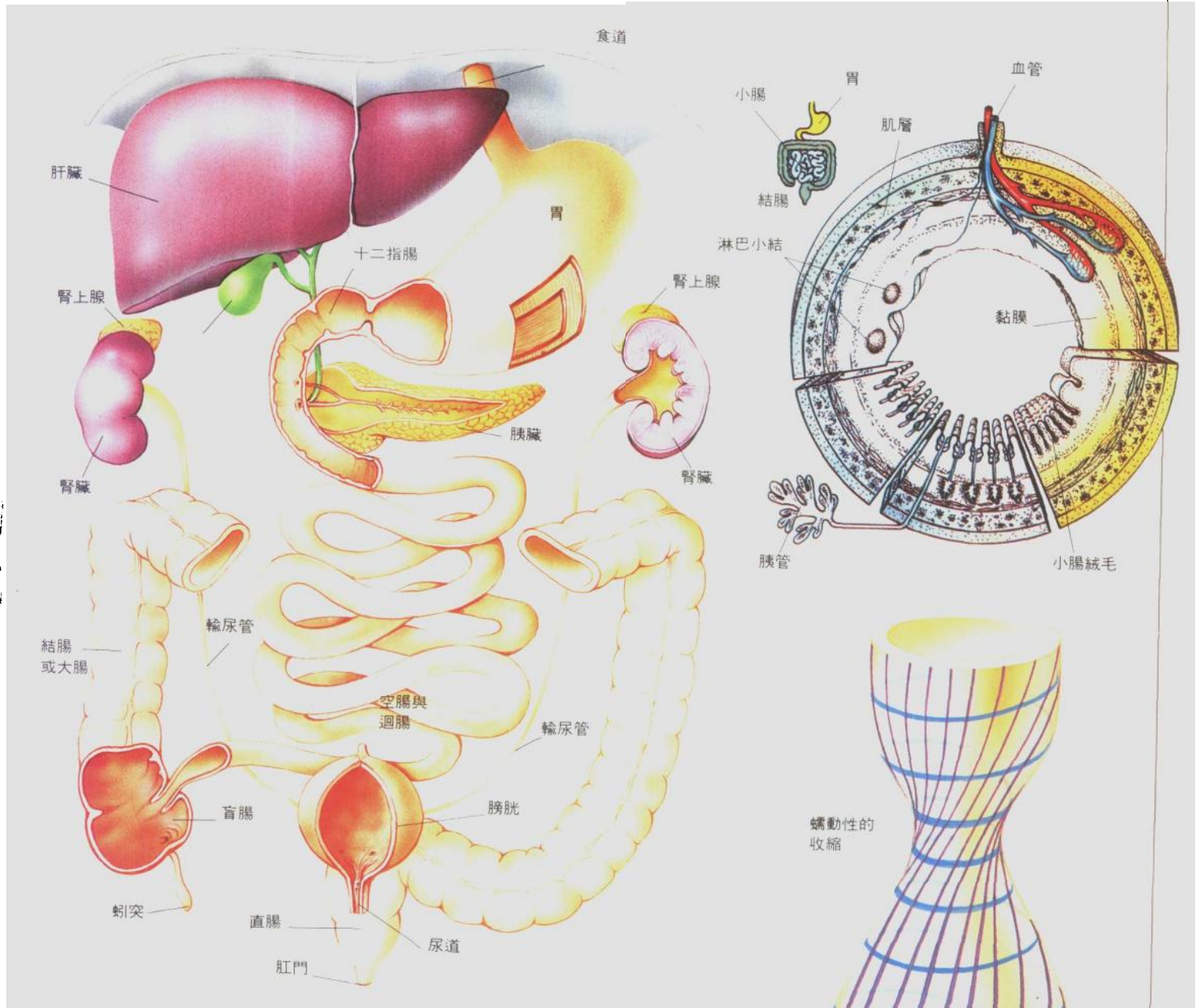
大腸主要作用是吸收小腸未吸收完全的水分。大腸可分為盲腸、結腸和直腸。結腸可分成以下數段：1. 升結腸，是大腸的第一段；2. 橫結腸，大約位於第十肋骨的高度；3. 降結腸，向下行，在左腎前面；4. 乙狀結腸，是結腸的最末一段；最後進入直腸為其終點。

有關消化系統的器官

有幾個消化器官的功能並不僅限於一種生理系統而已。胰臟是一個位於胃後方的重要腺體，它會分泌出重碳酸鹽來中和胃酸，並分泌消化酶。同時，它也會分泌兩種激素——胰島素(insulin)與昇糖素(glucagon)到血流中，這兩者對碳水化合物代謝的調節十分重要。

肝臟是體內最大的器官，有各式各樣的功能：可以產生膽汁，幫助脂肪消化，製造蛋白質，促進血液凝固，去除老化的紅血球，同時也是貯存場所，可以貯藏醣類、脂肪與蛋白質，並可去除體內許多有毒物質。

人類消化系統中執行主要功能的部分構造。右方環形構造是小腸的橫切面。
 食物在胃中形成半液態後，會被一種有規律的肌肉收縮動作推送而通過小腸，此種動作稱為蠕動 (peristalsis)。右下：在消化管中，藉蠕動推送食物的作用。



膽囊是暫時貯存膽汁的地方，膽汁是一種綠色的液體，可以幫助脂肪消化。膽囊的內壁也和小腸一樣，有絨毛與微絨毛，它可以吸收膽汁中的水分來濃縮膽汁。如果濃縮的能力太強，便可能形成膽結石，此時就必須開刀切除膽囊，可見膽囊對生命的維持並不是必要的。

參閱第九冊 220~223 頁新陳代謝 (Metabolism)。

消毒藥 Disinfectant

平常我們使用消毒藥水清洗浴室設備，並不只是為了使氣味清香而已，也因為它們具有消毒的作用。與滅菌(sterilization，消滅所有的細菌)不同的是，消毒只是殺光具有致病力的細菌。除了一般家用消毒之外，消毒藥也用於醫院的手術儀器、地板、牆壁和手術袍上。它的使用對象也與防腐劑(antiseptic)不同，防腐劑只用於生物組織；而消毒藥則用於無生命體，如牆壁，地板。大部分消毒藥的作用，乃是破壞細胞的蛋白質，或者阻止微生物的生長。雖然如此，但是仍有相當多種類的消毒藥，其作用方式各有不同。



上：可將液狀消毒藥噴成一片霧氣的裝置。常用於消毒一大片區域，其效率端視暴露於消毒藥的面積大小而定。消毒藥水以霧狀懸浮於空氣中，藉以接觸每個角落裏的細菌和其他微生物。

消毒藥的類型

消毒藥能夠破壞許多生物體或是抑制它們的生長。這些生物體在顯微鏡下才看得見，有時小得連超顯微鏡也看不見。因此，根據所對抗的微生物種類，可分為抗細菌的、抗黴菌的，抗原蟲的、抗寄生蟲的和抗病毒的等幾類。而真能殺死微生物的——通常是破壞細胞的蛋白質——稱為殺菌藥(bactericide 或 germicide，cide 這個字尾就是「殺手」的意思)。此外只是抑制微生物生長的，稱為制菌藥(bacteriostat，stat 的意思是「固定不動」)。

主要的消毒藥

檢視消毒藥瓶上或罐上的成分表，將會

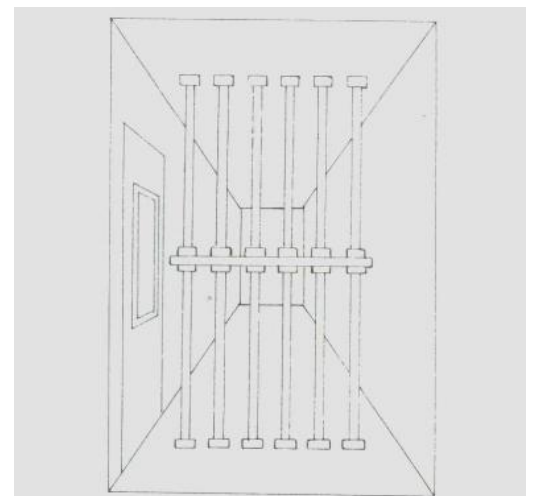
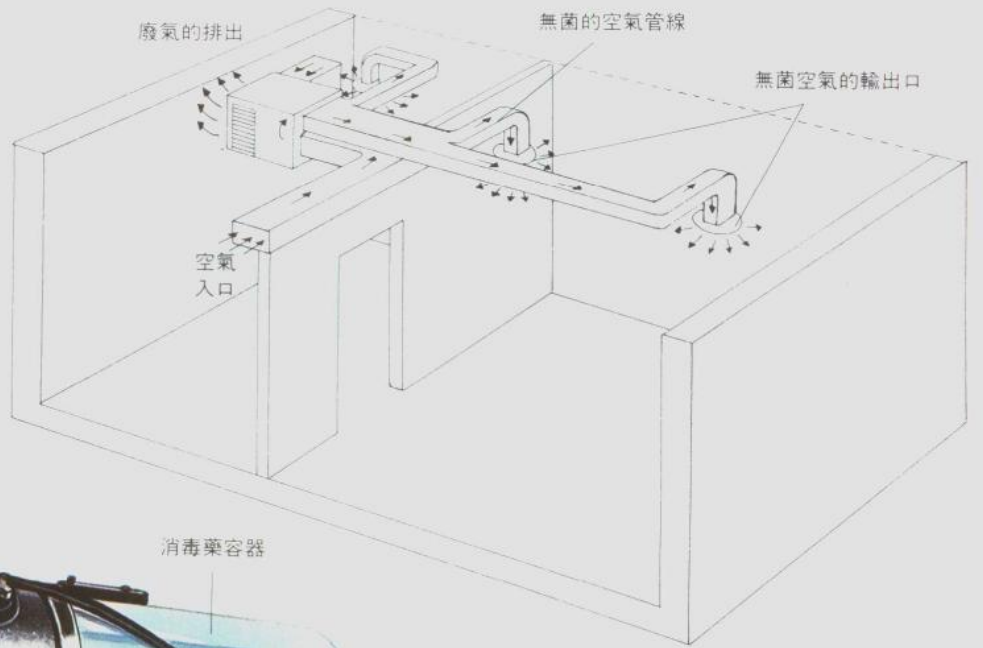
發現一些經常重複出現的名字。

胺類化合物(ammonium compound)廣泛地用於飲食器具和食物加工設備的消毒。它們能破壞蛋白質、溶解細胞，而殺死微生物。

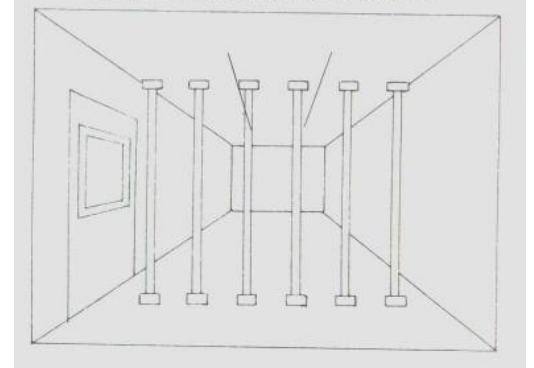
酒精也經常被使用，因為它們同樣能夠破壞蛋白質和溶解細胞，使用濃度從百分之五十到百分之七十。碘廣泛用於消毒外科手術儀器，主要是由於它能使細胞的蛋白質沈澱。煤焦油衍生物(coaltar derivative)、銀、銅、水銀，則以化學反應抑制細胞的生長，可用於地板、牆壁的消毒，而環狀脂類(aromatic oil)則提供清香的氣味。醛類(aldehyde)對微生物具有毒性，所以也是有效的消毒藥。

喜愛游泳的人非常熟悉的氣，可作為游

空氣處理系統及殺菌藥、紫外線和過濾器

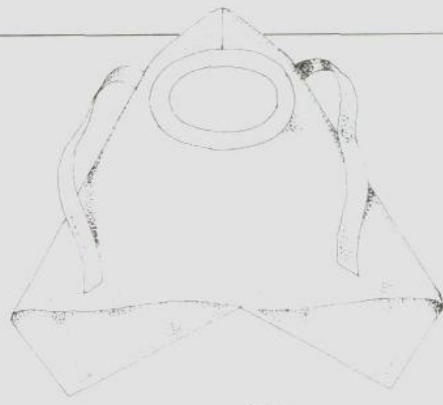


空氣處理系統內的紫外線裝置方式之一



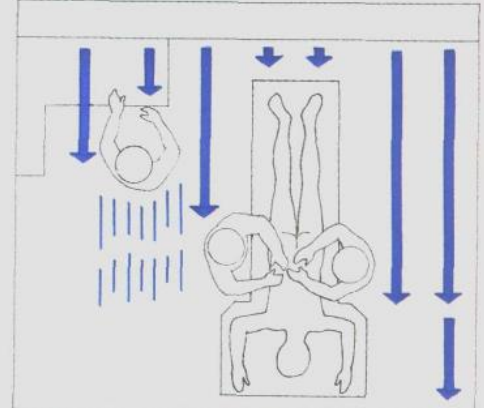
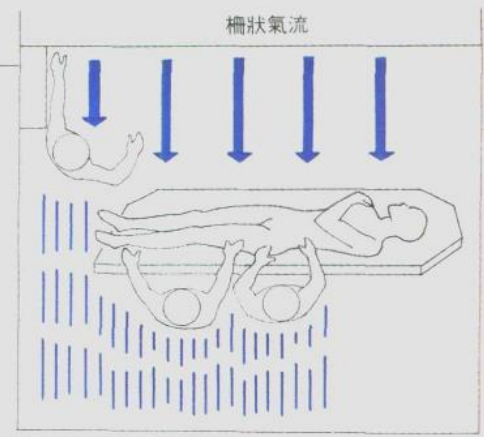
最上：手術房的消毒系統。乃是利用紫外線消毒，這些紫外線通常以管狀排列成一排來消毒經過空調系統的空氣。

目前手術房的消毒與滅菌過程已達到完美的境界，這在幾年前還是不可能的事情。手術工作人員使用帶有橡皮管的多碳面具，將呼出的空氣送到外頭。此外，柵狀氣流也被應用於手術房的消毒。從牆壁內層所送出經過過濾的空氣，以高達每分鐘21~33公尺的速度，沿手術枱同一平面送出（如右圖）。這些氣流能夠帶走任何微小粒子，即使是顯微鏡下才看得見的，也照樣能帶走。當然，這些氣流不可以把手術工作人員與病人離開，工作人員也不可隨便走動，以保持與氣流平行的位置。



供手術工作人員在氣流中呼吸的面具裝備

空氣處理設備



手術房



供過濾用的空氣供應系統

將呼出空氣帶走的橡皮管

最常見的幾種消毒藥

泳池的消毒藥。它能與水化合產生次氯酸 (hypochlorous acid) 和次氯酸鹽離子 (hypochlorite ion)。這兩者能氧化微生物，或與各種生命所必需的有機化合物結合，而將這些化合物自微生物中奪走，並宣判它們的死刑。

不幸的是，當有血液、膿、糞便和其他有機物質出現時，消毒藥有時會失去效用；而且有些消毒藥對人體組織會造成傷害。藥效良好的消毒藥，不但能迅速地殺死細菌、黴菌、病毒和原蟲，也不會侵蝕手術儀器，更不會破壞所消毒的東西或使之褪色。

藥品	作用	用法
乙醇	殺菌劑	皮膚傷口
硼酸	殺菌劑	皮膚傷口
水楊酸	殺菌劑	皮膚
碘酊	殺菌劑	皮膚
alazone	殺菌劑	飲用水的滅菌
verekin	殺菌劑	牆壁、儀器設備
次氯酸鈉	殺菌劑	傷口感染的清潔
過氧化氫	殺菌劑	口腔衛生與皮膚傷口
氯氣化汞	殺菌劑	皮膚感染
hexachlorophene	制菌劑	皮膚、外科的消毒
表面作用劑(肥皂)	防腐劑	皮膚
硫	殺菌劑、殺寄生蟲劑	皮膚
hexadine	防腐劑、消毒藥	口腔、婦女衛生
maphenide	制菌劑	灼傷

消聲器 Silencer

在間諜片或恐怖電影中，劇情發展到某情節時，經常可以看到片中的演員使用一種槍管上附有臘腸狀套筒的槍枝。在發射之際，我們聽到的不是一般子彈的尖銳槍聲，而是柔弱、低沈，有如飛箭中靶般的聲響。這正是消聲器發揮的效果。

消音的原理

消聲器這個名詞，常與武器連用在一起，但事實上，任何減弱噪音的設計都可以稱為消聲器。例如汽車排氣管、空氣壓縮機入口或是槍口，都可以安裝消聲器。消聲器的作用，是適度控制噪音，使強烈的聲波轉變為較和緩的氣體或液體的流動。消聲器並不能完全消除噪音，但可大幅降低噪音。

當聲波隨著氣體釋出時，氣體的流速會下降，聲波即可輕易地自氣體中分離出來。分離聲波的方式有兩種，一為迴旋式消音(nondissipative muffler)：氣體流動的路徑非直線式，途中有許多拐角，聲波遇到阻礙時會反射，藉此即可消除部分前進的聲波。另一為阻截式消音(dissipative muffler)：氣體排出時循直線前進，而聲波則被環繞排氣路徑的多重環形隔室(ringlike chamber)所吸收。

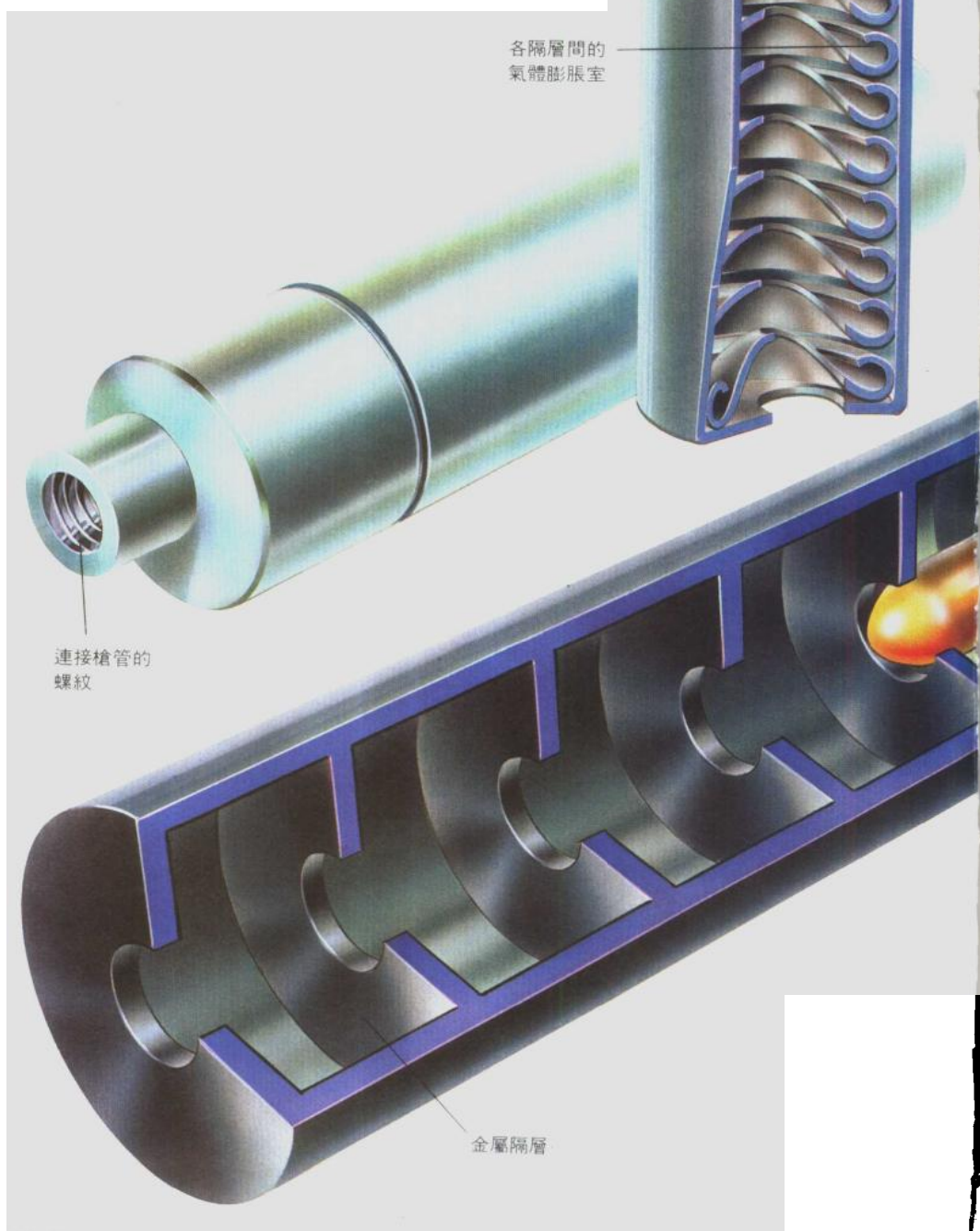
槍砲上的消聲器必須是阻截式消聲器，如果是迴旋式消聲器，則子彈必無法穿過。當火藥產生的高速氣體通過槍口到達消聲器時，氣流的壓力高峯便發生遲延作用，此一遲延作用雖然非常輕微，但已足可大量消除子彈發射時的尖銳槍聲。

最早發明火器消聲器的是美國人麥克森(Hiram Percy Maxim)。西元1908年3月25日，他得到了這項發明的第一個專利。麥氏認為，使排出氣體作旋轉式運動，定可充分消除噪音；麥氏基於這個理念製造了第一具消聲器。事實上，正如後來的發明所證實，減緩排出氣體的速度是所有消聲器的基本原理。

消聲器的效果

假如槍口氣流的排氣速度低於音速，而槍栓(即槍管或砲管的末端)又能完全封閉，則噪音即可完全消除。相反的，如果子彈飛行速度超過音速，則必然產生音爆作用，消聲器自無能為力。像左輪或其他的槍枝後膛氣密設計不是十分理想者，使用消聲器可減低噪音，但却無法完全消除。

下及右：一般手槍使用的消聲器。從右邊的截面圖可看出消聲器內部阻截音波的設計，這種設計可延遲槍管內排出氣體的速度，因而消除發射時的部分噪音。下圖為發射的子彈穿過消聲器的情形。消聲器中的阻截設計可減緩推動子彈前進的氣體衝出槍管的速度。



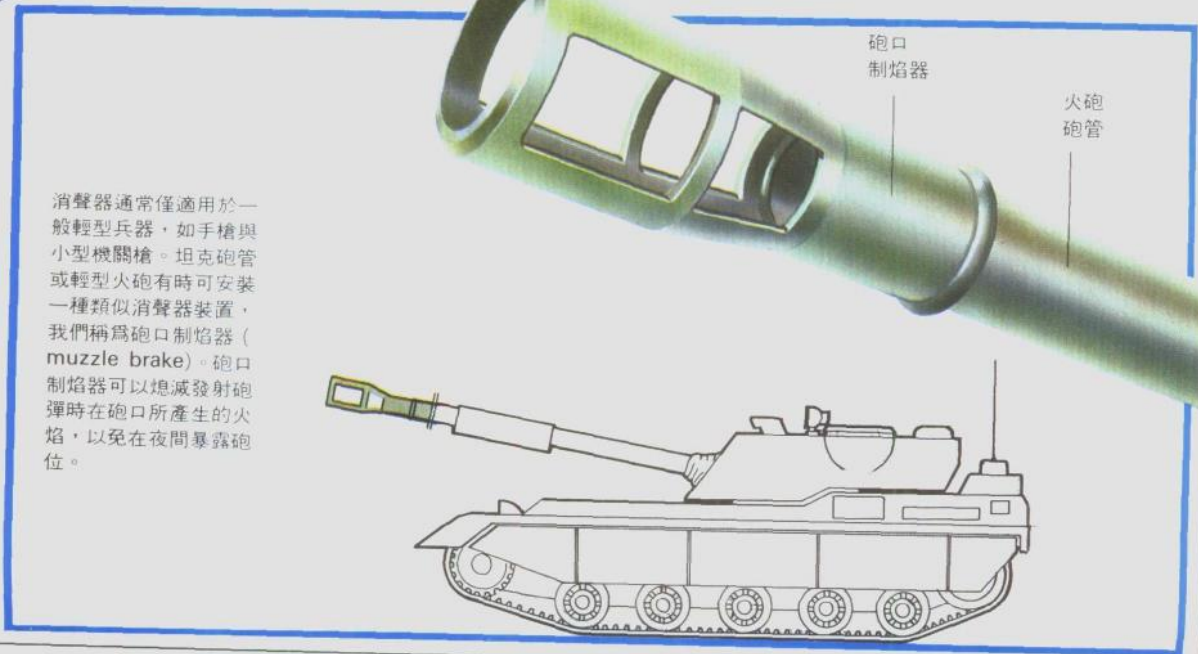
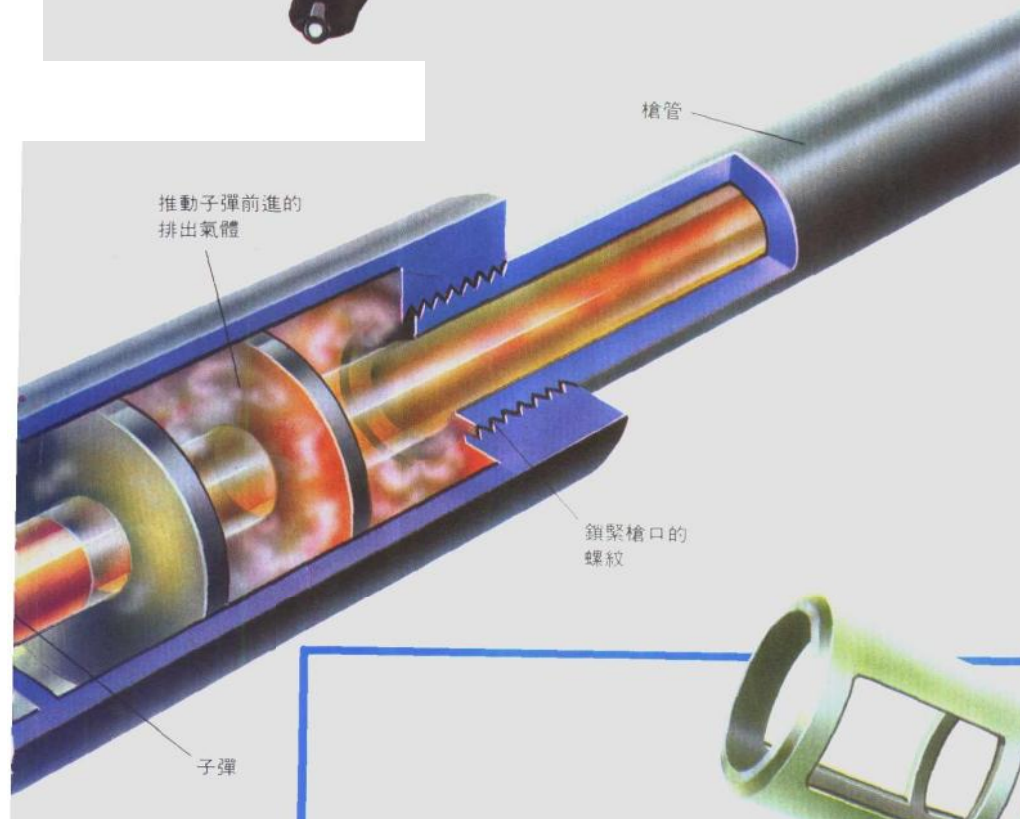


英國製史特靈-佩特雪特(Sterling-Patchett) 小型輕機槍安裝消聲器的外形

德國製路格(Luger) 自動手槍安裝消聲器的外形

消聲器之所以未能廣泛使用，有幾個原因。其一是，消聲器僅適用於少數短射程的輕型兵器。再者，槍枝安裝消聲器後，重量自然增加，使持槍者不易控制，造成瞄準上的困擾，而抵銷了消聲器可減低聲音的優點。另外，由於消聲器減低了槍管內氣體流動的速度，使子彈的破壞力與射程也相對減低。不過，戰場上偶而也使用消聲器。在第一次世界大戰期間，西元1903年春田廠生產的狙擊步槍(Springfield rifle)就安裝了麥克森消聲器；而在第二次世界大戰期間，許多國家的突擊隊在執行特殊任務時，所使用的輕型兵器也都廣泛使用了消聲器。

大多數人都只在電影上看過消聲器使用的情形；正如螢光幕所描述的，消聲器最適用於秘密或非法的勾當中，為此，大部分國家或地區都以法律嚴格管制消聲器的使用與私有。目前消聲器的用途只局限在特定範圍內，如減少槍枝試測時的噪音。



消聲器通常僅適用於一般輕型兵器，如手槍與小型機關槍。坦克砲管或輕型火砲有時可安裝一種類似消聲器裝置，我們稱為砲口制焰器(muzzle brake)。砲口制焰器可以熄滅發射砲彈時在砲口所產生的火焰，以免在夜間暴露砲位。

浮游生物 Plankton

浮游生物說明了數量就是力量的原理。浮游生物常以一密集的小羣體，棲息於淡水與各地的海洋中，這些生物為數衆多，可使整個水域為之變色，紅海即因此而得名，另外，牠們還可使海面形成大片的發光面。某些海洋浮游生物可沉到灣底，在灣底形成一層軟泥，最後變成石灰石。像藍綠藻等其他淡水浮游生物類，也會形成一層浮渣，將池塘的全部水面被覆。雖然少數浮游生物，如巨大鐘形的灣灘水母，肉眼即可看見，但是大部分的浮游生物皆極微小，只有在顯微鏡下才可看見。以其為水生食物鏈的基本因素而言，唯有極大的數量才可達成其功能。

浮游生物の種類

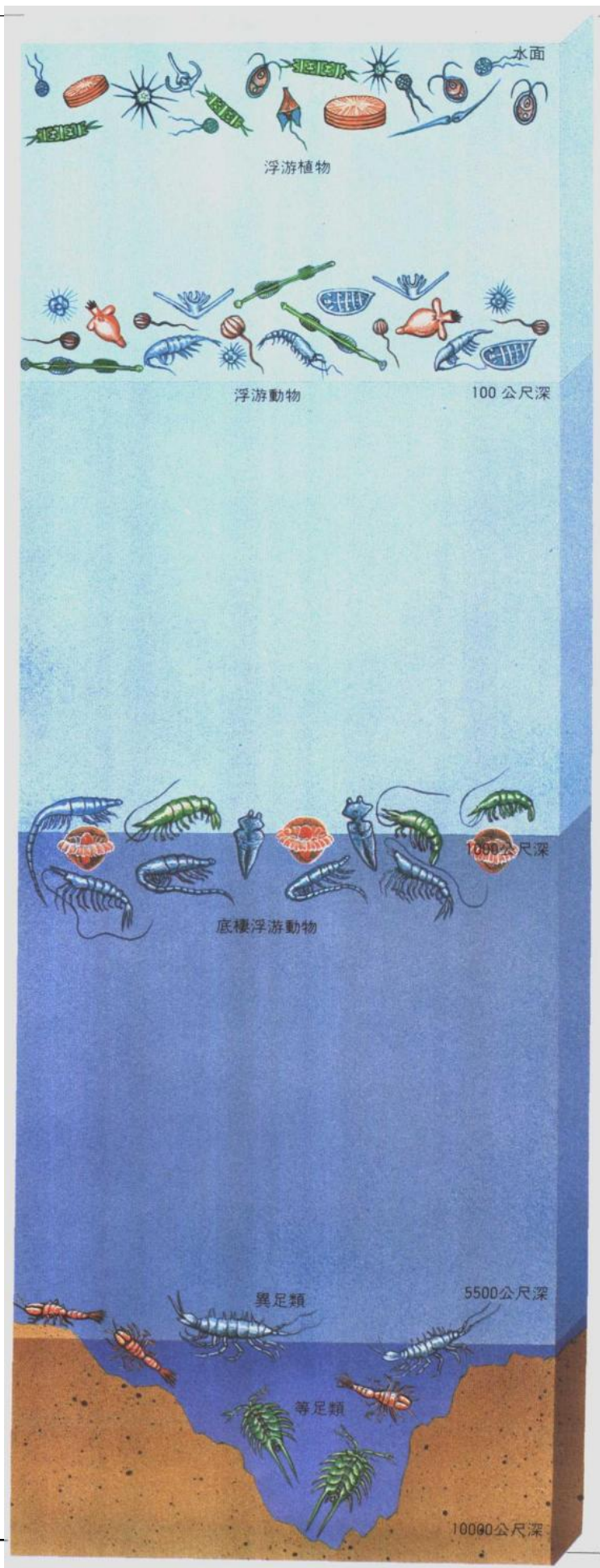
浮游生物的英文源自希臘文，為「漂泊」之意，這正說明了所有浮游生物的主要特徵。不論是單細胞的植物或多細胞的動物，所有的浮游生物都在水中漂流，大部分常隨灣流而漂流，這是因為它們控制行動的能力很有限所致。

因為浮游生物常被認為是一種海洋牧場，所以它有限的移動能力對它本身而言就變得非常重要。浮游生物停留在一地，就像草一樣供應吃草的牛隻，而成為大小海洋生物的主要攝食場所，提供了灣洋食物鏈中蛋白質的主要來源。若沒有浮游生物，自海葵以至鯨魚的所有海洋動物都無法生存。

由於浮游生物の種類極其繁多，只有極少的分類系統令人完全滿意，但有一種分類系統却顯示出其體型大小變異的廣闊。體型大於1公釐者為最大的浮游生物，稱為大浮游生物；體型介於0.05~1公釐的稱為小浮游生物；最小者體型小於0.05公釐，稱為微浮游生物，只可藉離心機的旋轉作用才可使其從水樣中分離與鑑定。

不過最常用的方法是依其為植物或動物，而將它們區分為浮游植物與浮游動物。

不同海洋深度中浮游生物之分佈。例如浮游植物為植物，必須生於日光可以穿透之較淺之深度處，以獲得光合作用必需之日光。



浮游植物

浮游植物主要限於各種藻類，它們是世界上生物中最古老的形式。它們個體微小，生殖率極為驚人，每年約可生產二千億噸的浮游植物。大部分為矽藻與雙鞭藻兩大類。

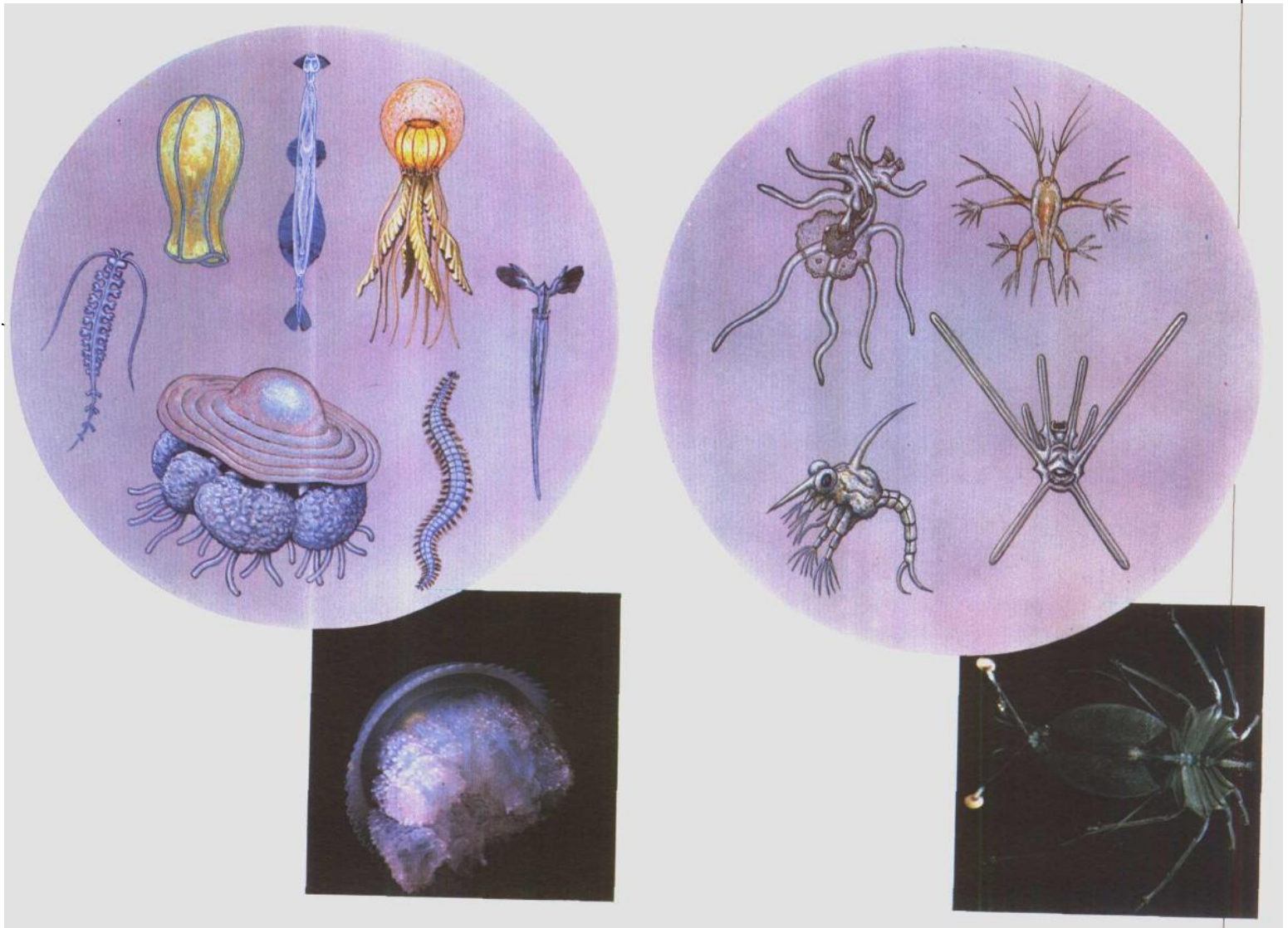
為數眾多的單細胞雙鞭藻具有一對纖細的鞭毛或尾狀物，可提供極有限度的自主運動。由於最大的雙鞭藻生長不會超過

0.2 公釐，所以不可能看見一個個體樣品，而只見過其羣體。

許多種雙鞭藻類具有生物發光性，可在水中現出磷光或紅光。有一種特別的雙鞭藻，可使夜晚印在灘上的脚印發光。當它們大量繁殖時，可使水呈現紅色，這就是形成紅潮的原因之一。它們有時也會連帶產生強烈的毒素，可將附近的魚類殺死。

比較而言，矽藻為圓形的單細胞植物，常連接為鏈狀，形成纖細的毛狀絲狀體；它們常呈綠褐色，大小約從 2 微米到 2 公釐，適為肉眼可見。且具有一透明的矽質外殼，當此等外殼聚積於灣底時，可形成一層可鑑別的灣底物質。長時期後經由地質上升作用，使灣底變為大陸表面，此層物質就是所謂的矽藻土。

第三類浮游植物為果實藻，是一種微小

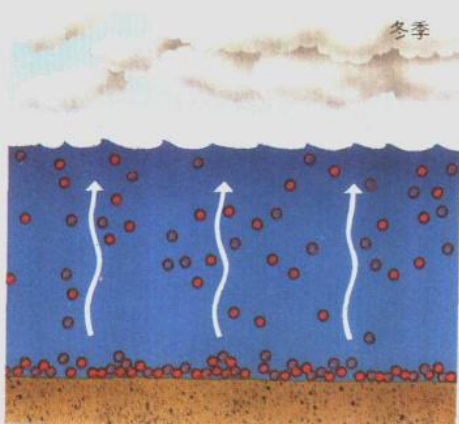
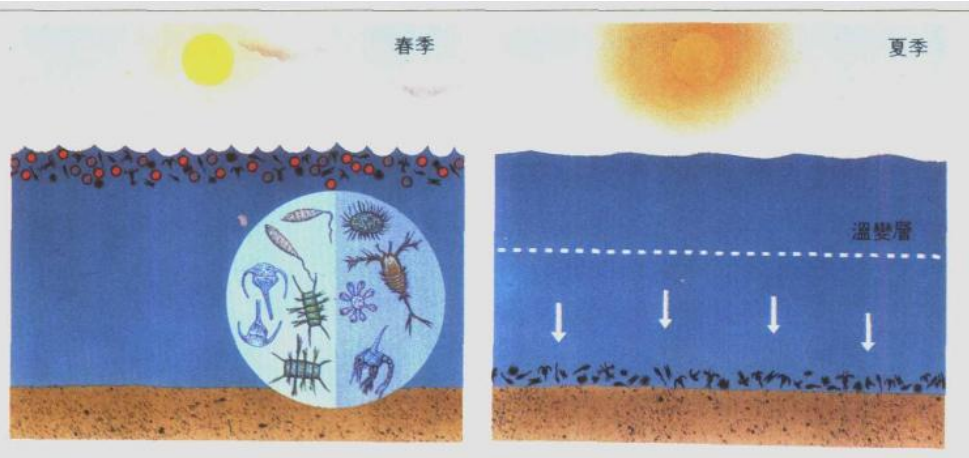


海洋生物學家將浮游生物區分為植物與動物，還將其全部生活史為漂流狀態者區分為如左圖所示之終生浮游生物，與僅在卵及幼體時期為浮游生物，成長後則不為浮游生物，如右圖所示之季節性浮游生物。

而具有鈣質片狀殼甲及兩條鞭毛尾部的藻類。大部分浮游植物具有葉綠素，故可行光合作用以產生維持生命的碳水化合物。

浮游動物

幾乎所有的灣洋動物類都可包括於浮游動物羣中。理由之一是大多數的灣洋生物，如文蛤、螃蟹、藤壺、甲殼類和魚類，它們的卵與幼體，都有一段時期在水中漂流，因此符合浮游生物的定義。由於此種過渡時期的生物並非永久為漂流狀



浮游生物羣繁榮的地點。

浮游植物春季繁榮期為期有限。當夏季接近水面的水溫升高時，則形成一種溫度障礙，此將影響到含有磷與硝化物的深層較涼水的上升，致使此等原料物質供應缺乏，生產力迅速下降。秋季時此種現象有短期的改變，當低溫打破溫度障礙後，可促進營養液的上升混合，但此後則日光愈來愈少，只可提供少許能量以供光合作用。部分海洋地區由於海底地形的關係，

態，所以常稱為暫時性的浮游生物。

一般而言，浮游動物較浮游植物為大，它們包括發育中某些時期的蠕蟲到腔腸動物(如珊瑚)、橈板動物(如海胡桃)、軟體動物、原生動物、翼足類(蝸牛)、與甲殼類等各種動物。所有浮游動物中最小的是代表動物界與植物界橋樑的有色鞭毛蟲。某些種類的鞭毛蟲可像藻類一樣，藉光合作用行自營生活，也可像動物一樣藉尾部的擺動自行移動。

甲殼類被認為是浮游動物族羣中最具經濟價值的一環。大部分單食性者以浮游植物為食，而它們又被幼魚所食，於是形成一密切連接的食物鏈。最重要的甲殼類是繁生於南極地區的南極蝦，此類浮游生物雖然只有5公分長，但它們却是鬚鯨、藍鯨與鱧鯨等世界上最大的動物的基本食物來源。

浮游生物的生活史

浮游生物的族羣在一年中呈現定期增多與減少的循環，此種週律影響到其他各種灣洋生物的族羣。追根究底這種循環是由

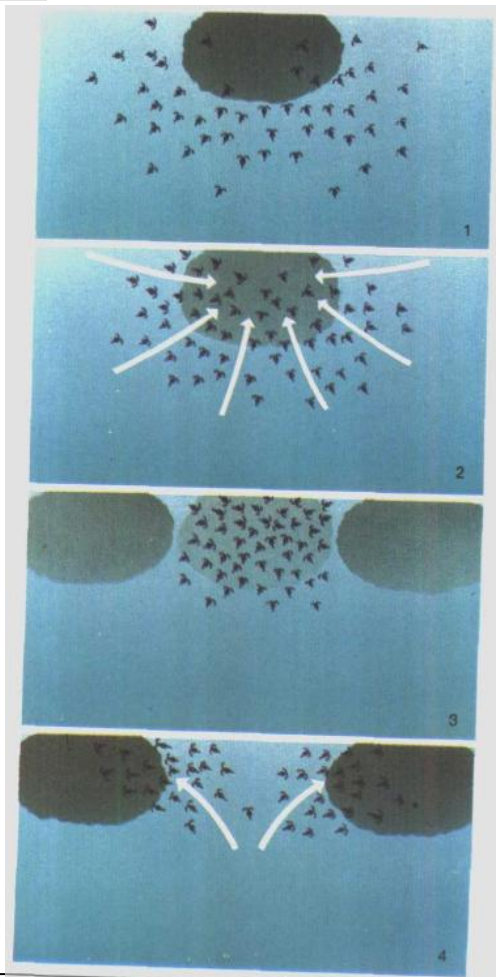
行光合作用的浮游生物所決定，而浮游生物又受到光、養分與溫度的控制，其中溫度的影響較小。

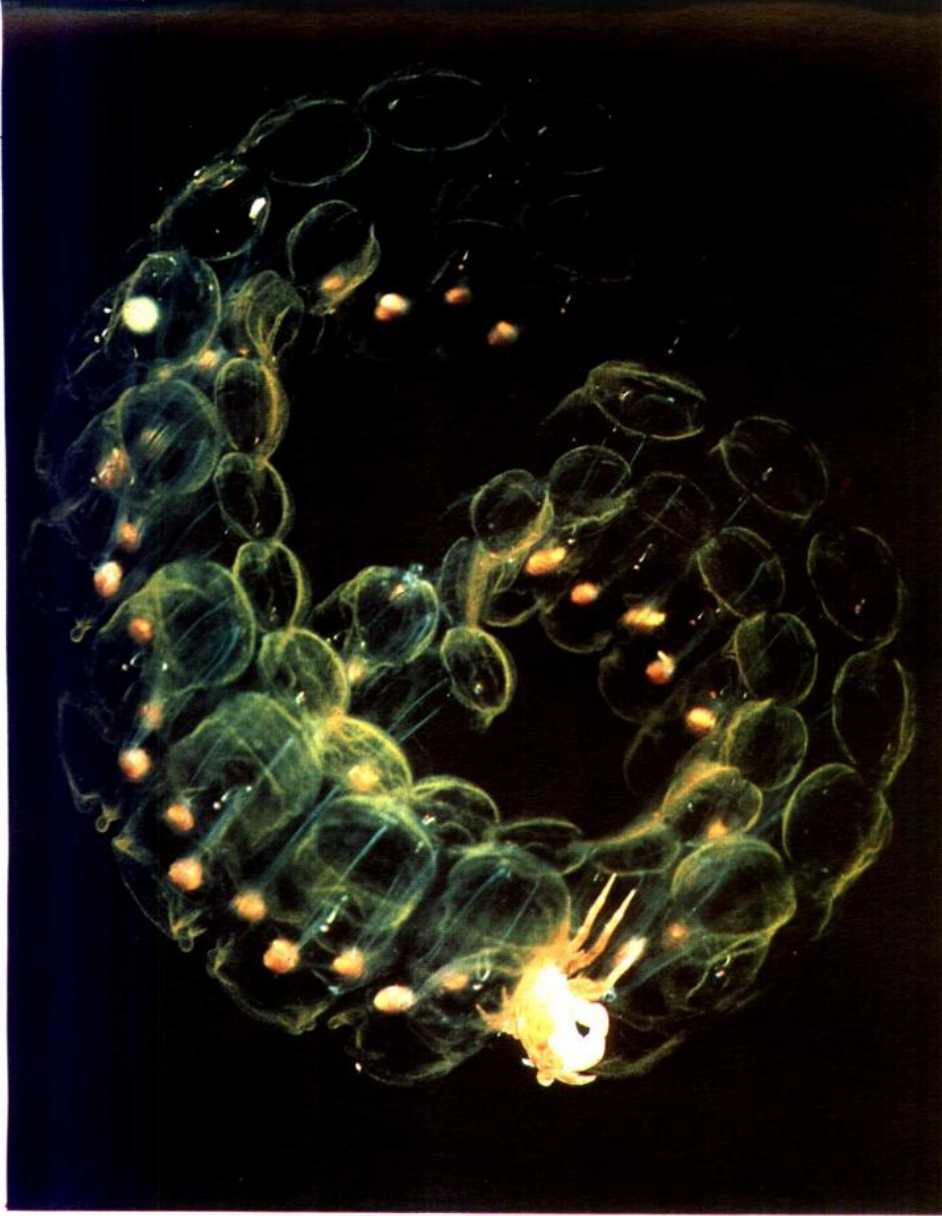
浮游植物一如其他光合作用的植物，也需要二氧化碳、磷及硝化物等營養鹽的原料(與施用到草地中肥料的基本養分相同)，這種物質在冬季時的灣水中極為豐富，但此時日光卻不夠充足，所以除了在熱帶海域外，根本沒有浮游植物發育。

不過，到了春天，這些浮游生物又會在臨近水面深約1公尺到100公尺之間的灣水中出現。利用日光行光合作用，其繁殖數量至為驚人，這種大量的繁殖現象稱之為「繁榮」，而海洋在春季則因矽藻繁榮而呈現一片美景。

供養食物鏈

大量族羣的浮游植物助長了大量的浮游動物。浮游動物以單細胞藻類與其他微小的植物為食，聚積了許多植物性蛋白質以後，將其轉化為動物性蛋白質，使得此等浮游動物成為其掠食者，也使其成為幼魚的高品質食物。所以魚類必會聚集在大量



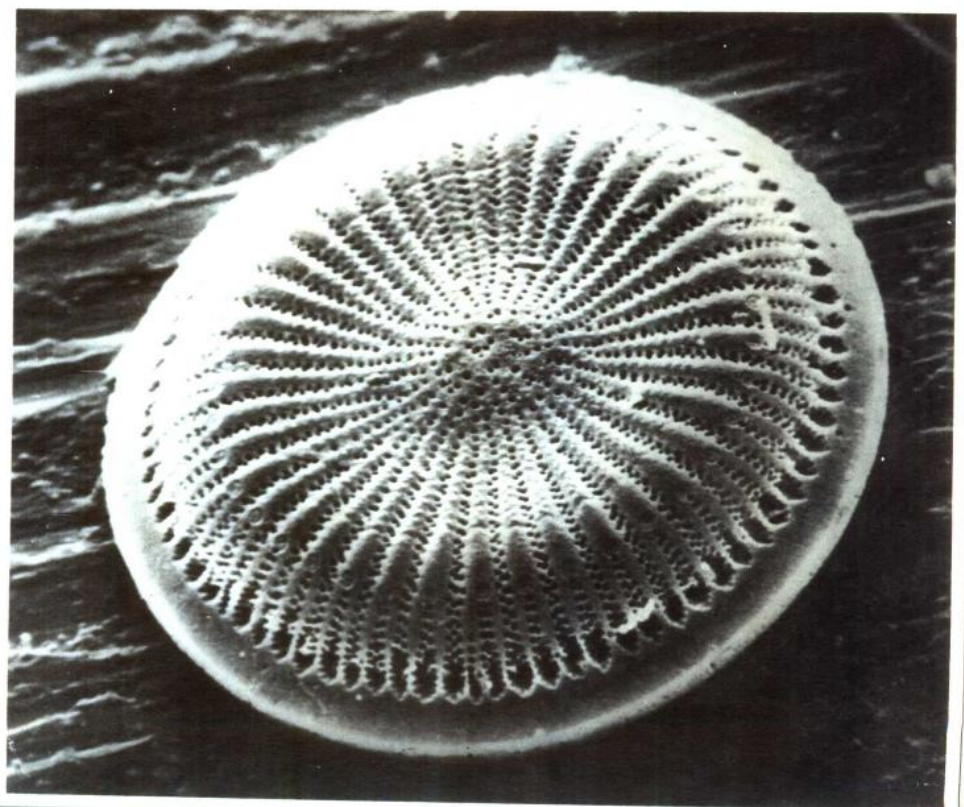


可使深層的海流急速上升到表面，所以此種地帶一向被認為是最佳的漁場。

浮游生物對食物鏈的重要性也不可過於高估。雖然某些藻類可生產百分之五十的蛋白質，但人類的消化系統却無法將其消化。浮游生物的蛋白質必須經過魚類、甲殼類與海洋中其他生物形式的加工後才可作為人類有用的食物。

有人曾嘗試在海域中添加營養鹽作海洋肥料，以促進浮游生物生長，並提高魚類的生產。試驗結果每 4,000 平方公尺海域的魚類生產可高達 2 噸左右，但目前魚類養殖的科學尚在啟蒙時期，有待進一步研究。

本頁之照片乃顯示不同種類之浮游生物。
左：為透明之灣洋無脊椎動物 *Salpa* 屬之羣聚。
下：左方為成羣的橈足類；右方為電子顯微鏡掃描所見的矽藻。



前頁上端之四幅連續圖片為說明季節如何影響浮游生物之族羣。夏季之較強日光可使其在較深處取食，秋季多變之氣候可攪動底層之養分使其上升。

左：浮游動物為密集之浮游植物所吸引，將其消費後，再移至附近短時間內發育形成之密集的浮游植物處去取食。

浴室管路 Plumbing, Bathroom

現代浴室的舒適、可靠以及普遍，是近代文明值得一談的成就。但實際上在沒有多久以前，大部分的人還只是使用壺或碗來盛水沐浴，如廁的設備也只是簡單的便壺以及便器而已。而更早以前，河流既是浴室，也是廁所。

今天，幾乎每一家都裝設衛浴設備管道，浴室不再是一種奢侈，而是現代社會中代表個人清潔與衛生的基本設備。大多數浴室都裝有便器、盥洗台、浴盆或是淋浴設備。歐洲的家庭通常都另有洗身盆(bidet)，這是一種用來作局部洗淨的低淺器具。

浴盆

所謂浴盆是一種盛水的盆狀容器，大小足以容納一人或多人，通常人們在浴盆中清洗身體，但也有作水療(water therapy)的。現代衛生學提倡個人沐浴，但在羅馬帝國時期，浴室不僅是清潔身體的地方，同時也是社交和推廣文化的場所。西元 211~217 年建於羅馬，龐大且華麗的克拉卡拉浴室(Baths of Caracalla)，可以容納 16,000 人同時共浴。由於當時還沒有發明肥皂，所以羅馬人用砂當清潔劑。

到了中世紀的黑暗時代，個人的清潔衛生在社交中並沒有受到特別的重視，像羅馬那樣的華麗公共浴室也不再出現。那時皇室貴族居住的宮殿，都備有可置於地面的木製或金屬製澡盆。這種形式到了十八、十九世紀演變成狀似大型高跟鞋，可供浴者斜躺的澡盆。

由於室內可裝設衛生管道，一些現代化的浴室設備已移入室內。第一具利用室內管路工程而裝置的浴盆出現於十九世紀。當管路的裝設工程變得越來越複雜時，老式的四腳置於地面的鑄鐵浴盆，逐漸被連著浴室牆壁的陶裝浴盆取代。目前這種新式的浴室設備已完全看不見管道，並可控制水溫。

淋浴

多數的浴盆都配備有活門開關，能引導水流流向淋浴用的蓮蓬頭，蓮蓬頭再將加壓的水流變成一束力量凝聚的小水流。大部分的蓮蓬頭都可以調噴水的大小，有些甚至能振動水流，有按摩的效果。

最初的淋浴，可能只是往某人頭上澆下一桶水而已。但到了工業革命初期，它變成使用公共浴室者先清潔身體的一道手續。單人使用的淋浴設備的歷史待回溯到

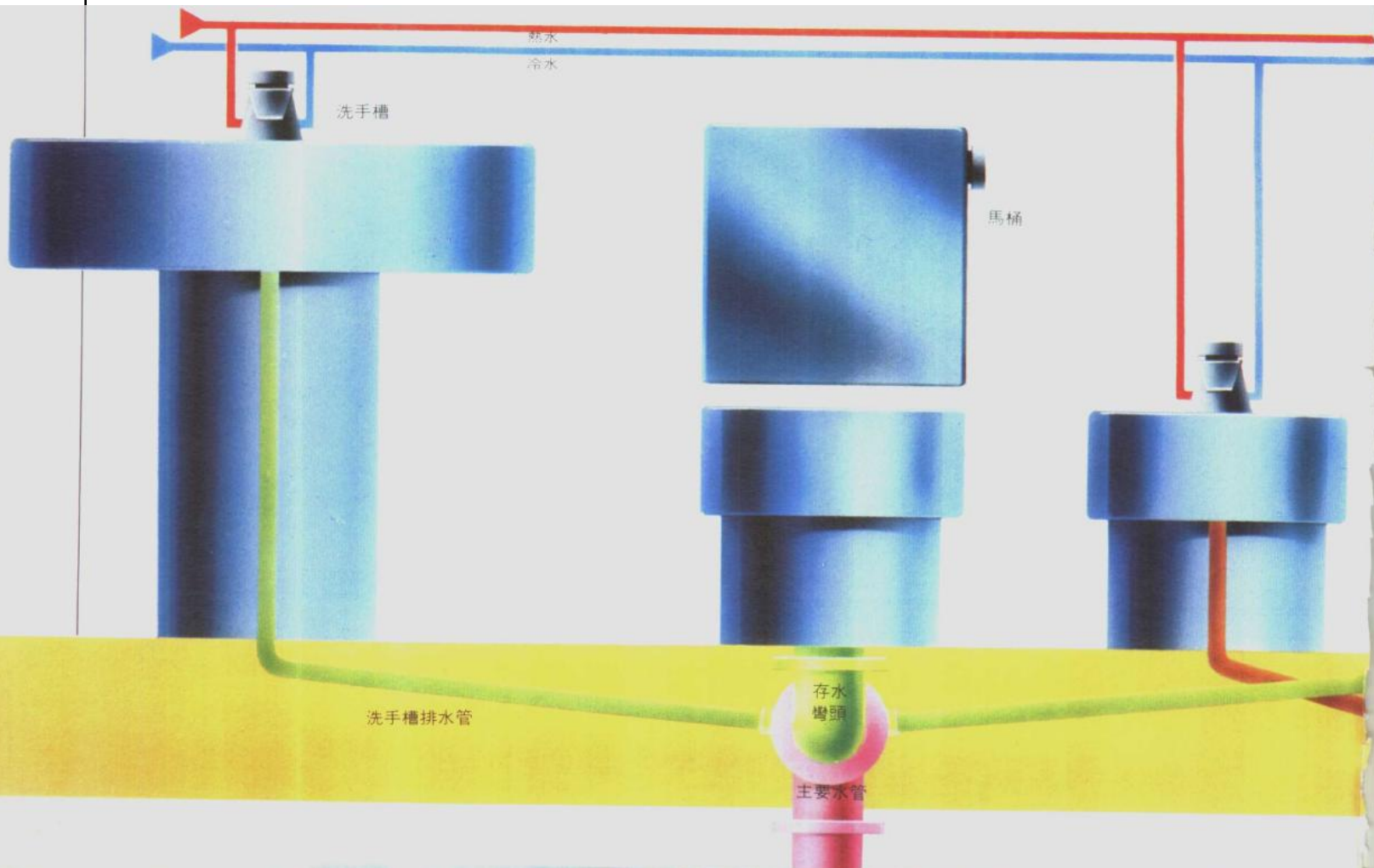
西元 1870 年代，當時浴者坐在一張小板檯上，以一隻手搖槓桿將水自桶裏壓向蓮蓬頭(某些形式的手搖槓桿，甚至能同時控制一把刷子上上下下替浴者刷背)。

盥洗台

盥洗台(或稱洗手台、洗臉台)像一個迷你浴盆，通常以陶瓷作成，可以在盆內放入冷水或熱水，供洗臉、刮鬚、洗手等使用。多數的盥洗台都與牆壁相連，為方便起見，通常與腰齊高，也有控制冷熱水的水龍頭。

水龍頭無論是用在浴盆或盥洗台，基本上都是一個控制水流的活門開關。流到家裏的自來水，都是以重力或機械方式加壓，如果水龍頭沒有栓緊，水就會不停的流。流失水量的多少視縫隙的大小而定，我們扭開水龍頭時，事實上就是打開了一個大的縫隙。

每個水龍頭都有一個握手開關，扭轉開關時，一小片像螺絲般的金屬就朝活門的底座方向下降；這螺絲底部附接著一個金屬的活門圓片，大小和形狀恰好配合流水孔的大小形狀。當我們將水龍頭握手開關順時針方向儘量扭緊時，螺絲就推動活門圓片向底座方向，而將水流關閉。



水龍頭中的兩個金屬部分——活門圓片與活門底座，並不是很好的封口，因為金屬表面容易磨損，不像橡皮它能防止加壓的水流從變形的零件缺口流失。這也是活門圓片還需要另外配上墊圈的原因。墊圈是一塊形狀像甜甜圈的橡皮，恰好能配合活門底座，而且因為質地柔軟，能承受金屬的碰撞，因而能滴水不漏的防止流失。

如廁設備

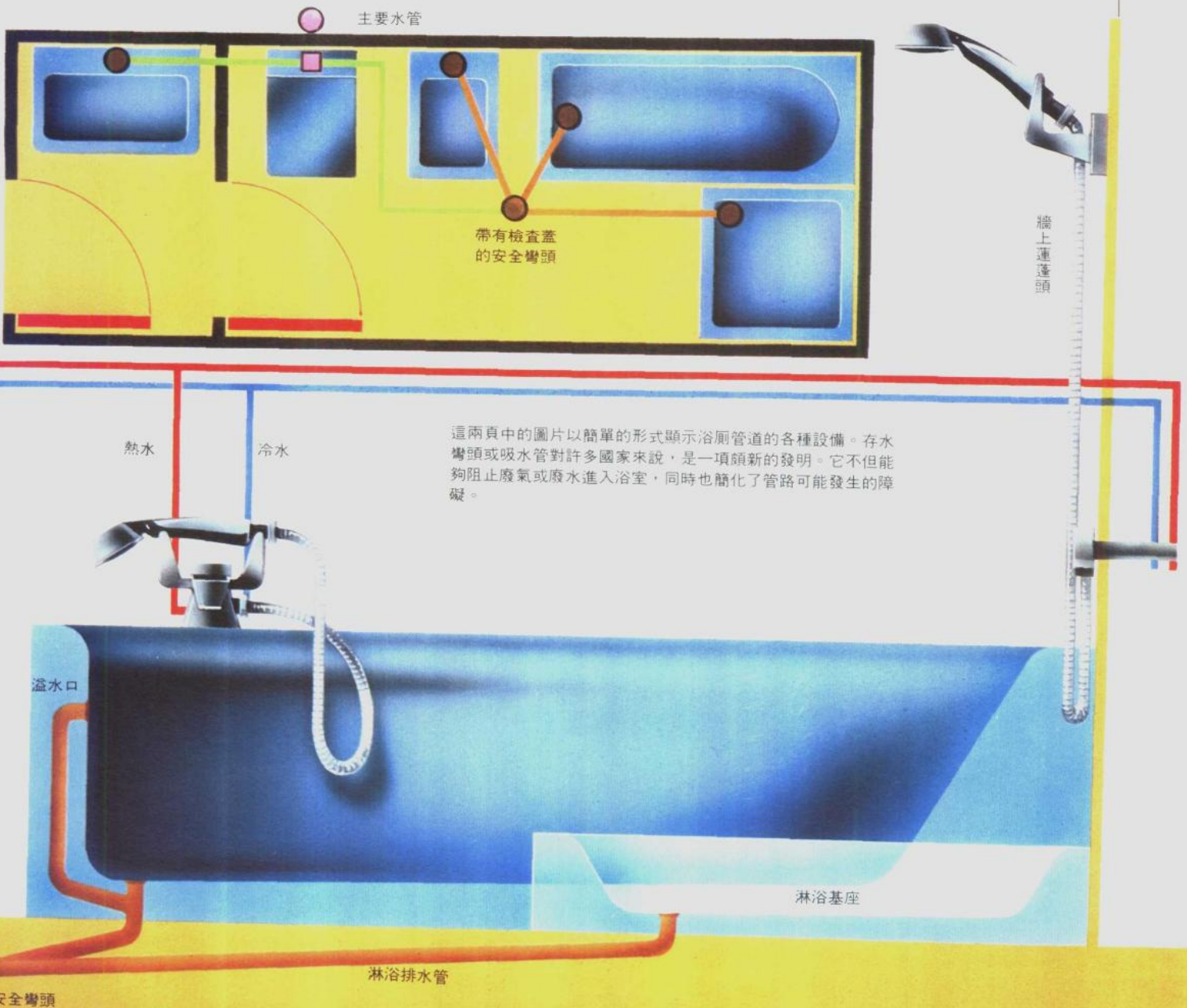
如廁設備(我們俗稱馬桶)可以說是現代浴室中最重要的設計。它是一種陶瓷製的容器，用來收集人的排泄物(在大部分的

情況下)，然後輸送到附近的排泄物處理系統(化糞池)。現在所使用的抽水馬桶直到十九世紀才出現，算是一項頗為現代的發明。在這之前，人類通常將糞便堆在挖好的溝渠中，很容易污染水源，引發痢疾和傷寒。

現代的馬桶設計，有一套簡易但却極為有效的抽(沖)水系統，這主要是仰賴馬桶內「S」形的特殊曲線管道設置。這種設置在按下沖水鈕後，會使馬桶中的水產生向下的沖壓力，水壓的力量可將糞便沖出管道。將糞便自家中浴廁排出的管道一般稱為「糞便管道」。

馬桶的水通常都儲存在後方的水箱中。沖抽水的動作是藉一條鍊子帶動開關，在水箱中產生虹吸作用，使水經過沖水管而沖到馬桶中。在按下沖手握把時，沖水管上方的沈浮活門就被掀開而讓水沖下。當水箱中的水流空時，這個活門會再慢慢的回復原位。

水箱重新進水的方式很巧妙，裏面的一根水平棒子一端附接著活門調節，另一端則接著一個浮球。當水箱水滿時，浮球浮於水面迫使水平棒以機械動作關閉活門，而停止水繼續流進水箱。沖水時，浮球隨著水面下降，水平棒(以樞軸的方式)便將



活門拉開，如此水就開始進入水箱，直到浮球回升到足以關閉活門的水面位置。

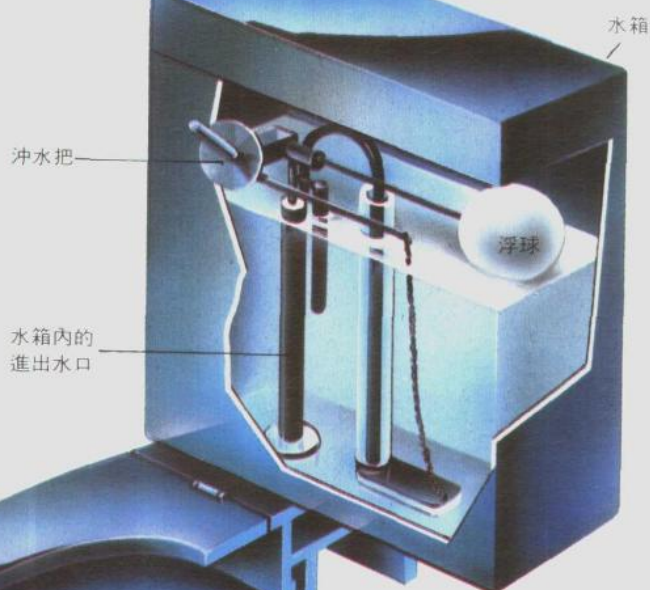
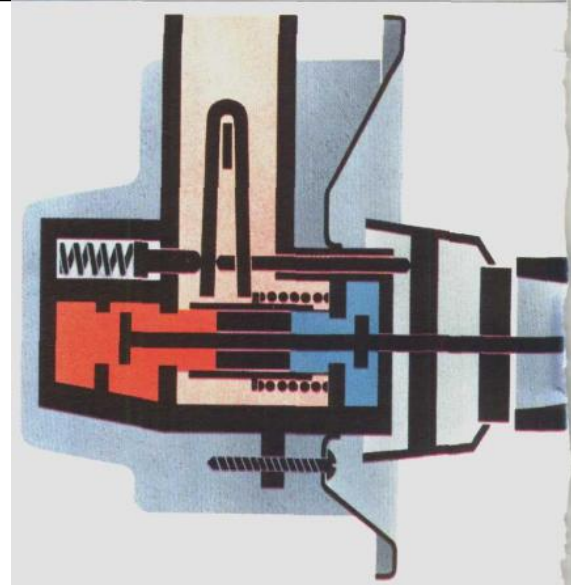
設備與管路

管路系統是否完善，決定浴廁設備的功能與效率。在典型的住家裏，一般有兩套獨立的管道網路，其中一套供水系統載送可飲用的水到浴盆、水槽、洗碗機、洗衣機，以及其他的設備，正如人體中的血管輸送鮮紅帶氧的血到各個器官一樣。另一組排水系統，則將一些固體的廢物和使用後的水送出住屋，排到附近的廢水處理系統，這也恰如人體內的廢物送到腎臟的

血液輸送系統。

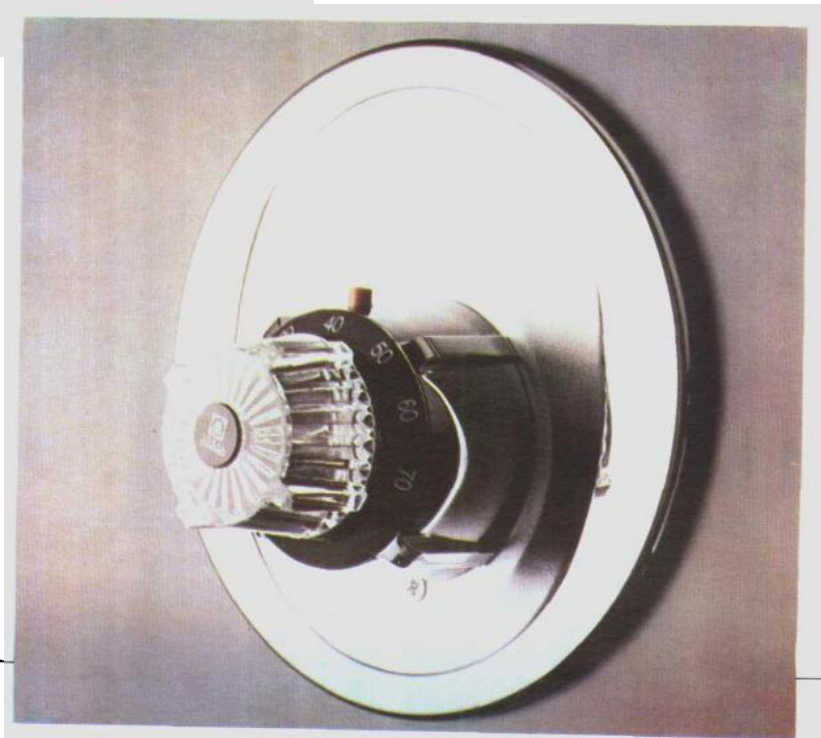
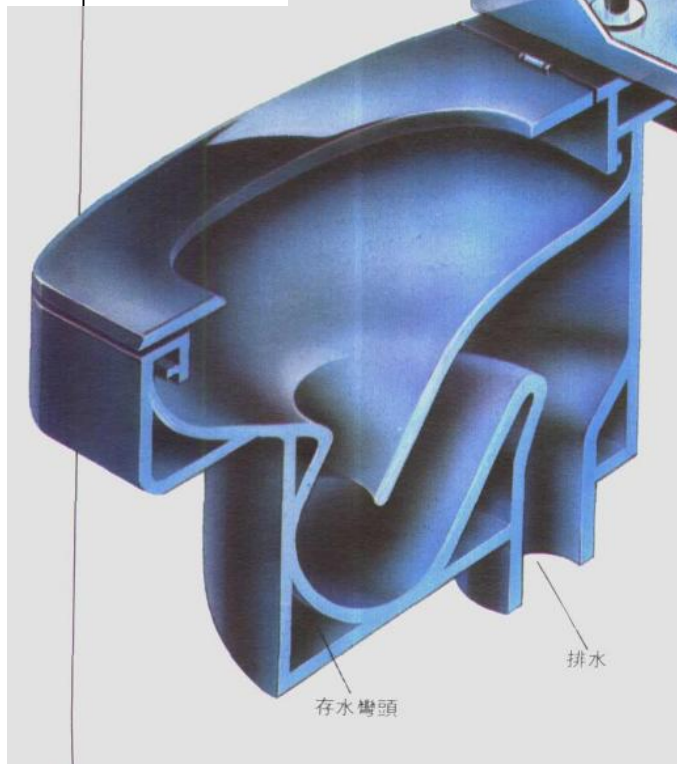
浴室的設備由上述兩個系統組合而成，其中之一有故障，整個衛生水道系統將馬上陷入停頓，就像是接錯的線路導致電流短路一般；如果排水系統與供水系統因水管阻塞而接觸，則系統就會停工。為了防止這種情況發生，所以發展了許多管路的安全設備。

最簡單普遍的安全設備，是所謂的存水彎頭(sanitary trap)，它通常裝設在浴室設備的下方。這種 U 型的彎頭通常設在盥洗台下方。盥洗台在使用時，部分的水流存於 U 型管(通常約 5 公分高)中，這



左：馬桶的縱剖面，顯示其主要組件。水箱中的水在沖水之後自動進水，直到水面回升，而浮球則帶動關閉活門。

下：冷熱水調節合併為一個調節鈕的水龍頭，由於能夠精確的控制水溫，因此在家庭中越來越普遍。下方的旋轉調節鈕剖面顯示於上。紅色和藍色部分分別表示冷水與熱水；中溫的水則以淡紫色顯示。



恰好成爲供水水槽與排水系統間的阻隔，其主要的功能在於隔絕廢水管的有害臭氣，及一些小蟲或細菌由管道侵入住宅。在浴盆和馬桶的下方，也同樣具有這種U型彎頭。事實上，馬桶中的水也正是部分彎頭的水。

在兩種情況下，這種安全彎頭設備可能失效。一種是當排水系統的廢水與惡氣倒流入浴室設備時，另一種危險是因虹吸作用使排水管的壓力完全將彎頭中的水吸光。這兩個問題都與壓力有關，必須以好的通氣系統來減輕問題。

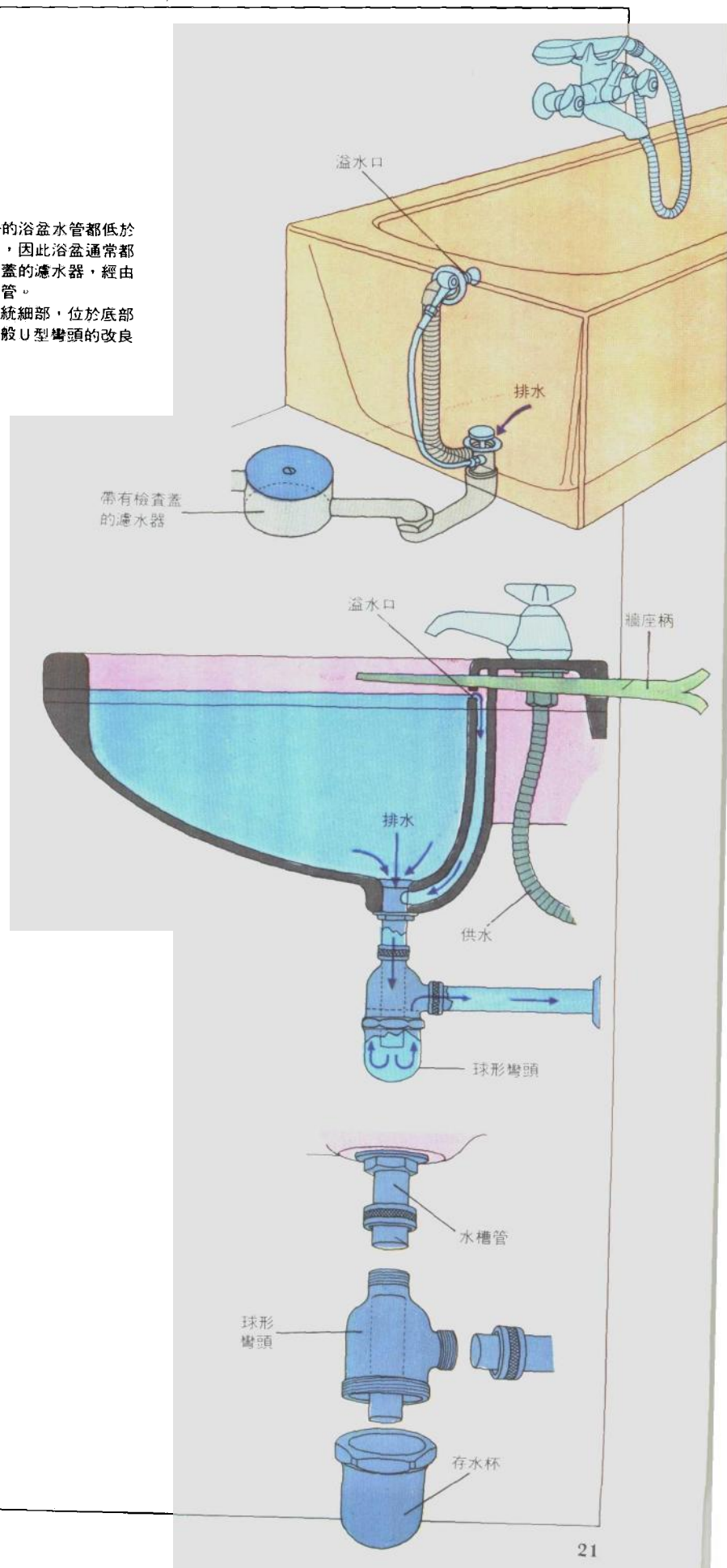
多數的建築在屋頂上都有一個開口(烟窗或通氣口等)，形成部分的通氣系統。它通常與屋內的各種通氣管路連接。雖然外表看不出來，但這些通氣管道與浴廁中設備的管道均有連接。當水管中的氣壓太低時，則可自通氣口吸入空氣；當氣壓太高時，可自通氣口迅速排出，而隨時維持正常。

當水很快的從細窄的水管中流過時，能將空氣隨著水流方向吸走，因此造成壓力的不平衡。這種情況形成水管部分真空，如果真空部分夠強，則能自通氣口吸回空氣而恢復壓力平衡。因此，通氣設備是必需的。

當排水管中的氣壓過高，則發生相反的情形。例如當水管中的氣壓突然高過大氣壓力時(如當空氣被急流沖水壓迫到支管時)，受壓的空氣可能沖破安全彎頭；但是如果有通氣系統，則能安全的將空氣排出，直到系統恢復穩定爲止。

右：由於大部分的浴盆水管都低於地面而不易觸及，因此浴盆通常都配裝有附帶檢查蓋的濾水器，經由這裏可以清潔水管。

下：水槽排水系統細部，位於底部的球形彎頭是一般U型彎頭的改良形式。



流行性感冒 Flu

流行性感冒並不是什麼新鮮的疾病，早在西元前五世紀，希波克拉底(Hippocrates)就曾描述過其症狀。很不幸地，這些症狀仍然到今日相同：畏寒、發燒、全身酸痛、咳嗽及打噴嚏等。即使流行性感冒在二十世紀已造成了數百萬人的死亡，是種嚴重的季節性疾病，但是，我們仍然漫不經心地忽略了它(在今日，「有點感冒」和「有點不舒服」幾乎是同樣的意思了)。

流行性感冒是一種病毒引起的呼吸道疾病，此病的流行性很高，據估計，在西元1918年的大流行中，約有9億人感染。

流行性感冒的潛伏期只有24到28小時，往往在發病後三天病情就減輕了，但是這種病會引起嚴重甚至致死的併發症。

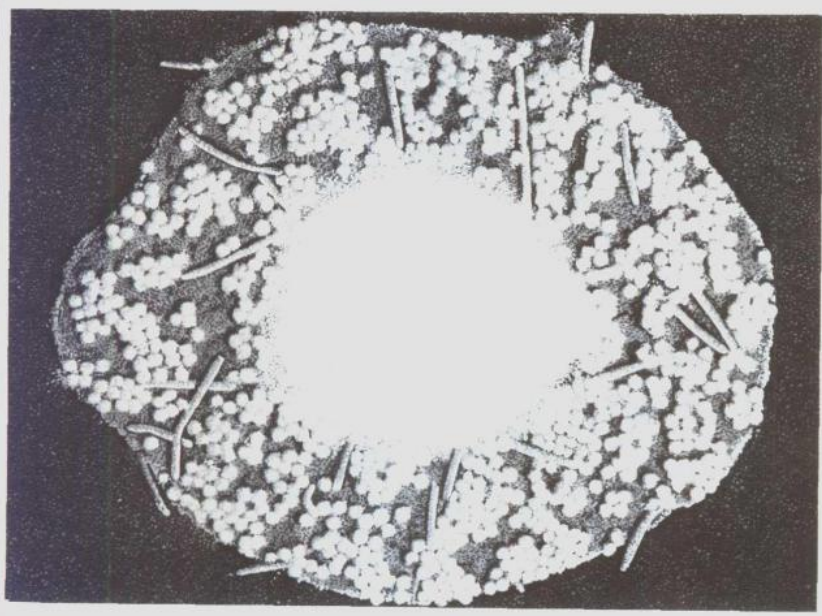
感染後的變化

流行性感冒帶給人類身體上的一切病變，肇端於微小的流行性感冒病毒——層蛋白質鞘包圍著一串細小的RNA，全部直徑只有100毫微米。人類能被A種類病毒所感染，而導致大規模的流行，也能被B種類病毒所感染，而造成區域性的發病。這些病毒侵犯呼吸道及肺的表皮

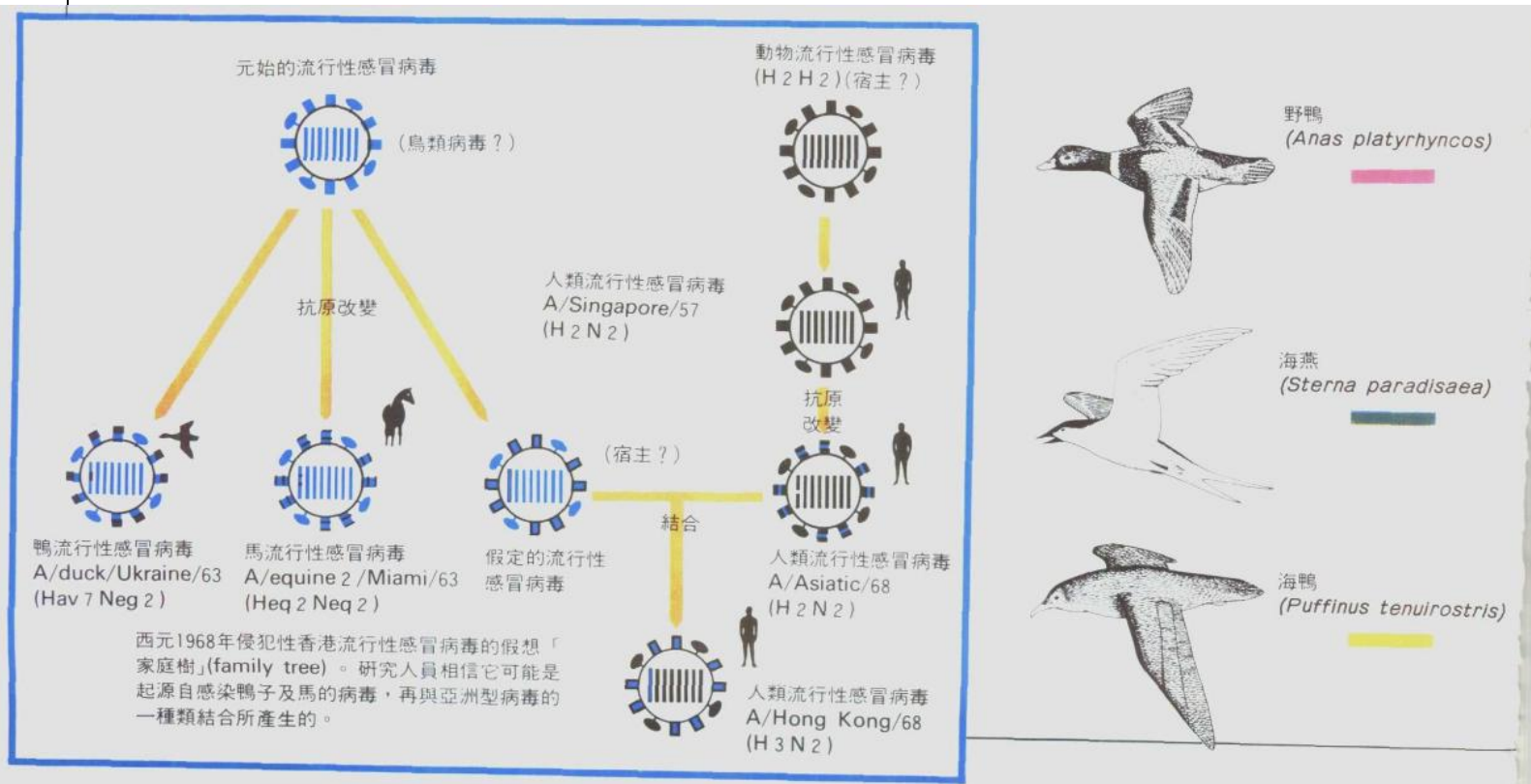
細胞，正如傷風病毒侵犯鼻腔的表皮細胞一樣。病毒必須侵入宿主細胞(host cell)才能增殖，一旦進入後，就增殖地非常迅速。

在病毒侵入以後，身體會產生抗體以及特化的細胞攻擊外來的侵略者。不幸地，在流行性感冒的案例中，抗體只能攻擊傳送中的病毒，也就是說，只能攻擊那些位於表皮細胞以外的病毒。病毒感染造成鼻腔黏膜發炎，導致水樣液的產生，這些液體稀釋了病毒，趁著打噴嚏的時候，將病毒排出鼻腔。

這沖洗的過程，是同時由數百萬的細胞所進行，也產生了大量的分泌液。傷風感冒只會覺得流鼻涕很討厭，但若得了流行性感冒，病情會更加嚴重，分泌液堆積在肺內，阻斷了肺中氧氣的交換，而造成病患(往往是幼童或老年人)呼吸困難。這種



左：顯微照相顯示一部分為流行性感冒病毒所感染的肺組織。流行性感冒是一種呼吸道疾病，雖然本身往往不會致死，但卻能提供適合的環境，引起更嚴重的併發症，如細菌性肺炎。
 右上：人類並不是唯一受到流行性感冒痛苦的生物。顯微照相顯示雞的紅血球也同樣受到流行性感冒病毒的感染。
 下：候鳥可以將此病由一個大陸帶到另一個大陸去。圖中所示的鳥類都和特定的流行性感冒流行有關，牠們遷居的路徑都顯示在地圖上。





情況很少發生，但是肺內能很快充滿分泌液而沒有任何症狀。

通常，流行性感會減弱呼吸系統的抵抗力而引起併發感染，如支氣管炎 (bronchitis) 或細菌性肺炎等。肺內的分泌液和溫暖的環境無異為細菌提供了一個繁殖的良好條件，特別是老年人或是慢性病患更容易引起細菌併發症，因而，若感染流行性感則會更加危險。西元 1918 年，在抗生素尚未廣泛使用前，全世界發生大規模的流行性感，估計約有兩千萬人死亡

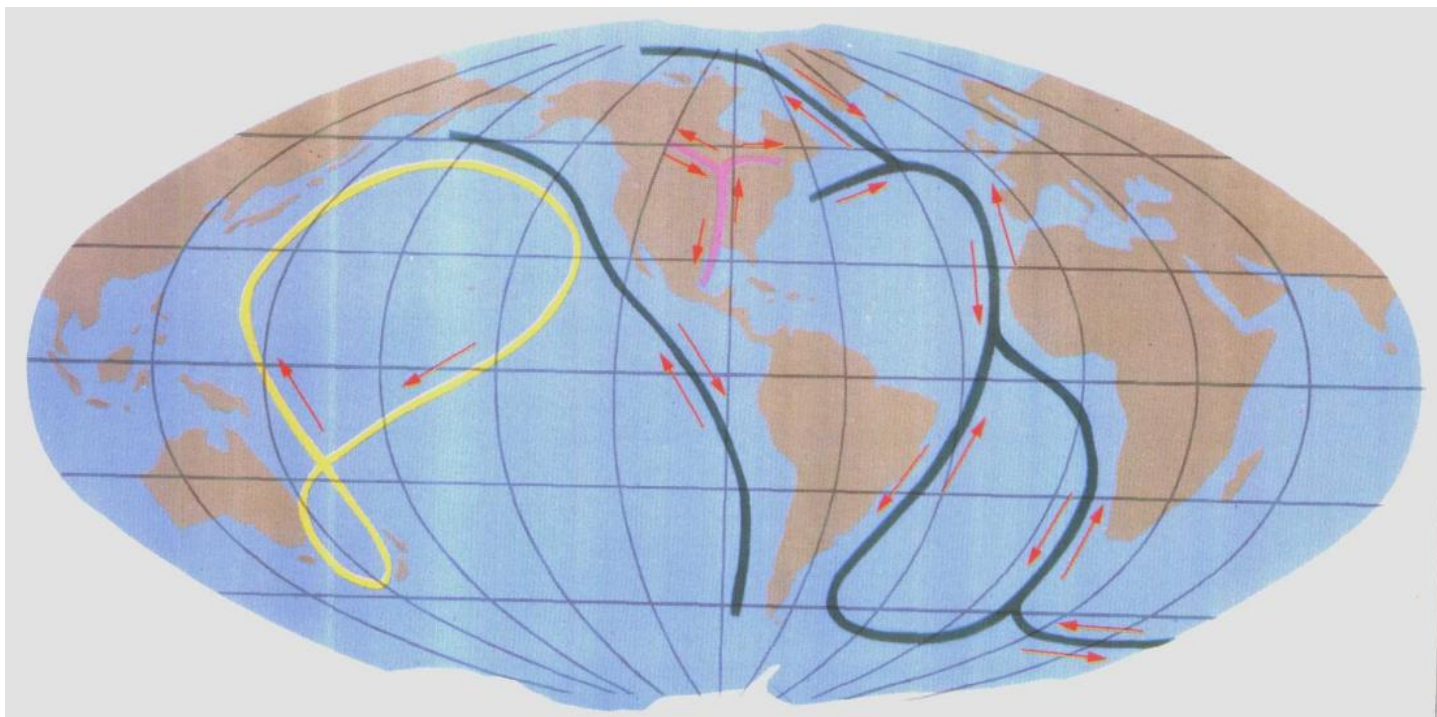
——其中光是印度，便在短短幾個月內，死了一千兩百五十萬人。

病毒突變

流行性感是個格外陰險的人類疾病，因為致病的病毒會不斷地突變。自從西元 1933 年 A 種類病毒首度被分離及證實後，病毒的基本抗原構造已經有了三次全盤的改變 (抗原是病毒的一部分，能引發宿主的抗體防衛能力)。正當人體的免疫系統建立了對抗早期 A2 (或亞洲型) 流行

性感病毒的抗體以後，這個病毒就改變了本身的抗原性，而到西元 1968 年，便搖身一變成爲新的病毒——A2 香港型。

當新的流行性感種類被分離及證實後，馬上就可製造新的疫苗，但很不幸的是，除了可減輕症狀的普通藥物外，沒有任何藥物可堪與此病毒搏鬥。雖然人們對於流行性感這個名詞的起源有些誤解 (它出自義大利文，原意爲冷天氣的影響)，但也不是全然不適合，因流行性感流行的季節也都是在秋天和冬天。



流行性腮腺炎 Mumps

你的父母也許得過此病，你或許也得過或打了疫苗，而你的小孩幾乎能免於罹患此病。流行性腮腺炎是一種能治癒及預防，但人們並未完全了解的傳染性疾病，通常發生在 15 歲以下的小孩。此病是由一種極微小的傳染性病毒所引起的，主要的症狀是耳下腺和其他腺體腫脹及高熱。

罹患流行性腮腺炎首先出現的症狀也許是高熱和嘔吐，但有時並不會發生這些症狀。被感染時首先由腮腺(parotid gland)腫大表現出來。此腺體乃是位於耳下及耳前的唾液腺，通常一邊先腫大，也有另一邊根本不會腫大。感染以後，大約有 2~3 個星期的潛伏期，這段時期沒有任何症狀出現，病毒在此時增殖，身體也準備防禦措施以對抗病毒。腫大是免疫系統開始

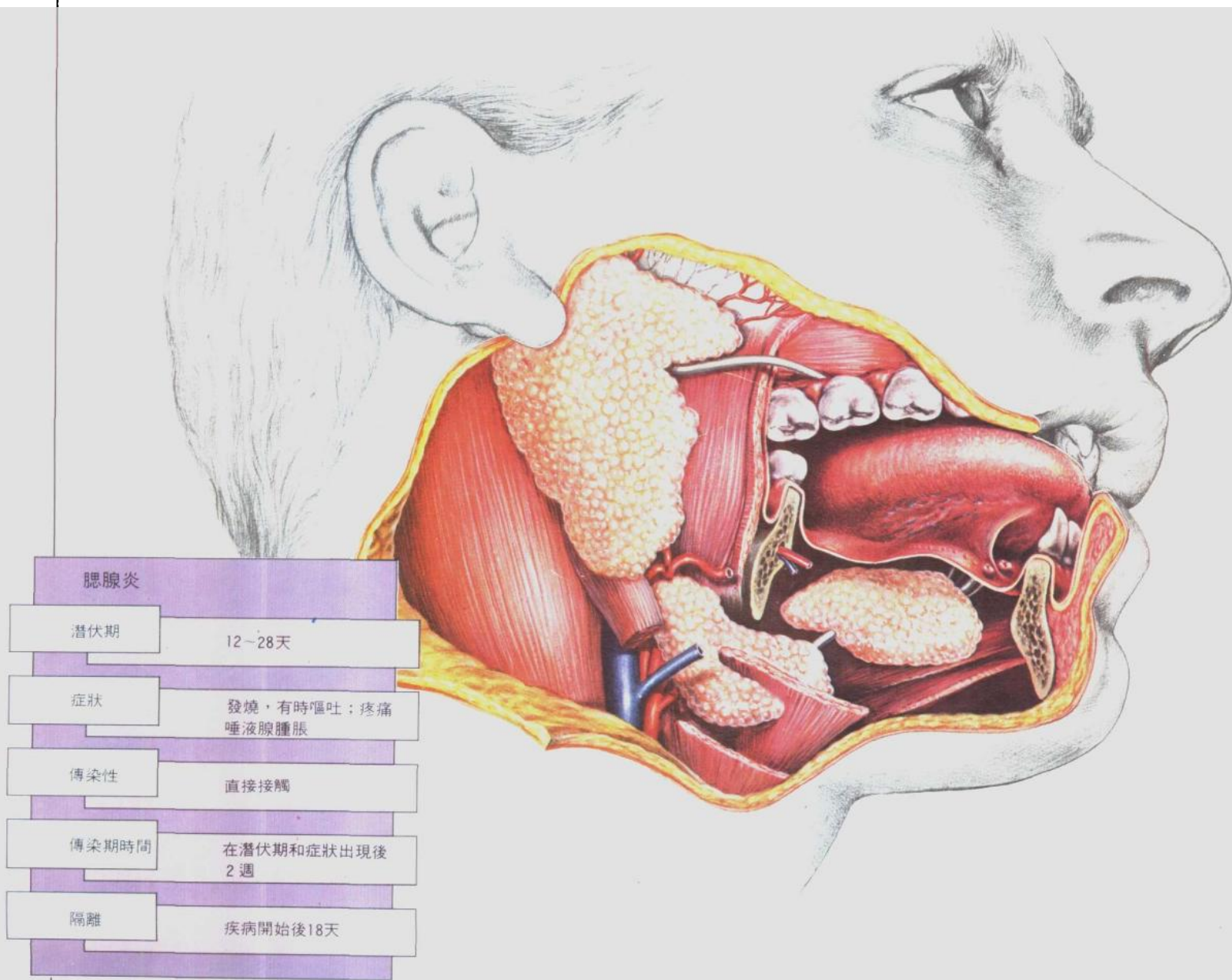
工作的證明，這是對抗有害外來物質的防禦系統，此系統可藉由不同方式破壞感染的微生物。白血球藉著吞噬作用吞下及破壞這些外來顆粒，在腫脹開始後一星期，就過了危險期，以後會完全痊癒，並使病患在罹患此病後永久免疫。

可能的併發症

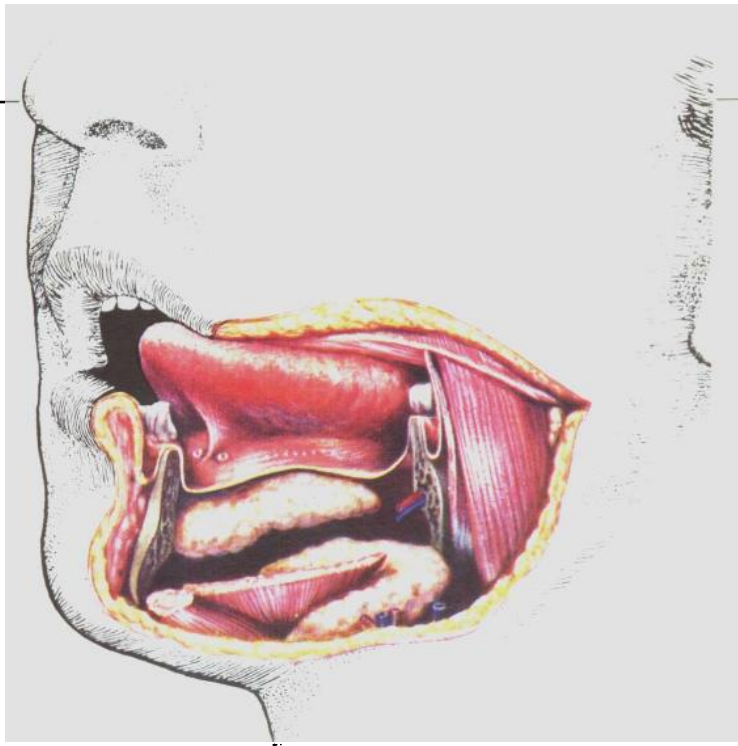
感染腮腺炎時，唯一的危險就是病毒可能散播至身體的其他腺體，特別是過了青春期的患者，病毒可傳佈至睪丸、乳房或卵巢，使這些部位腫脹或有壓痛，通常不會引起傷害，但睪丸也許會萎縮或縮小，也可能引起不孕，但相當少見。病毒也許散佈至胰臟或腦膜，但嚴重的併發症也非常少見。

免疫性

有數種方法可對腮腺炎產生免疫，此乃依靠身體產生抵禦腮腺炎的特異抗體。一旦感染此病，人體就開始產生抗體，而且終生持續，於是有了永久性的免疫。最普遍的免疫是經由疫苗接種(vaccination)，小孩在 15 個月大時，都應該接受預防注射，在已開發國家中，這類的疫苗相當普遍，以致於現年 20 歲以下的人，大概就不會得腮腺炎了。不幸的是，引入這些接種服務至世界上較不開發的地區時，通常會拖延一段時間，但終究每個人都會有疫苗接種。另一種預防腮腺炎的方法是天生就有免疫力。醫師在注射疫苗前檢查小孩和成人的免疫力時，發現有些人天生就具有免疫力，所以當然不必接種。

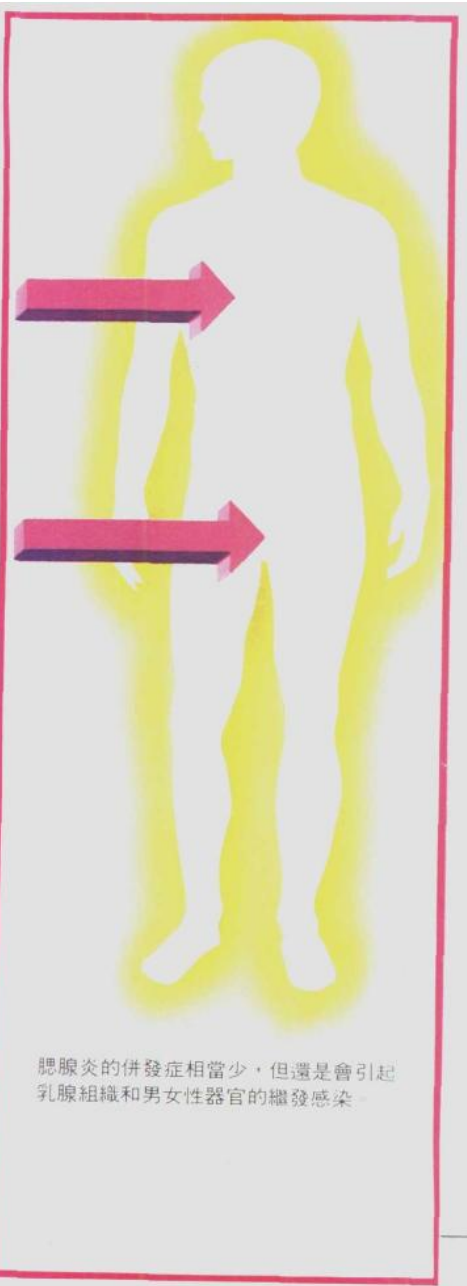


本頁及右頁的兩張解剖圖展示唾液腺的位置，此乃腮腺炎感染的最初位置。腺體的病毒發炎引起疼痛、腫脹，有時暫時性地阻止下顎運動。腮腺炎通常持續 6 ~ 10 天，而沒有永久性的傷害。

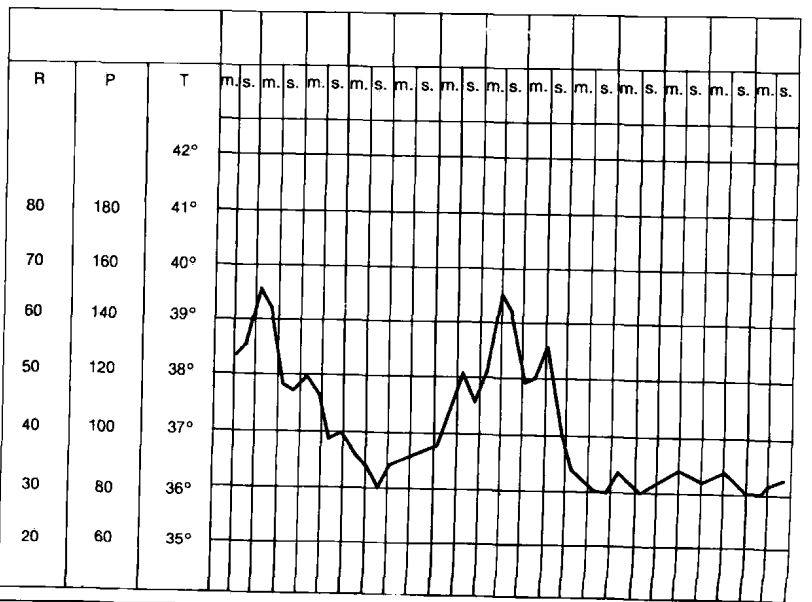
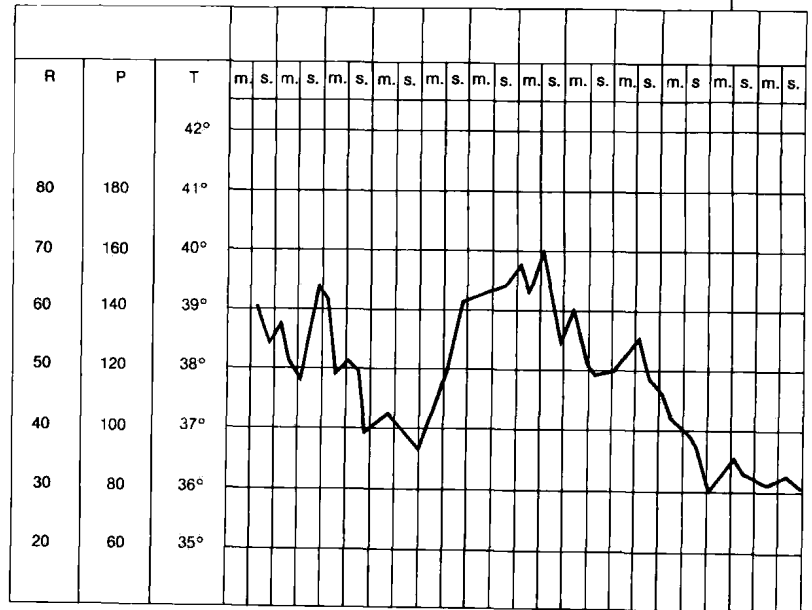


儘管我們有疫苗，但仍無法完全了解病毒引起感染的基本機制。病毒是目前我們所知的最小的傳染病原，只有藉著電子顯微鏡才能看見。侵入的病毒傳送它的核酸（生植物質）至寄主細胞，強迫它幫助病毒的增殖，然而如何進行仍是一個謎。

醫師面對這些罹患腮腺炎的人，基本的治療就如同對感冒或發燒的患者一樣，通常會指示病患臥床休息最重要，同時也要有良好的飲食及足量的水分。藥品如阿斯匹靈可適用於減輕疼痛、消腫及降低體溫，然而這些對病毒都沒有直接的作用。身體的防禦機構在一段時間後，就能中和侵入的病毒。



右：熱度表(fever charts) 追蹤伴隨著腮腺炎(下)和睪丸炎(上)的發炎的變化。睪丸炎是在腮腺炎中睪丸的繼發感染。在此圖中，R 代表呼吸速率，P 代表脈搏，T 代表溫度，m 和 s 表示在早晨及近黃昏時所量的溫度。



腮腺炎的併發症相當少，但還是會引起乳腺組織和男女性器官的繼發感染。

流星 Meteor

西元 1833 年 11 月 25 日，美國康乃狄格州觀察者日報的一位記者，在一篇報導中寫著：「我們認為在星期三早晨所看到無數火球的隕落……是令人恐懼的最後審判日前兆。」他所描述的現象其實是一場流星雨，而其景觀正巧與聖經上創世紀篇所敘述的前兆相同：「天空中所有的星星都次第墜落到地面，無花果樹在強風的吹拂下結出不合時宜的果實。」據報導，當時的流星雨在美國的大部分地區都可以看得到，同時也引起人們的恐慌，天空似乎下了好幾小時的火球和星星。

但是據事後的報導並沒有任何人受到傷害，也沒有任何隕石掉落到地面上。那些造成流星雨的隕石，似乎在到達地面以前，就在大氣層中燃燒殆盡了。

流星和隕石

流星通常在夜空中一閃而過，它並不是真正的星體，但一顆接近地球的流星，其光度往往超過所有的星體。這些壯觀的流星稱之為火球或是大流星。有些大流星甚至連滿月的光輝都為之黯然失色。它們通常都有劇烈燃燒的火焰，以及一條發亮的灰塵尾巴，其光度可以持續數秒鐘之久，有些甚至可長達數分鐘。如果它在白天劃過天際，則尾巴在陽光下，會顯得較為灰暗。

流星其實就是飄浮在星際間的小物體，也叫隕石，主要是由冰、小石塊以及砂等物質構成。它們墜落時，通常在離地面 90~105 公里的大氣層中便燃燒殆盡。燃燒現象則是由於與大氣層劇烈摩擦的緣故。它們以每秒 32~56 公里的高速猛烈衝進大氣層的同時，與大氣層產生巨大的摩擦力，發出高熱而燃燒。

儘管流星的速度很快，但是這個速度仍無法脫離太陽系的重力吸引，基於這個理由，科學家相信，這些小物體是太陽系與生俱來的，並且受到太陽系的束縛。

有些流星在通過大氣層後，並未完全燃盡，而落在地球表面，我們稱它為隕石。當然那些在大氣層中燃燒殆盡的流星物質化成極微小的灰塵後，也會飄落到地面，其數量相當驚人，據估計每年最少有 20 萬噸這類灰塵物質落到地球表面。

因為大部分的流星在到達地面前都已燃盡，而且出現的時間甚短，因此要研究其結構，只好從拍攝到的光譜加以分析。結果顯示石塊狀的流星通常可分為兩種：第

一種是岩石類流星(含有豐富的矽)，第二種是含鐵類流星(幾乎全都由鐵組成)。

流星和彗星在外觀上很類似，事實上有些證據顯示它們的確有關連——兩者的運行軌道屬於同一類型。有些隕石的軌道也和古老彗星的軌道符合。彗星分裂毀滅以後，遺留下的碎片就廣泛地分佈在其原有軌道上。當地球公轉時，如果恰好穿過這些軌道，則會自然地撞上這些小物體，如果這些隕石穿過大氣層而燃燒，就變成我們所看到的流星雨。這正說明了為什麼一般流星雨都是在每年的固定時刻出現。

然而並不是所有流星都來自彗星。太陽系初形成時，只是一團灰塵和雲氣，後來由於重力的作用，逐漸地收縮成太陽以及各個行星和衛星，但是在星際空間中仍然留下了很多的小物體，這些隕石撞擊到初

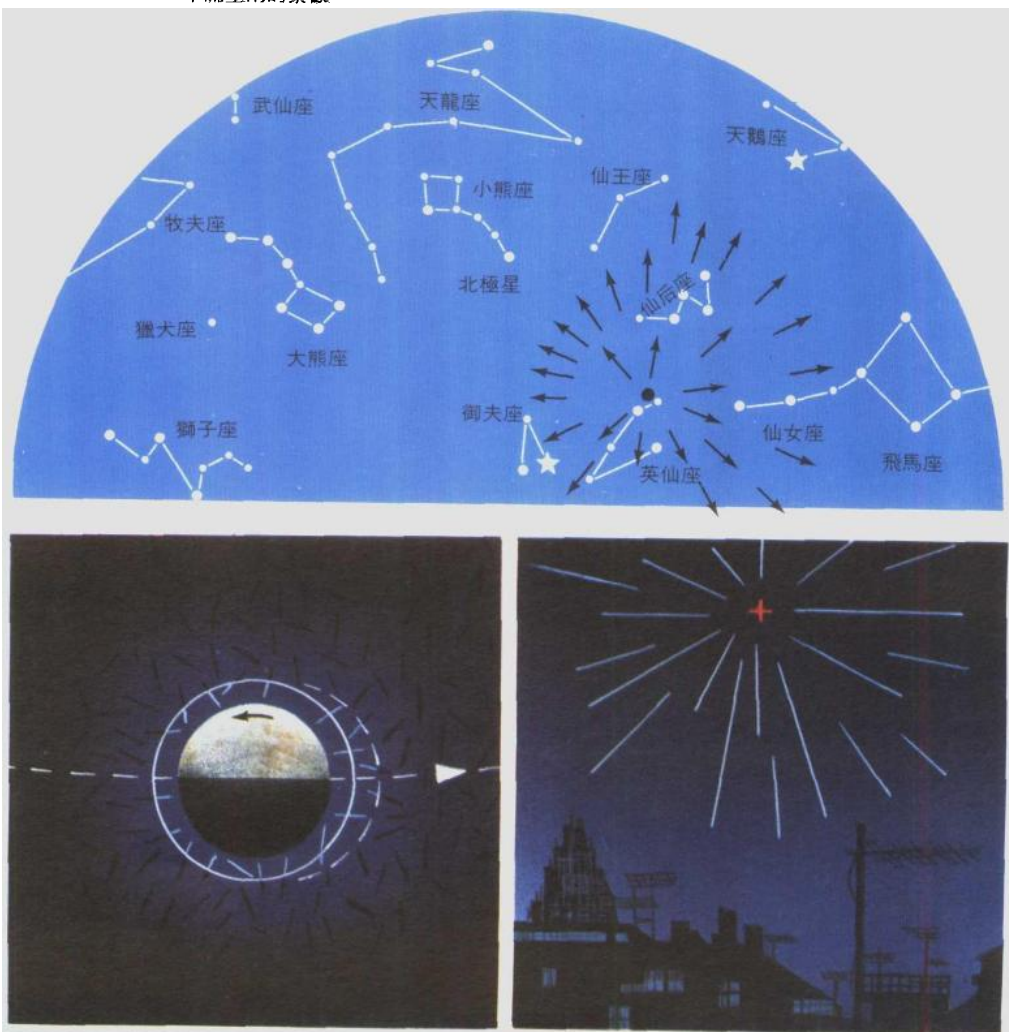
形成的各行星，例如在月球、火星和水星的表面就佈滿了大大小小的隕石坑。後來雖然行星的重力作用，掃除了大部分的飄浮隕石，但是剩下的仍然不少，當地球撞擊到這些隕石，我們就可以看到流星。根據研究有些隕石遠在 46 億年前便已存在，這更證明了這種解釋的可靠性。

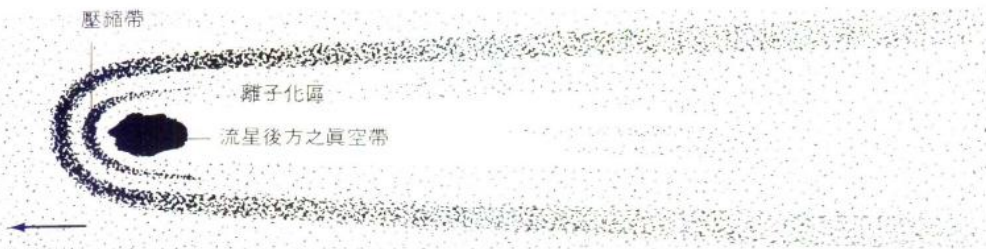
觀測流星

大部分的流星都是單獨出現，而且還要碰運氣才可以在短時間內觀看到。這種單獨的流星稱為稀散流星，據估計每年大約有 1 兆個稀散的隕石會和地球相撞。一般來說在晴朗的天氣裏，從日落觀測到黎明最少也可以看到一顆這種流星。

每年的某些時候，都固定會有流星雨出現，其中最著名的是象限儀流星雨

下：流星雨看起來似乎都是從同一點發射出來，圖中所示是英仙座的流星雨，大約在每年的 8 月 12 日，其數量會達到最多，圖中可以看出這些流星好像都是從英仙座中某一點向外輻射，這也是其以英仙座命名的原因。最下：左邊的圖說明了在黎明前，由於地球自轉和公轉的合成效應，因此此時的流星速度較快，也較明亮。右邊的圖是夜空中流星雨的景觀。

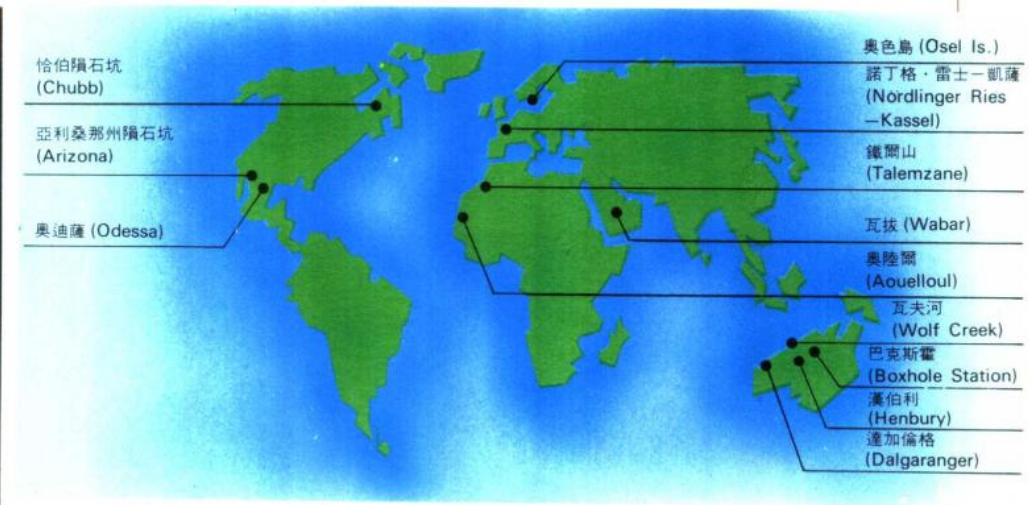
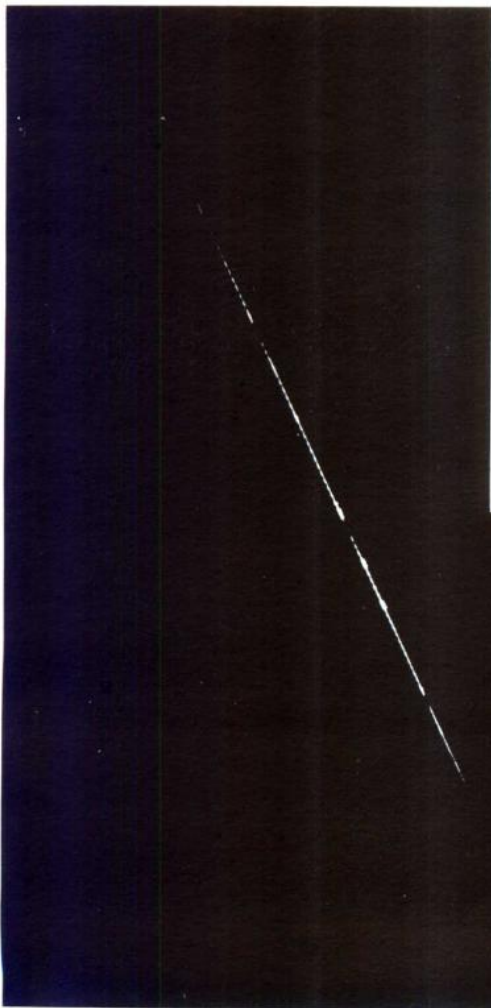




(Quadrantids), 它發生的時間從 1 月 2 日到 5 日, 平均每小時可以看到 110 個流星。其次是英仙座流星雨(Perseids), 發生的時刻是 7 月 27 日到 8 月 16 日之間, 平均每小時可以看到 65 個流星。在 12 月 7 日到 15 日之間的雙子座流星雨(Geminids)也頗為壯觀, 平均每小時會出現 55 個流星。

主要流星雨			
日期	名稱	輻射點	每小時出現流星數
1 月 2 ~ 3 日	象限儀流星雨	牧夫座	35
4 月 20 ~ 22 日	天琴座流星雨	天琴座和武仙座之間	
5 月 1 ~ 4 日 (5 月 4 日最多)	寶瓶座 η 流星雨	寶瓶座	12
7 月 25 ~ 30 日 (7 月 28 日最多)	寶瓶座 δ 流星雨	寶瓶座 δ 星	
8 月 1 ~ 17 日 (8 月 12 日最多)	英仙座流星雨	英仙座	50
10 月 9 日	天龍座流星雨	天龍座	不定
10 月 16 ~ 22 日 (10 月 21 日最多)	獵戶座流星雨	獵戶座與雙子座之間	20
10 月 15 ~ 22 日 (10 月 19 日最多)	獅子座流星雨	獅子座	20
11 月 17 ~ 23 日	仙女座流星雨	仙女座	
12 月 9 ~ 13 日 (12 月 12 日最多)	雙子座流星雨	雙子座	40

左上: 彗星和流星都有類似的橢圓形軌道, 事實上有些流星的確和彗星有關, 它們是彗星的殘渣物質, 這也說明了為什麼會有流星雨的形成。
左: 最常見的流星雨表, 輻射點是指這些流星雨的軌跡好像是從此點發出。



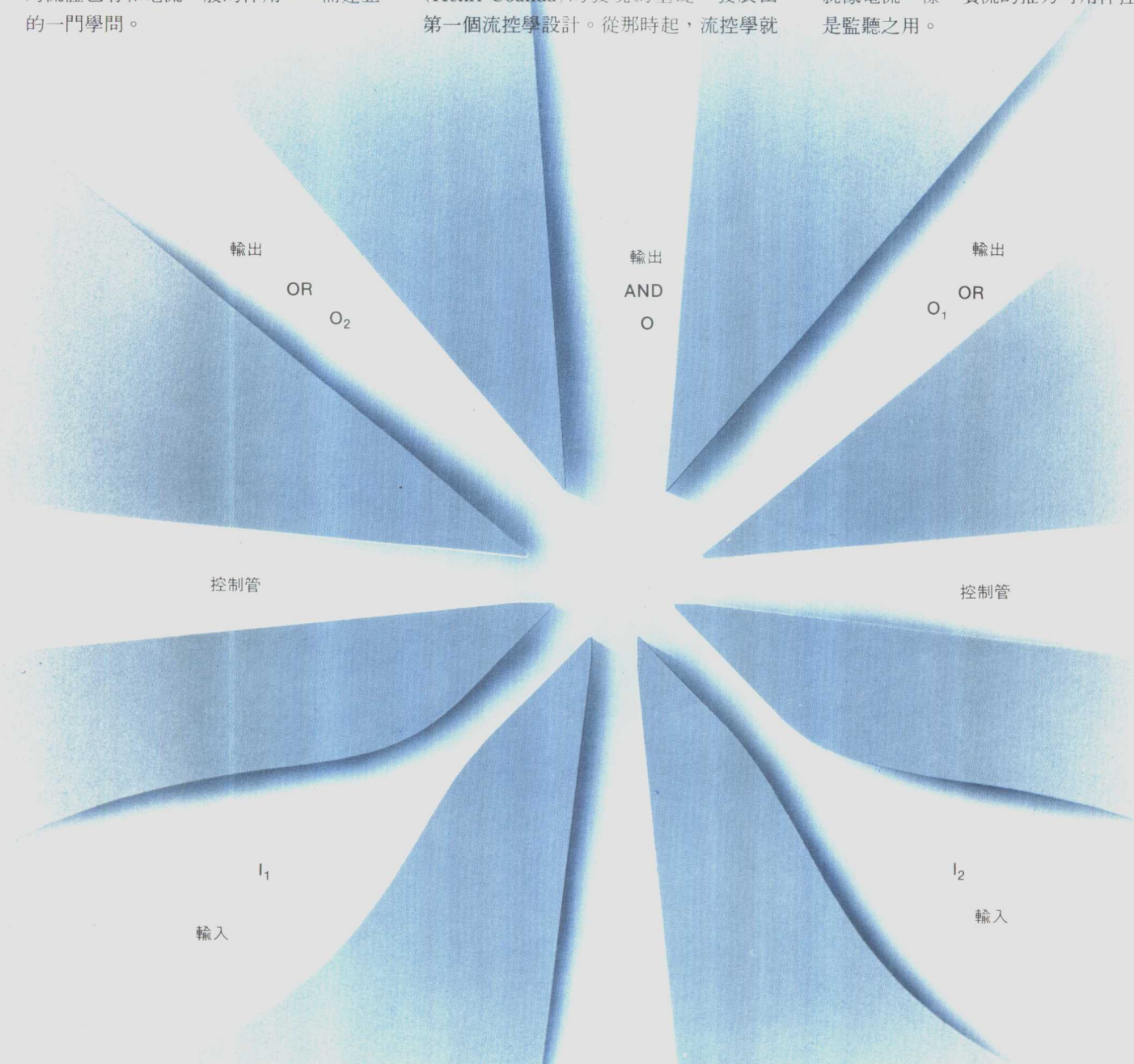
最左: 夜空中的流星路徑圖, 能夠落到地面的流星並不一定是小的隕石。
左: 美國亞利桑那州的隕石坑, 這個坑口的直徑長達 1.3 公里。在月球或是其他的行星表面也曾經發現更大的隕石坑。
上: 世界上主要隕石坑的分佈地區圖。

流控學 Fluidics

由於電學的發明，科學家和教師在講到電學基本原理的時候，都會作個比喻：電流的作用有點像氣流或水流。但是流控學却是根據相反的原理——氣流或水流之類的流體也有和電流一般的作用——而建立的一門學問。

流控學真正的發展始於西元 1959 年，美國華盛頓特區的陸軍火藥實驗室的研究。他們的理論是以西元 1920 年代和 1930 年代羅馬尼亞的工程師亨利·孔達 (Henri Coanda) 的發現為基礎，發展出第一個流控學設計。從那時起，流控學就

被廣泛的用在放大器、振盪器、流量計、計算器、感應器和自動控制活門等方面，這些設計全是以氣流或液體流動來運作的。在這方面，噴流只是作為信號之用，就像電流一樣，噴流的推力可用作控制或是監聽之用。



OR				AND		
I_1	I_2	O_1	O_2	I_1	I_2	O
1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1

孔達效應

流控學大部分的應用都利用到孔達效應 (Coanda effect)。孔達發現，如果液體噴流和其鄰近物體的曲面之間的角度不太大，其噴流都有沿著這個曲面流動的趨勢。這是因為運動中的流體會拖曳其附近的氣體分子，使這些分子隨著噴流運動(若是液體噴入其他的液體中，也會對液體分子產生相同的拖曳作用)。而在噴流和曲面間原有的分子被帶走之後，外面的分子無法填補這些空位，因為其可能的填補路線已為噴流隔斷了，因此而產生真空區域。這個真空區域便只好由噴流的分子去填補，於是就有噴流偏向曲面的現象。

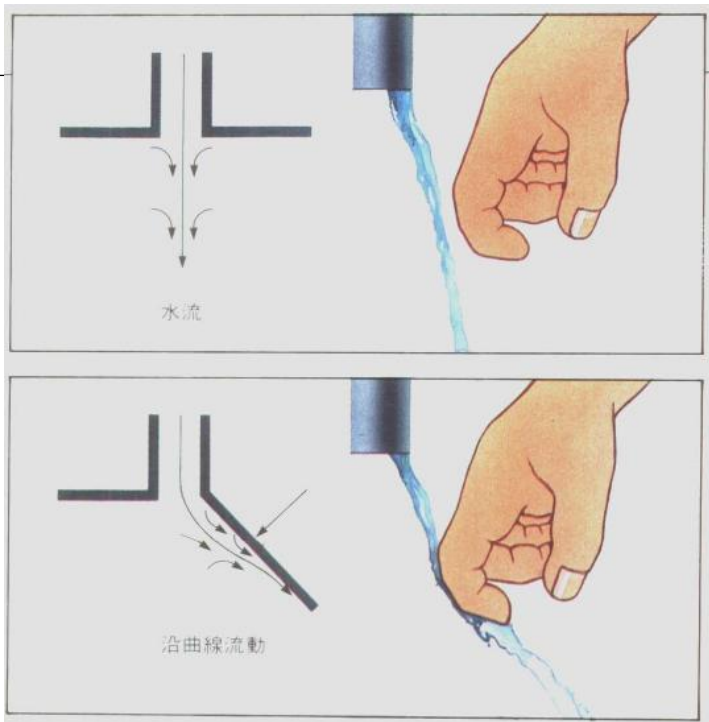
從一個普通的交替流動線路中，即一個可將 A 信號(A 噴流)改變為 B 信號(B 噴流)的裝置，可以了解孔達效應的應用情形。這種交替式流路只是一條 Y 型的小管，其兩個支管大小相等，一個相當於 A 信號，一個相當於 B 信號。噴流可經兩個小孔通到交叉區域，一個孔靠 A 邊，一個孔靠 B 邊，若想要將 A 信號變為 B 信號，則只要關閉 A 孔，打開 B 孔即可。這樣一來，液體流動的管道就完全在控制之中。

流控學的應用

這種交替式流路和其他流控線路都是實體的邏輯線路，在數學上相當於用在電腦中控制「和」(and)、「或」(or)及「不」(not)的電路。流控學事實上就是流體和邏輯的結合。邏輯線路的應用範圍極廣，特別是在工業流程的控制方面。因為氣體或流體的移動速率都比電路慢得多，所以流控線路的反應自然要比電路慢。但是不同於電路的是，流控線路可以使用任何流體(一般都用氣體)，極少有大小的限制，可以由可塑的材料製成，也不受高壓、強震和輻射的影響，更不會受到鄰近電磁波的干擾。

在具有高輻射的核子反應爐和太空船等特殊的環境中，通常都使用流控電腦，以避免因使用電路設備而引起毀壞。

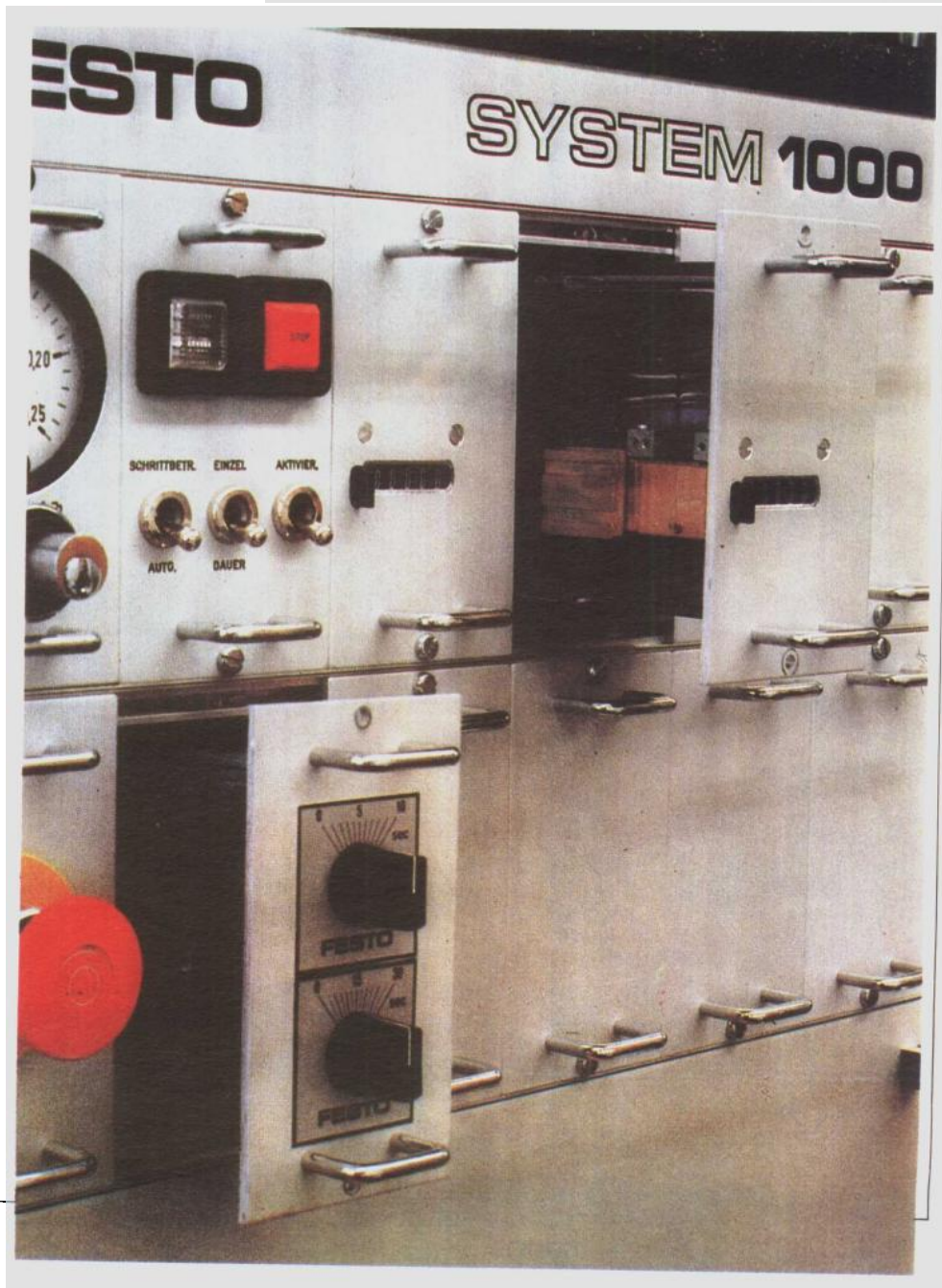
流控學也可應用在噴射引擎的空氣或燃料的壓縮控制上。在高溫或水力的工業生產控制方面，其應用也很多。在許多情況中，工程師們都優先採用流控學的設計，因為無論是對製造者，或對使用者而言，氣流的處理究竟比電流要來得容易多了。



右：孔達效應的簡單試驗，流體由管中流出後，流線會依手指的表面曲線流動。

左：在流控電腦中的 AND/OR 的邏輯結構，方格中所示的是流控電腦中輸入和輸出的二元邏輯值表示法。

下：以低壓流控來做資料分析和傳送的工業控制系統的主要控制板。



產品通用碼 Universal Product Code (UPC)

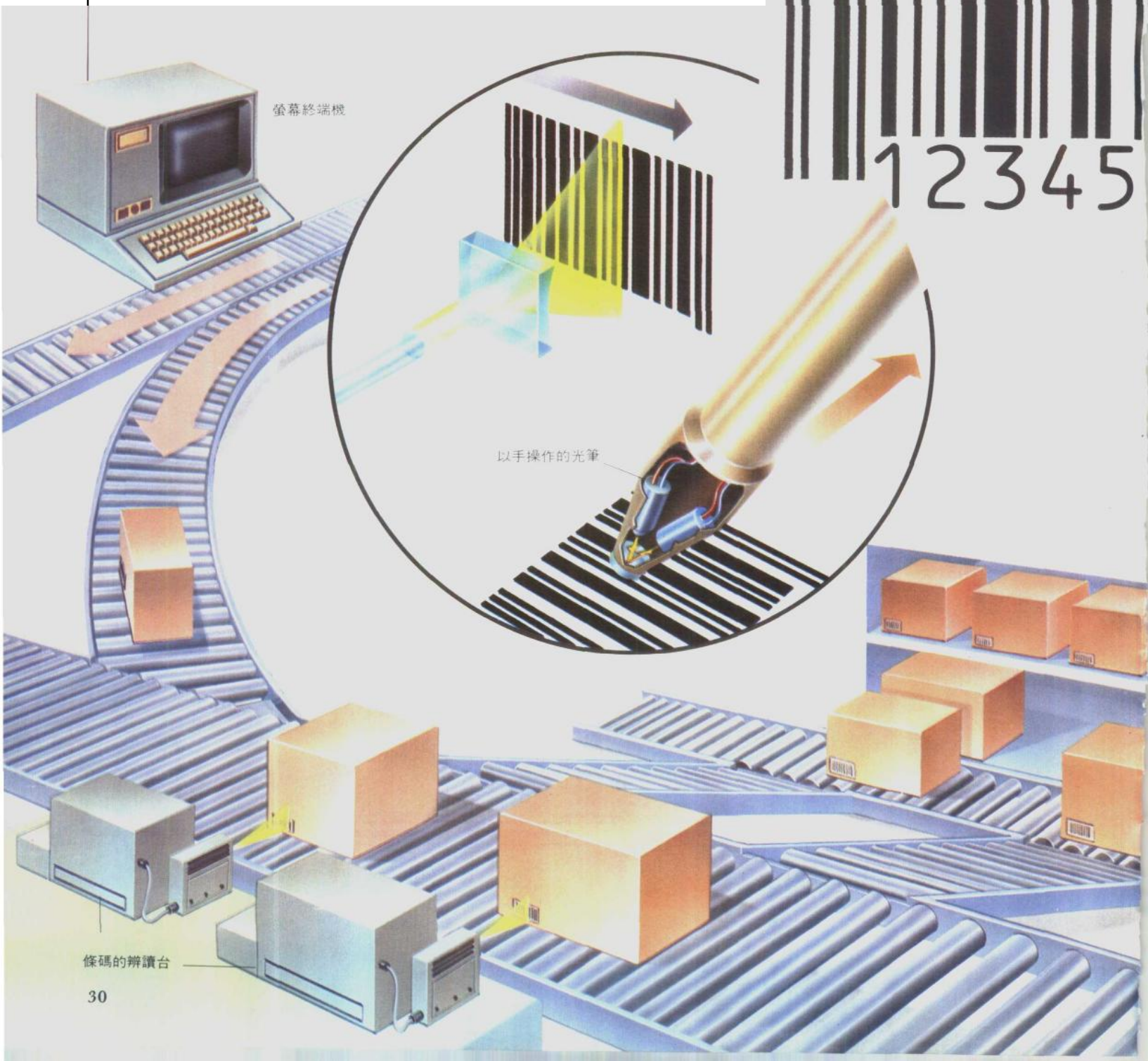
產品通用碼是現代化的社會裏常見的符號，但是只有少數人知道它是甚麼，了解它的作用的人更是少之又少。UPC 符號是長方形的，由粗細不同的平行線與數字組成，常貼在或印在雜貨店和超級市場的貨品上。

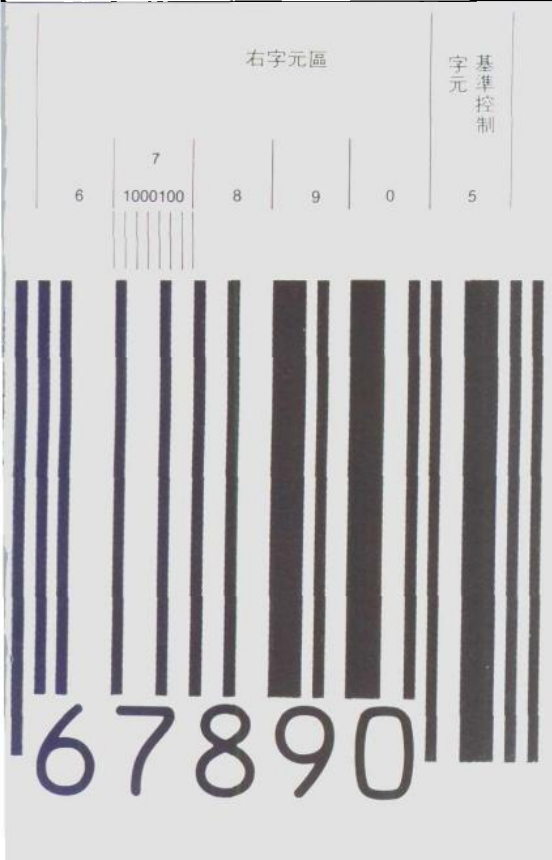
在有能辨讀 UPC 機器的店裏，櫃台的收銀員只要將貨品在機器的小窗口上比劃一下，就會聽到嘩的一聲，價目和貨品的簡稱便顯示在終端機的螢幕上，緊接著收據也印出來，避免了许多無謂的困擾。

產品通用碼的符號

包裝上的符號，事實上是每一種貨品的代碼圖樣。而印在平行線組下面的數字碼，則是為了方便人們辨讀。十位數字中的前五位數字和相關的字元碼是貨品製造商的資料，而後五位數字則是特定的貨品資料。為了確保機器能將數字正確地讀出，符號上須有一核對數元，可以利用某一種方式計算其他字元值的總和。

符號中的每一個字元，包含了可改變寬度的兩條深色條紋和兩條淺色條紋。藉位





於結帳處輸送帶末端的掃描器掃描整個符號，當貨品移動經過掃描窗口時，便可加以辨讀。

爲了辨讀產品通用碼的符號，掃描器發出細如鉛筆的雷射光，投射到其前方若干吋的掃描窗的表面上。這種雷射光不僅照亮箱子、罐頭、瓶子的前方，同時也照亮其側面。當雷射光移近符號時，光線反射回到掃描器上。反射光所顯示的脈衝強度則依線條的寬度和明暗而改變。在光線回到掃描器之後，由一聚光鏡進入光電電池。這種光電電池視其強度和間隔，將光能轉換成電流，又依照其粗、細、明、暗線條的亮度，將這些電的訊號解成產品通用碼符號數字值。

電腦由檔案中找到產品通用碼的數值，取得與其數值一樣的符號上所標示的價格和項目說明，並傳送這些資料回到結帳處的終端機上。價格和項目說明會在收銀員和顧客的面前顯示，同時自動地印在顧客的收據上。而整個過程所花的時間，只是收銀員將商品通過掃描器並放入購物袋中的時間而已。

產品通用碼的優點

產品通用系統最主要的優點是能迅速且精確地辨認貨品、價格和項目，對消費者提供購買貨品的清單，並且逐項正確地記載所購物的價格。收據上並包括了營業稅、贈券或折扣和食品印花稅以及付款的方式等。

產品通用碼系統的使用，對零售商來說是最方便不過了。商店內的電腦能利用程式執行庫存管理，藉以提高收銀員的工作效率，並且減少大量勞力花費在銷售項目的個別標示上，或者，當銷售價格變更時，若採用產品通用碼的系統，便可避免許多時間和金錢的浪費。

和產品通用碼相似的有歐洲商品數值系統 (European Article Numbering System)，這種數值系統的掃描器裝置能辨讀產品通用碼和歐洲商品碼，只不過歐洲商品碼多了一數位元來標示產品的製造國家。

在台灣已有許多大型超級市場採用辨讀產品通用碼的裝置，但是仍不普遍。

上：熟悉的产品通用碼的條紋圖樣，這種印好的圖樣可以由機器辨讀或者由一可攜帶式的光筆辨讀，如左側的圖片上所示。

下：可攜帶式的條碼辨讀機和光筆。



眼 Eye

只要了解照相機的簡單原理，就可了解人的眼睛。照相的原理是：使光線通過一個小開口或小孔，然後以透鏡將光線聚集於一張感光底片上。人類的眼睛也是如此，光線經過瞳孔（一個小開口），再由晶狀體(lens)聚於焦點上，而後投射在眼底感光的視網膜(retina)上。

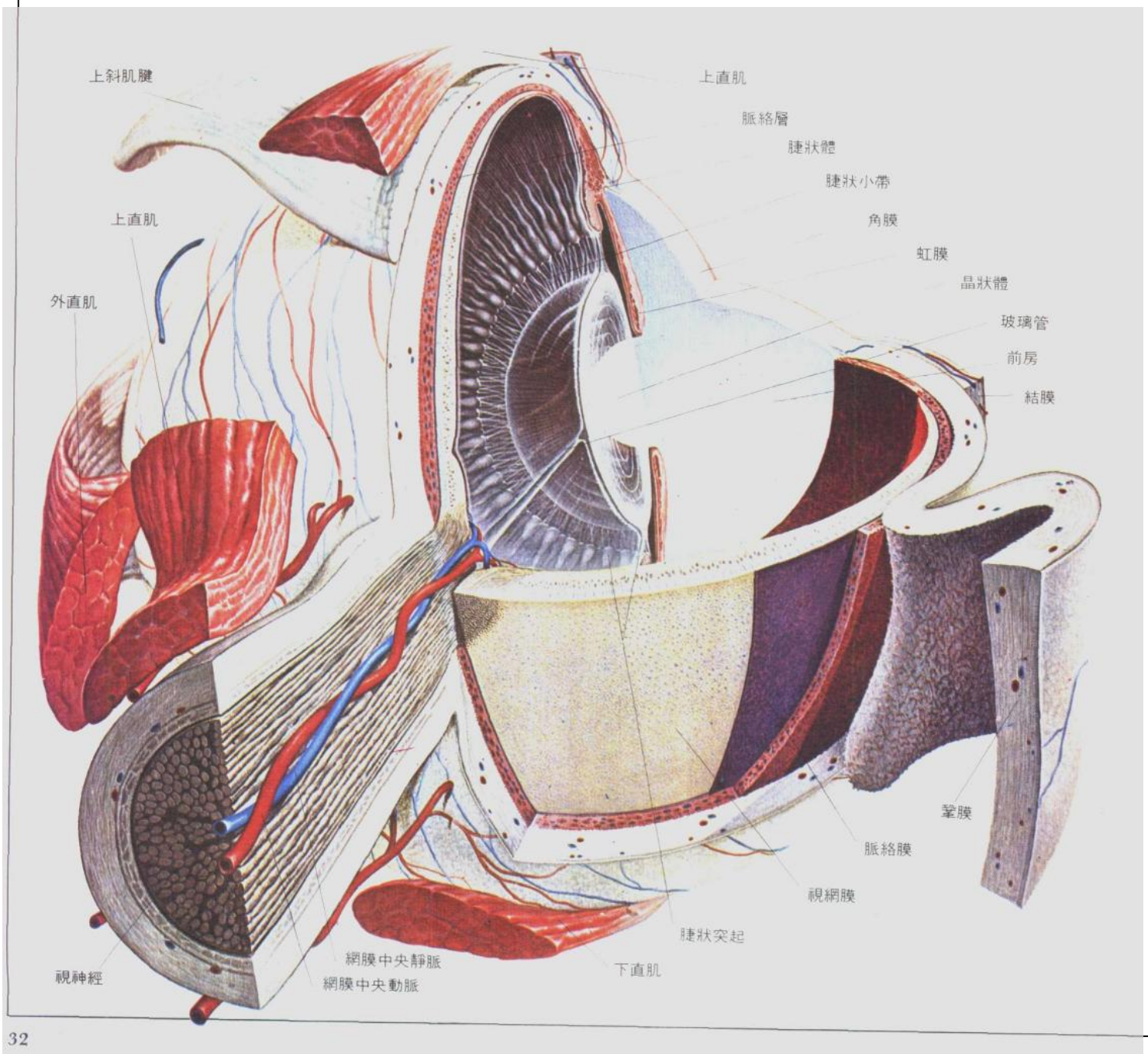
眼睛的組成

眼睛的主要組成有角膜(cornea)、鞏膜(sclera)、虹膜(iris)、晶狀體、玻璃體(vitreous body)、視網膜和視神經(optic nerve)，其中角膜和鞏膜一起形成眼球的最外層。位於眼睛最前面的角膜是一個透

明的、保護的窗戶，而不透明的鞏膜則包覆了眼睛的其他部分。光線經由角膜進入眼睛，然後經過一種透明的液體——房水，到達瞳孔——虹膜的開口。虹膜是有顏色的，因而形成眼睛的顏色，它同時也控制瞳孔開口的大小，以決定進入眼睛的光量(當眼睛內部只反射出一點光或無光時，瞳孔看起來是黑色的)。

光線經過瞳孔，聚焦於晶狀體，接著經過玻璃體——一種充滿眼睛內部的透明膠狀物質，而後投射到感光的視網膜——這也是眼睛內最複雜的部分。由光線投射到視網膜所引起的化學反應，可轉化成電脈衝，而傳到大腦轉現成影像。

下：視網膜的橫切面。圖中顯示其特殊的組成細胞，這些細胞稱為桿細胞和錐細胞，負責視覺。當光能撞擊錐細胞和桿細胞時，光轉化成神經脈衝，傳送到大腦皮質，再轉換成影像。錐細胞在視網膜中心部分較多，稱為中央凹，負責色彩知覺。



當我們使用眼睛時，需用到許多肌肉。有些肌肉控制眼睛的移動，所以眼睛可跟著移動中的物體而移動，其他肌肉可控制眼瞼，藉由眼睛的眨動可防止異物入眼，並保持角膜濕潤。晶體上附有非常細微的肌肉，可控制晶體的形狀，影響進入眼睛光線的焦距，使我們能同時聚焦遠或近的物體。這種聚焦於不同距離物體的能力，稱為調節作用。

桿細胞和錐細胞

複雜的視網膜中最重要的要素是感光的細胞——桿細胞和錐細胞。桿細胞在微弱的光線中最有效，可使我們在昏暗中看到

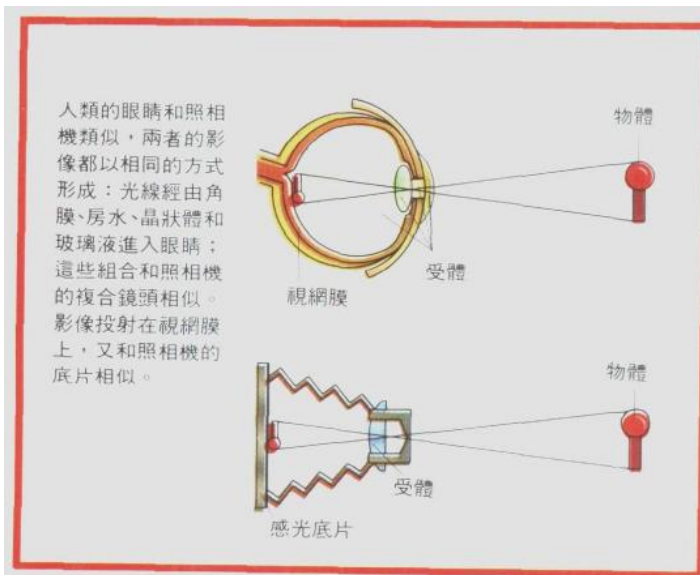
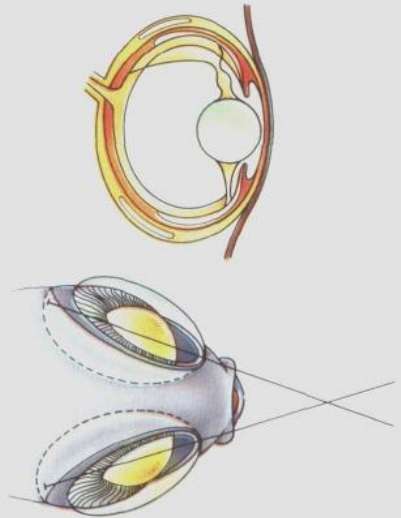
光線。錐細胞在明亮光線中最有效，只有它們能產生彩色視覺。

視網膜的中央是一個低凹——小凹(fovea)，晶狀體可在此聚集光線。此小凹能在明亮的光線中提供最精密的視覺，但它只含有錐細胞。由於小凹不含桿細胞，所以晚上看東西時最好只看物體的一側，如此它的影像才可投射在視網膜小凹周圍的桿細胞。

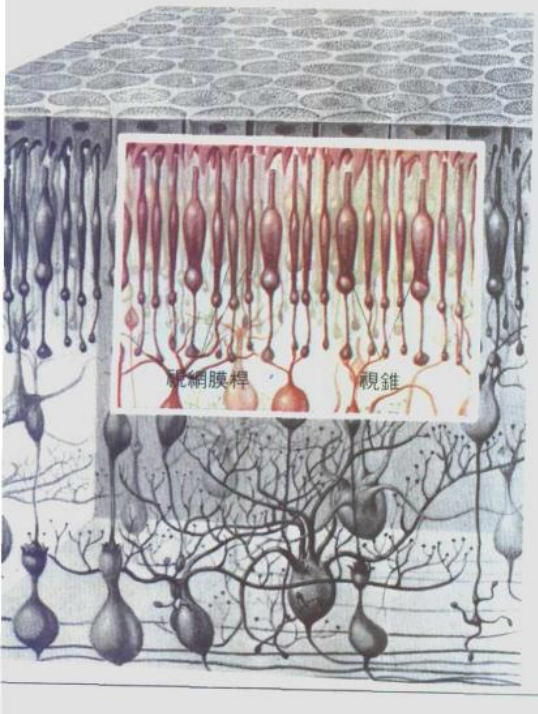
其他生物的眼睛

除了少許相似點外，人類眼睛和其他生物的眼睛有許多差別。譬如人類藉著改變晶狀體的形狀來控制眼睛內的焦點，而其

魚的眼睛有一個不會改變形狀的圓形晶狀體，和其他脊椎動物的晶狀體相似。中間的圖表示魚的雙眼視野，只局限在牠頭前的一小塊區域，而其大部分的視野都是單眼的。最下面的照片是雙瓣套膜的特寫，眼睛就固著在上面。



人類的眼睛和照相機類似，兩者的影像都以相同的方式形成：光線經由角膜、房水、晶狀體和玻璃液進入眼睛；這些組合和照相機的複合鏡頭相似。影像投射在視網膜上，又和照相機的底片相似。



他生物，如蛇，却前後移動眼睛的晶狀體來改變焦點(好像照相機的鏡頭)。爲了要控制焦點，馬具有移動網膜(ramp retina)，其上有許多區域與晶狀體保持不同的距離。每一區域可用於不同距離物體的對焦。

在無脊椎生物中，有許多形式的光受納器，由眼點到複合眼都有。眼點是光受納器最原始的形式，有些動物(如扁形蟲)的表面，就有這種對光敏感的細胞，其對光刺激的反應不是靠近就是逃離光源。昆蟲的複合眼是由許多緊密聚合的六角形或長方形小眼羣組成而成，基本上每一個都是獨立的眼睛。複合眼無法察覺到距離較遠的物體，但能正確偵測到短暫的移動(這就是爲什麼很難打到蒼蠅的原因)。

普通的眼疾

人類的眼睛有兩種最常見的疾病，一是近視，一是遠視。近視時，晶狀體的焦點投射在視網膜之前，也就是在玻璃體內，使投射在視網膜的影像不清楚，而遠視則焦點在視網膜後，使影像同樣不清楚，這兩種疾病可由眼鏡或隱形眼鏡來矯正。其他疾病如青光眼(glaucoma)，眼內液體壓力增加，導致視覺喪失，就嚴重得多，必需動手術治療。眼睛對外來的傷害相當敏感，因此在活動時(如運動或建設工作時)必須特別小心，最好戴上護目鏡或眼鏡，否則眼睛可能會受到傷害。

參閱第九冊 86~89 頁視覺(Vision)。

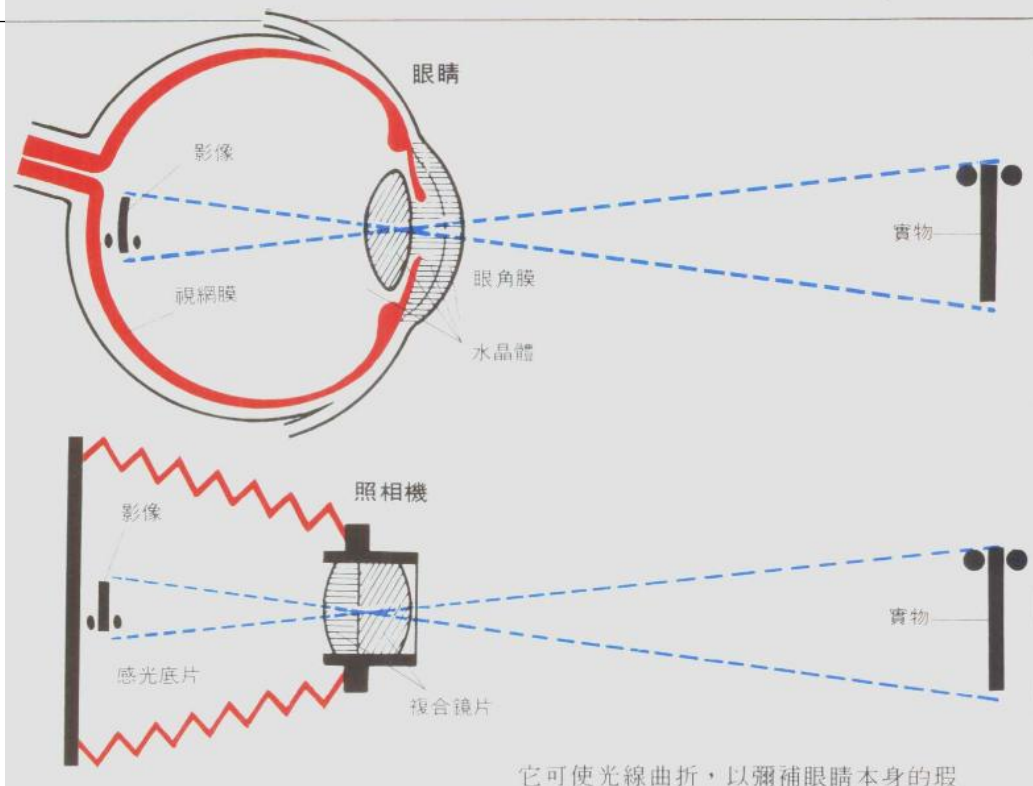
眼鏡 Eyeglasses

最原始的眼鏡是一種平滑的玻璃鏡片，鏡框是用簡陋的金屬線做成，所以鏡片與鏡框的契合並不十分牢固。這種眼鏡的目的，最初只是爲了要幫助上了年紀的學者，使他們能在微弱的燈光下研讀書籍。關於眼鏡的發明說法不一，須視個人相信那一種歷史資料而定。有人認爲眼鏡是古時候中國一位不知名的工藝匠所發明的；有人認爲是在中世紀歐洲由義大利多斯加尼的一位和尚，名爲亞歷山大·史畢那 (Alessandro di Spina) 所發明的；也有人認爲是由十三世紀英國學者羅傑·貝肯 (Roger Bacon) 所發明。首次將二片玻璃鏡片合在一起配成一付眼鏡的時間，要比發明望遠鏡的時間早 300 年，也比照相機發明的時間早 500 年。時至今日，眼鏡依然是所有運用透鏡的各類發明中使用最廣泛的，這就是爲什麼它的發明時間能早於其他種發明的原因。眼鏡可以使好幾億的人看得更清楚，雖然它造福人類，使我們生活過得更好，但因日常生活中有太多的科技文明，所以反而忽略了它的重要性。

視力異常

光線進入眼睛是經由眼睛外層的透明薄膜，即眼角膜，再經過眼球中的瞳孔，而抵達後面如圓盤狀的水晶體。水晶體就像一片放大鏡，可將光線聚焦於視網膜 (retina) 上，視網膜即位於眼球後方的感光膜。如果光線來自近物，則水晶體很難聚焦，此時水晶體周圍的肌肉就會擠壓水晶體，變更它的形狀，使它能適當地曲折光線，而能聚焦。此種過程稱爲眼睛的調節作用。

雖然眼睛是一種非常精妙的設計，但它的功能並非永遠完美無缺。比如說，如果眼球稍微變大或變小，則水晶體便不能正確地聚焦於視網膜上。如果眼球的距離變得太長，則影像會映在視網膜的前面，而不是映在視網膜上，因而導致近視 (myopia)；如果眼球變得太小，則水晶體會聚焦於視網膜的後面，因而導致遠視 (hyperopia)；如果眼角膜和水晶體的曲度有任何瑕疵，會導致光線聚焦於二個或二個以上的點，則成爲散光 (astigmatism)。將畫有許多直線的圖形置於不同的角度來看，當散光者能看清楚某些線條時，其他線條就變得模糊不清。另外一種視力異常，是因為隨著眼齡增加，水晶體的轉動愈來愈不靈活，眼睛的調節也愈來愈



它可使光線曲折，以彌補眼睛本身的瑕

愈困難，因而造成視覺障礙。上述任何一種視力異常，唯一的解決之道，就是配一付合適的眼鏡。

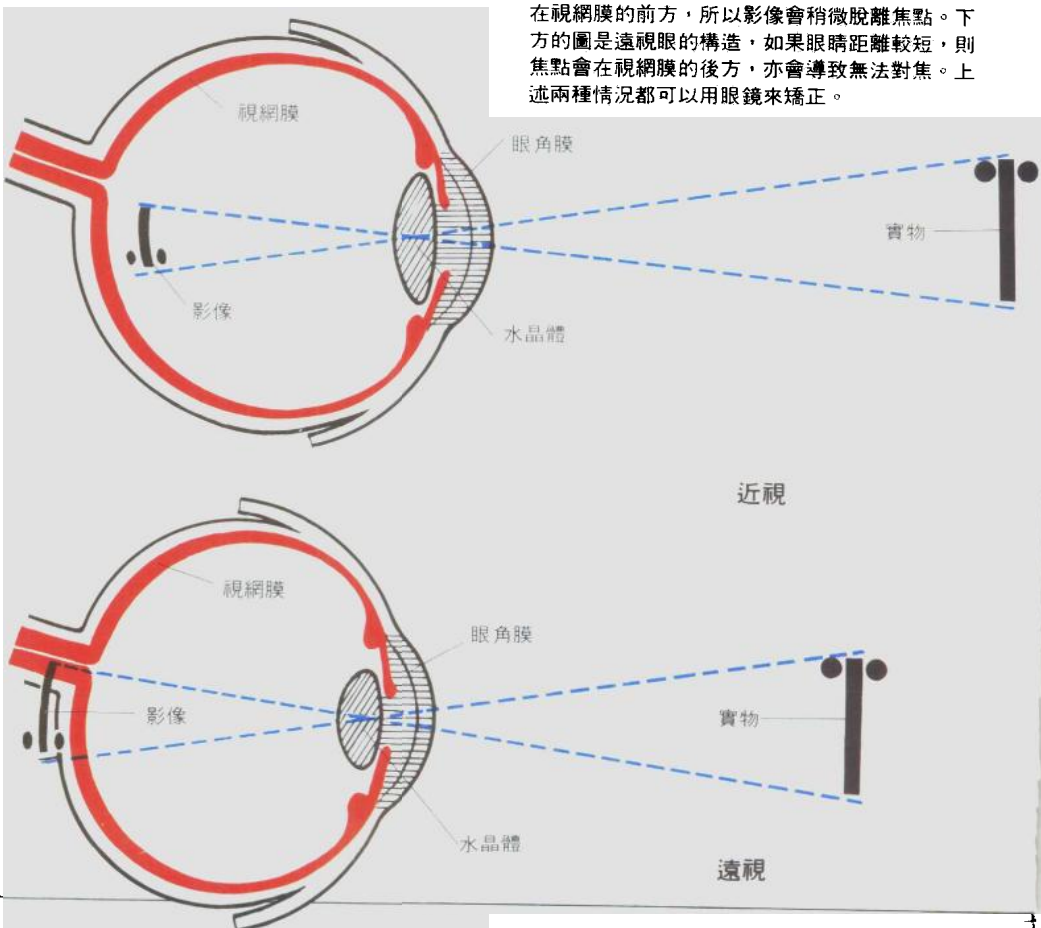
眼鏡

眼鏡是由一種塑膠或玻璃鏡片所組成，

例如，近視眼鏡可使來自遠處物體的

上：眼鏡與照相機的比較，兩者原理類似。即鏡片或水晶體位於前方以收集並集中光線，再縮小影像，使影像在照相機的底片上或眼睛的視網膜上倒置。此時，腦會再將影像倒回原來的位置，所以我們看的時候是正確的影像。

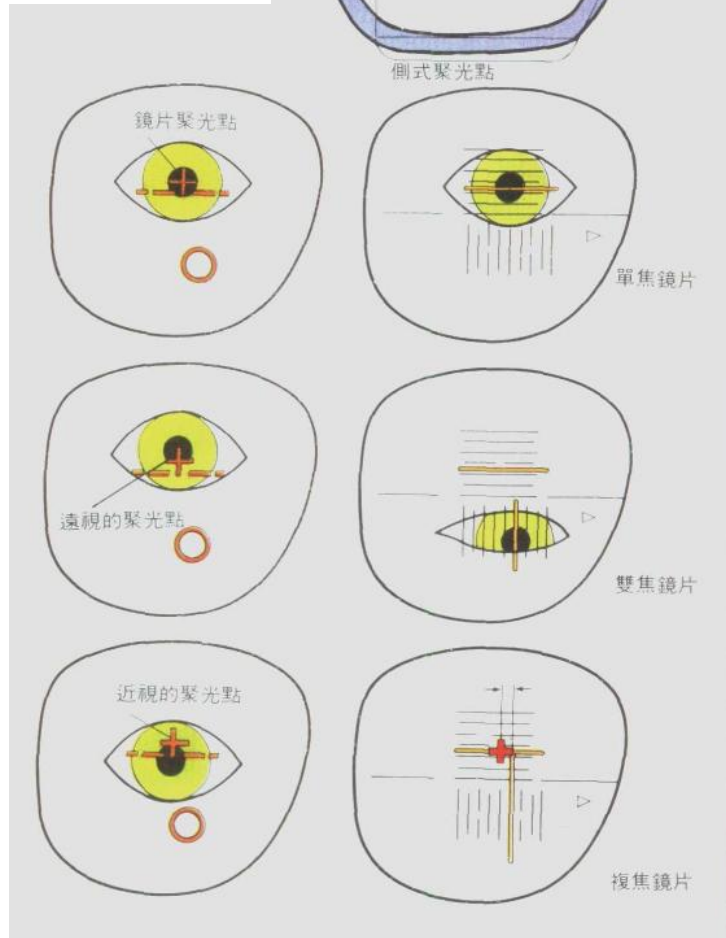
下：兩種常見的視力缺陷與眼睛形狀的異常改變有關。上方的圖是近視眼的構造，水晶體的焦點在視網膜的前方，所以影像會稍微脫離焦點。下方的圖是遠視眼的構造，如果眼睛距離較短，則焦點會在視網膜的後方，亦會導致無法對焦。上述兩種情況都可以用眼鏡來矯正。



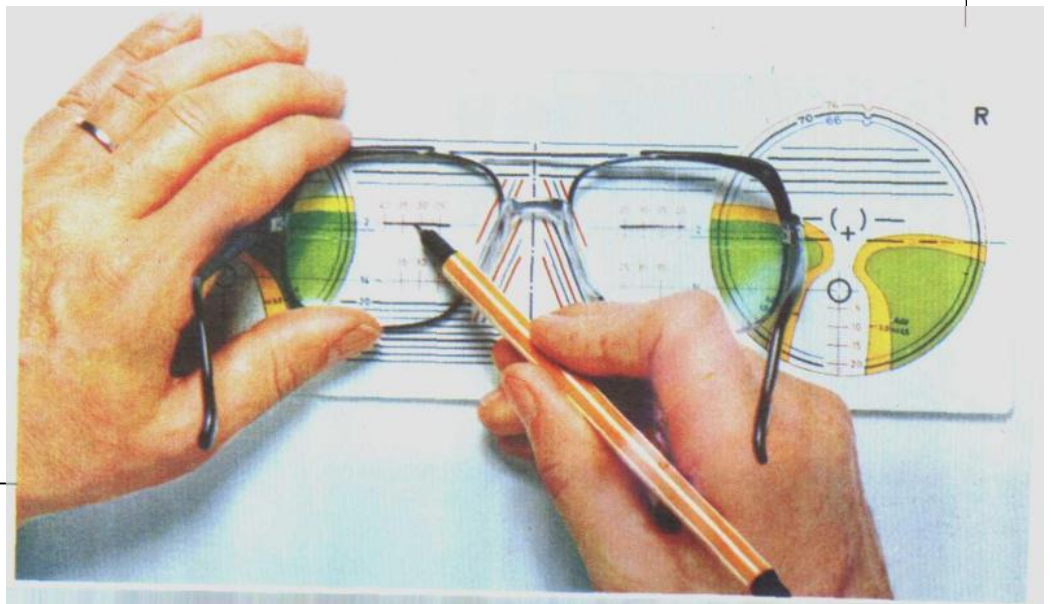
光線輕微地離異，即光線擴散，使這些物體好像來自近處。此種假像，使眼睛能聚焦於物體上。矯正遠視和散光所用的眼鏡，也有類似的功能。

眼睛調節功能不若以往的老人，他們既是遠視眼也是近視眼，只有在中等距離時才看得清楚，此種視距與眼睛其他部位的情況亦有關連。這些老人可以戴有兩個焦點的老花眼鏡(bifocal eyeglasses)，其鏡片是由兩片鏡片複合而成，而複合鏡片則是由一塊玻璃片或塑膠片研磨而成。老花眼鏡是由美國的富蘭克林(Benjamin

老花眼鏡的優點是使用方便，但此種優點因使用者需同時適應遠視和近視的兩種情況，眼睛也需隨之忽上忽下地移動，造成若干不便。但複焦鏡片已解決了此種不便。下：眼睛的聚光點在使用單焦、雙焦或複焦鏡片後的比較。



一旦戴上上列各圖所示的鏡片後，眼睛的焦距就可以被矯正；然後所必須做的工作就是計算鏡片的直徑和鏡片曲度的半徑。下：一位眼鏡商正檢視著眼鏡鏡片的面積。



Franklin)所發明，因為他討厭隨時攜帶兩付眼鏡。富氏所發明的老花眼鏡，已為日後絕大多數的老花眼鏡立下了範本，他把遠視所用的鏡片放在下面，如此可方便地閱讀，而近視所用的鏡片則放在上面。

擁有一付方便且舒適的眼鏡，並不意味著使用者已完全滿意。想要使眼鏡能更舒適的慾望和虛榮心，激發了隱形眼鏡(contact lenses)的發明(對某些散光者而言，使用隱形眼鏡比使用有形眼鏡為佳)。雖然使用隱形眼鏡的數量已大大地增加，但看來似乎仍不能完全取代有形眼鏡的地位。人們還一直使用有形眼鏡，用它來閱讀或防止太陽的傷害等；此外，在某些特殊用途上，亦非得使用有形眼鏡不可。如實驗所用的護目鏡(goggle)即為一例。這種由古代中國或歐洲工藝匠所發明的眼鏡，目前已發展成許多不同的形式，相信未來也將有一片燦爛美好的遠景。

參閱第四冊 224~225 頁折射(Refraction)；第十一冊 192~193 頁透鏡(Lens)；第十四冊 192~193 頁隱形眼鏡(Contact Lenses)。

研磨·拋光 Grinding and Polishing

一般的窗玻璃和透鏡有何差別呢？它們兩者都是透明的，也都可讓光線穿過，但是窗玻璃的表面是平板狀，而透鏡的表面卻是彎曲的——可使由物體反射過來的光線轉彎，並聚焦這些光線形成該物體的影像。爲了能使光線轉彎，所用的玻璃必須經過研磨，使具有一定的曲度，而經過研磨後的透鏡，表面是平滑的。愈精密的透鏡，表面愈平滑，窗玻璃的表面平滑度可以有 0.254 公釐的差距；眼鏡用的透鏡，表面平滑度的變化必須小於 0.00254 公釐，而某些用在科學上的透鏡，其表面平滑度的變化必須不超過 0.0000254 公釐，或甚至更小，小到僅有幾層原子的厚度。

基本上，所有透鏡的研磨和拋光方法是相同的。雖然二十世紀自動化的工具，已使得透鏡研磨的處理過程速度變得很快，

可以大量生產，但是事實上，從十六世紀以來，製造透鏡的過程大部分都沒有改變。

切割

透鏡是由單一的玻璃片製造的。大塊的玻璃可以切割成近似透鏡的尺寸，並切割成具有大略正確的曲面。有時候，玻璃被融化，滾成圓形，且被鑄成大略正確的尺寸和曲面，這些待加工品一般稱爲毛片 (blank)，必須細心地再加以研磨成形，並將表面拋光。

研磨

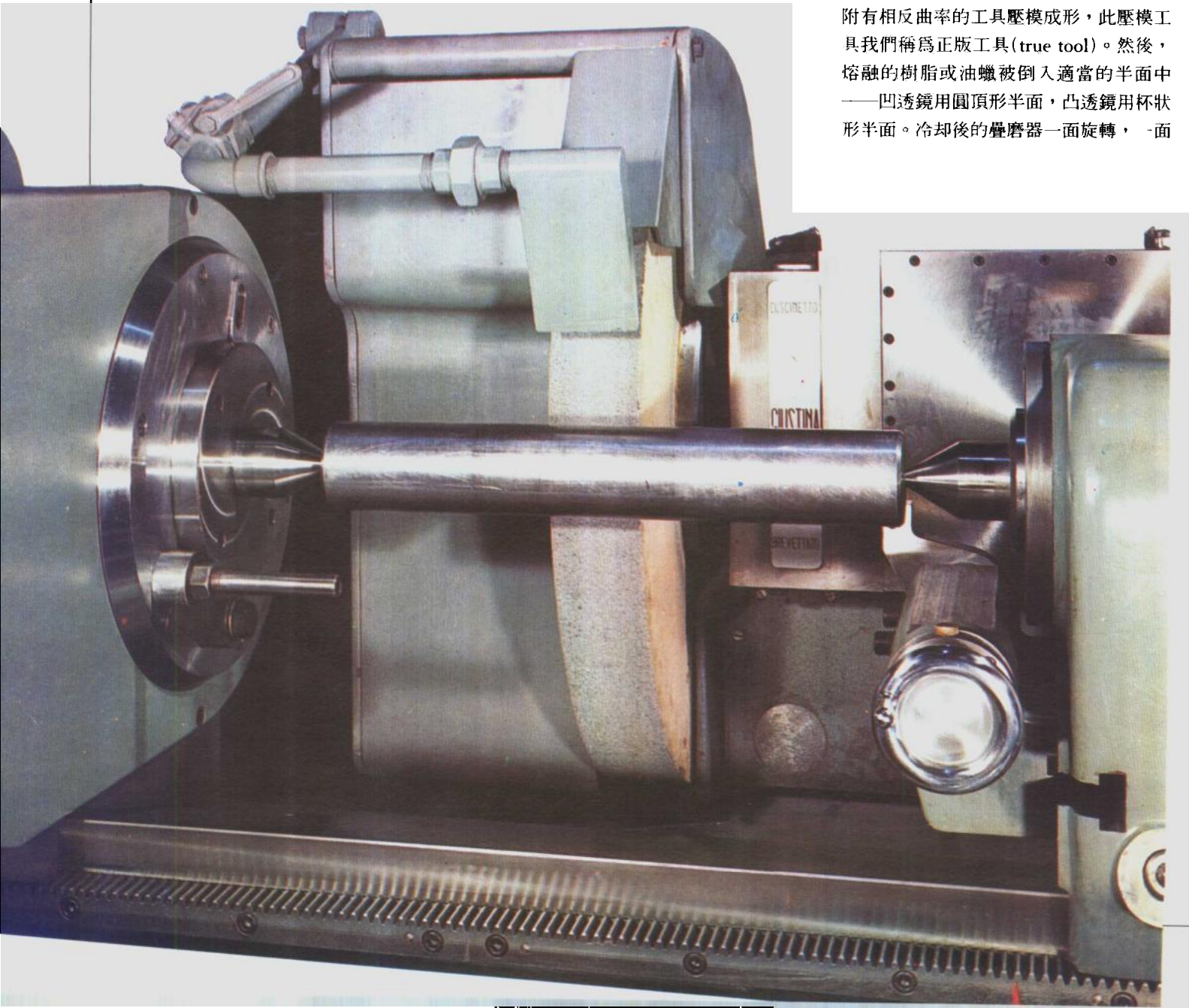
玻璃經由機械研磨成最終尺寸——0.05 ~ 0.01 公釐，完全視透鏡的精確度要求而定。在磨平和拋光時，我們會使用一種稱

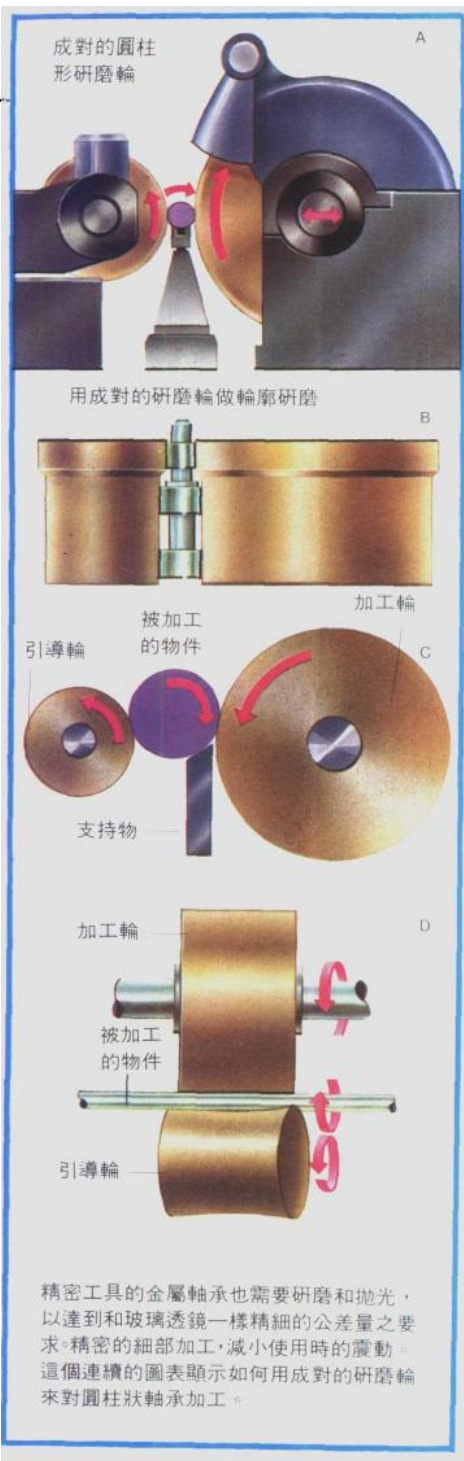
爲疊磨器的特殊工具，其曲面要配合透鏡的形狀，當透鏡被安裝在工作台上時，工作台會旋轉，以便磨平玻璃的雜亂表面。

一般而言，疊磨器上黏有研磨劑，也可以在透鏡上塗抹一層含有研磨顆粒的研磨膏，透鏡表面先用比較粗糙的研磨劑研磨，再逐漸改用較細的研磨劑。研磨劑是由鋼玉(一種天然生產且不昂貴的氧化鋁)或濕的金鋼砂粉末(氧化鋁中含有鐵的雜質)製成的。製作透鏡時，二次或三次的研磨是必要的，而研磨的結果必須使透鏡具有正確的厚度和曲度。製作透鏡最後的步驟是拋光。

拋光

透鏡的拋光所使用的是包覆有樹脂或油蠟的疊磨器，這些疊磨器研磨透鏡彎曲的表面，直到兩面完全密合爲止。疊磨器由附有相反曲率的工具壓模成形，此壓模工具我們稱爲正版工具(true tool)。然後，熔融的樹脂或油蠟被倒入適當的半面中——凹透鏡用圓頂形半面，凸透鏡用杯狀形半面。冷卻後的疊磨器一面旋轉，一面





透鏡和疊磨器的形式

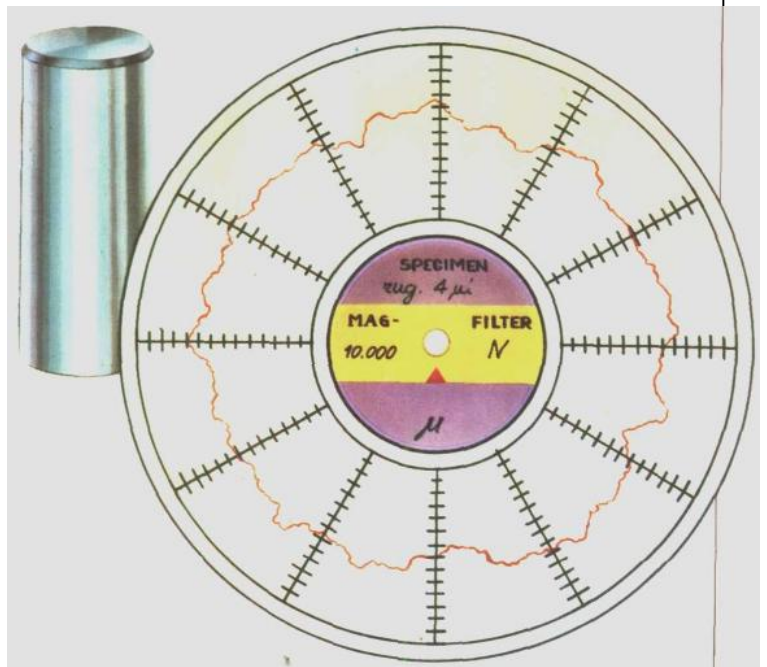
如上所描述的過程是用於製造精密的透鏡，這種透鏡對光線的折射必須非常精確，因為它是用在顯微鏡和望遠鏡上，供科學家作詳細又複雜的研究用的。一般眼鏡所配用的鏡片，可以不必那麼精密，此種鏡片我們稱為生產鏡片。雖然基本上，所有透鏡的研磨和拋光程序都是相同的，然而不同的透鏡却要使用不同的疊磨材料。生產鏡片可以使用較硬的樹脂或人造松脂做成的疊磨器來磨；聚光透鏡或眼鏡鏡片可以使用紡織纖維或硬塑膠來疊磨，這種疊磨器可以使它們的形狀維持較久，且比較疊磨器拋光的速度快。鑽石也常因其硬度和耐久性而被用為研磨材料，通常不是放在研磨膏裏，就是以細砂的方式貼

在銅製研磨器上。若把硬的金鋼砂黏接到疊磨器時，黏結劑必須是軟性的，如此，已經變鈍的或被玻璃蓋住的細粒，就可以很容易撕下來，露出新的研磨面。

小的生產鏡片可以在一個球形鐵塊上一次安裝 12 片或 16 片，同時拋光以大量製造。

拋光技術操作的原理是：疊磨器在所有的位置和鏡片密合，成為球形的表面。然而，有些透鏡不是球形的，如眼鏡用鏡片的表面經常是環形的，也就是說，它的形狀像油炸圈餅的表面。其次，投射廣角度影片所用的透鏡是圓桶形的，可以由附有柔軟疊磨器的特殊機器來拋光，這種軟性疊磨器能夠緊密的貼在加工物的表面上。

最左：用在精密軸承成形上的研磨器。研磨後，這些軸承都需要經過測試，看看它們是否在需要的公差範圍之內。
右：紙圓盤顯示金屬圓柱的公差測量結果。畫在圓盤上的軌跡線，為將圓柱表面的凹凸不平放大 10,000 倍的情形。圖中顯示軸承已經被磨到 0.004 微米的精密度。
下：正在研磨的光學透鏡，利用攜帶有金鋼砂粉末的毛氈墊來研磨。



以相當高的壓力抵住鏡片。透鏡則對著疊磨器振動，一直到疊磨器變形為止，然後再重新由正版工具壓造疊磨器重新冷卻，以及再一次拋光鏡片。為了精確拋光透鏡，我們必須反覆操作數次，所以這個步驟得花很多時間才能完成。

修邊

透鏡的兩面被拋光後，就裝置在一個包覆有樹脂的車床上，並以其光學軸旋轉，車床負責將外形研磨到適當的半徑，而且，要確定光學中心是在透鏡的中心處。



移植物(醫學) Graft, Medical

我們也許無法想像有一天走進一家「器官銀行」(organ bank)，去取出 8 公分的皮膚以及一枚新的腎臟使用。這種情景可能永遠不會出現，但是也可能在未來的某一天，醫生可為我們換新任何受到傷害的肢體。移植術(grafting)就是將身體的任何部分以相同的東西更換，這也是一門不斷被研究的學科，它可救活並且改善無數人們的生命。

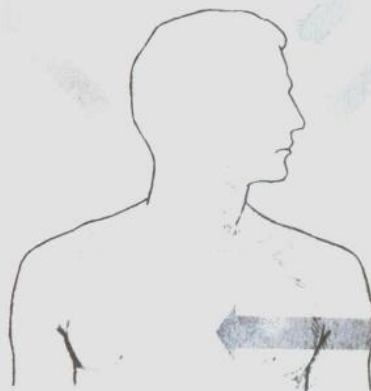
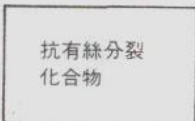
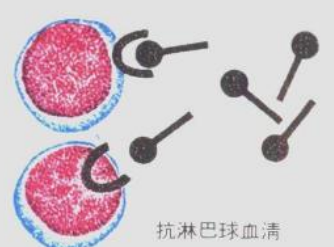
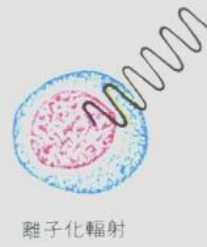
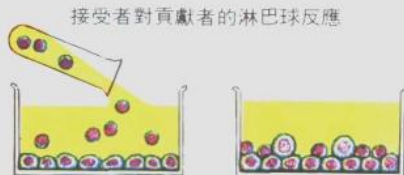
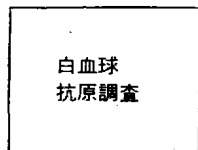
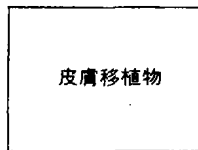
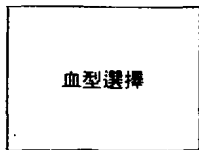
移植的目的是用一個健康並且可生長的組織，去取代受傷或害病的組織；而在移

植後，新的組織也能發揮正常的功用。在理想狀況下，新的組織是以外科手術植入體內，然後身體進行癒合作用，將新組織組合於體內。然而，有個很重要的併發症，就是體內有免疫系統(immune system)的機制，此機制負責對抗疾病，它會將移植進來的新組織當作入侵的外物，因此發生排斥作用。

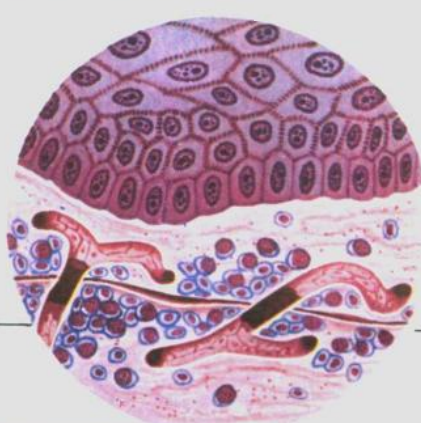
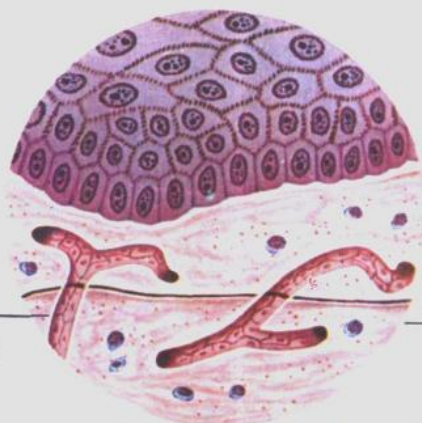
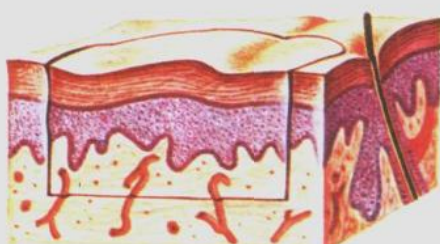
被混淆的保護者

在正常情況下，免疫系統是絕對必要

的；它保護我們免於疾病的侵襲，而將有害的外來物清洗出體外。不幸的是，它將移植物也視同敵人一般想將之趕出體外。醫生為了使移植物易於被接受，便尋求多種方法來降低免疫系統的作用。最常用來做暫時抑制物的，有藥物及輻射，此法具有很高的危險性，使得病人的身體暴露於疾病的攻擊下。目前的趨勢就是，盡量取用近親的組織當移植物(如此，使得免疫系統認為它較不具外物性質)，或者是利用人工合成的移植物。通常這樣成功率較



使移植物存活的最佳狀況



上：左側為鑑定移植物抗原性的實驗步驟的概括情形；右側則為降低接受移植物的病患的免疫能力，所作的一些技術。
皮膚的橫切面圖(在左側放大)顯示出成功的皮膚移植手術因為單核細胞(mononuclear cell)的侵入而失敗。

高，因為比較不會啟動免疫反應。

尋找移植

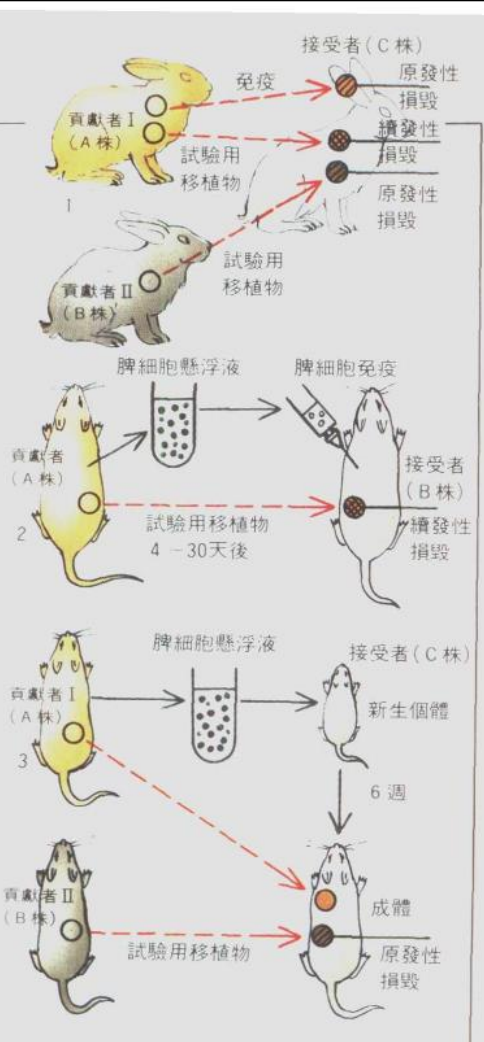
最成功的移植是自體移植 (autograft)，也就是說接受者 (病人) 同樣也是貢獻者 (提供健康組織的人)。尤其在皮膚移植時，自體移植術更是簡單；只要從健康的部位取下皮膚，然後移植到受傷的部位，便不會有排斥的情形發生。但是如果受到傷害的皮膚面積太大，自體移植就發生困難，譬如嚴重的燒傷時，就得尋找新的移植來源。豬的皮膚 (稱為異種移植，heterograft) 或是屍身的皮膚 (稱為同種移植，homograft)，常常用來當作臨時的傷口保護物，它們可幫助受傷的病人保持水分以及體溫，一直到受傷的組織復原。接受者和貢獻者之間的差異越大，移植就越不容易被接受。然而，身體排斥外來皮膚所需要的時間很長，往往在這段時間內，體內已經開始建造自己的新皮膚了。

器官移植是主要的移植手術，而成功率最高的是腎臟移植，所以現在已成為平常的手術。來自與自己同為一卵性雙生子的

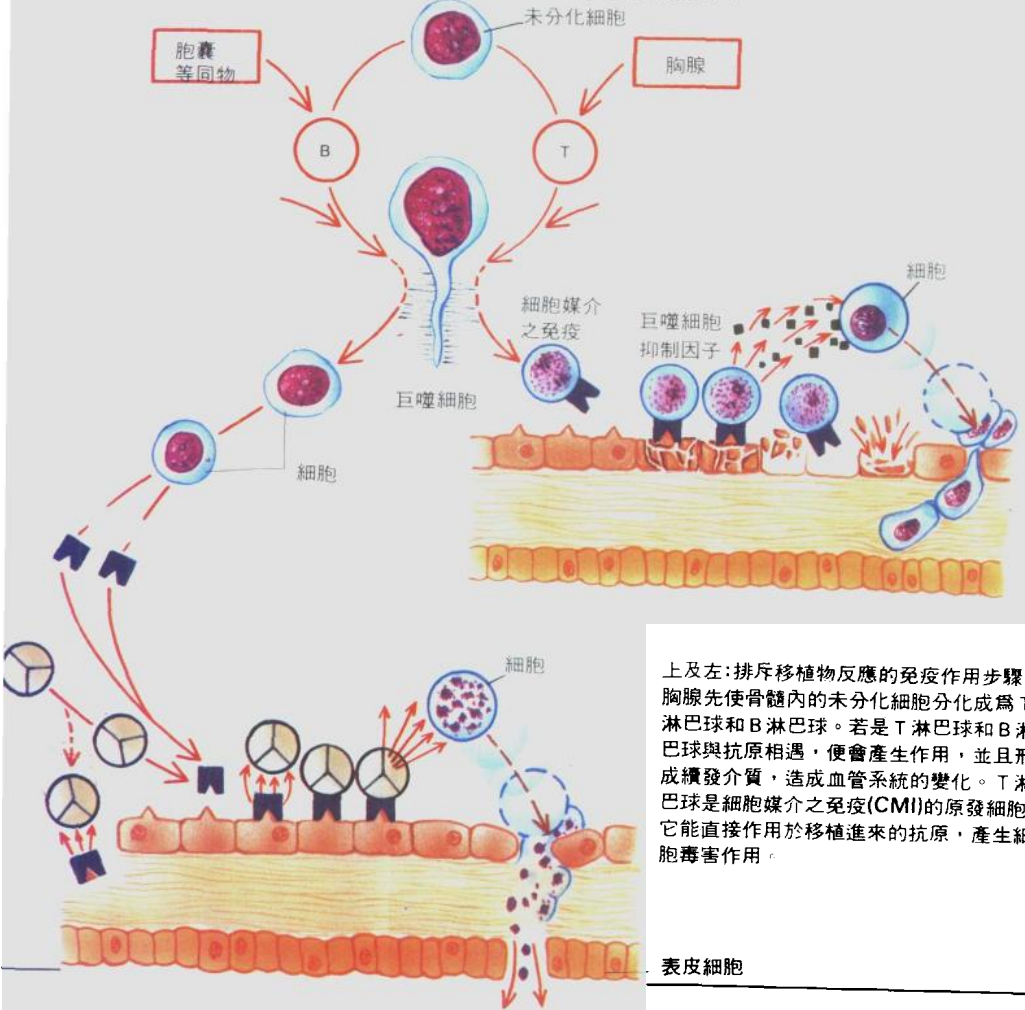
器官 (同族移植，isograft) 所作的器官移植，其成功率已接近自體移植。但是，並非人人都有雙胞胎的兄弟姊妹，所以由近親或屍身上取下的移植，即同種移植，是最常見的。

人工移植

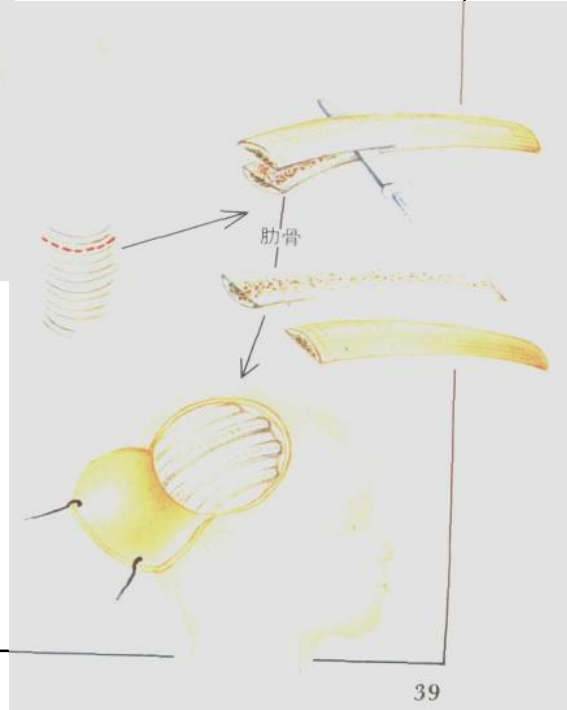
對於人工移植 (synthetic graft) 的製造，已經有許多重要的研究獲致成果。人工移植需要兩個特色：一個是得具有所要替換組織的所有生理功能；另一個就是，不能引發身體的免疫反應。有一種造齒學所用的陶器 (ceramic) 已可取代骨骼。人造液體也已成功地取代了支持眼球構造的液體，或是用來做為人造血液 (artificial blood)。網狀組織移植 (mesh implant)，被普遍用來取代部分的腹壁組織，或者作為人造皮膚。人造組織的細胞膜，與病人體內自己長出的細胞膜融合在一起，然後形成新的皮膚。另外，人造的化學物也已經能夠模擬出蛋白質、酵素等化學物質。雖然還有許多問題尚待解決，但很可能離我們走向「器官銀行」購物的日子已經不遠了！



上：以實驗動物做免疫抑制系統 (immune-suppression system) 研究，圖中所示為各種方法發展的大致圖解。
下：小兒科的頭顱手術中，利用肋骨當移植。



上及左：排斥移植反應的免疫作用步驟。胸腺先使骨髓內的未分化細胞分化成為 T 淋巴球和 B 淋巴球。若是 T 淋巴球和 B 淋巴球與抗原相遇，便會產生作用，並且形成續發介質，造成血管系統的變化。T 淋巴球是細胞媒介之免疫 (CMI) 的原發細胞，它能直接作用於移植進來的抗原，產生細胞毒害作用。

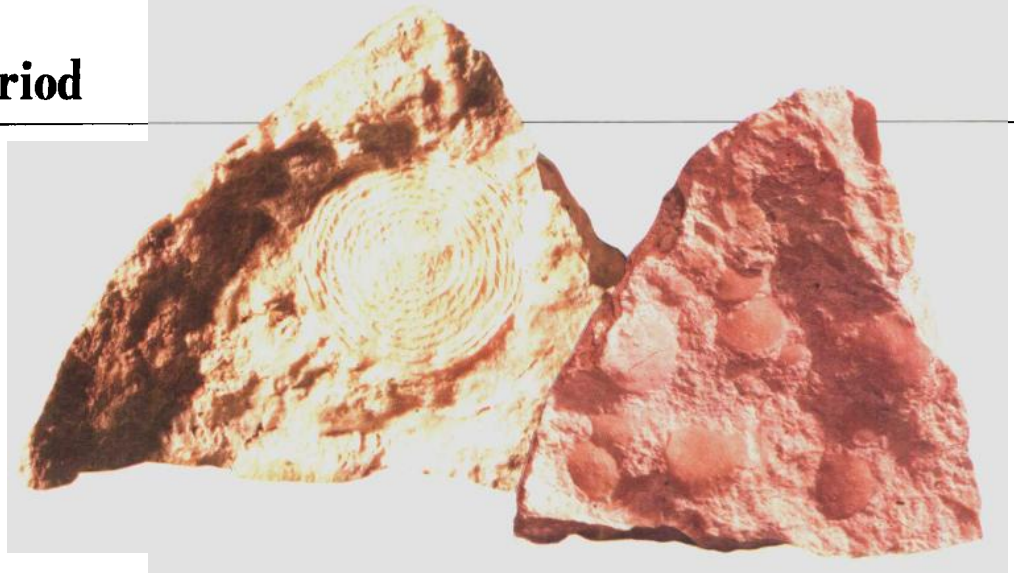


第三紀 Tertiary Period

第三紀始於 6,500 萬年前，正當中生代 (Mesozoic era) 結束之時，時間約持續了 200 萬年，在地質史上涵蓋新生代 (Cenozoic era) 的大部分。第三紀一詞，是西元 1759 年一位義大利地質學家所命名的，其內部名稱最近曾經修改，全紀分為二亞紀、古第三紀 (Paleogene)，以及新第三紀 (Neogene)。古第三紀包括三世 (epoch)，分別是古新世 (Paleocene)、始新世 (Eocene)，及漸新世 (Oligocene)；而新第三紀則包括中新世 (Miocene) 及上新世 (Pliocene)。

第三紀地史

古第三紀開始，北美洲自海洋氾濫時期中升起，而今日之歐洲外貌則已大致形成。阿拉斯加與西伯利亞之間有一陸橋相連，而那時，北美洲和南美洲仍相連成一體。同時，地中海起伏不定，面積、形狀時有變異，導致現今的中東一帶為海水所淹沒。在非洲則有裂谷系統形成，馬達加斯加和澳洲則成為島嶼。火山爆發頻仍，壯觀的山脈受造山運動的推擠而高聳入雲。阿爾卑斯山、庇里牛斯山 (Pyrenees)、喜馬拉雅山，以及卡拜底安 (Carpathians) 等均在此時誕生，而當時已存在於北美大陸的山脈則更形升高。地殼下陷之處，海水灌入，沉積了大量的泥岩、石灰岩，以及砂岩層，而在某些此種沉積岩



中乃有石油及天然氣產生。炎熱多雨的地區則蓋滿了厚厚一層的表土，此等地區隨著歲月的更遷，終於漸漸變為沙漠或草原。

第三紀的氣候變換頗多。剛開始的一段溫暖時期過後，在距今 3,500 萬年前，便開始了一段為時頗長的寒冷期，其後又有四次為時較短的寒冷期，每次都是在海洋氾濫之後開始的。到上新世晚期，大約開始於距今 1,400 萬年前，北半球第一個永久冰帽 (ice cap) 形成，一個新的地質時代——冰河時代——於焉開始，是為第四紀 (Quaternary period)，也就是我們處身的地質時代。

古新世開始於距今 6,500 萬年前，持續了約 1,000 萬年之久。雖然化石零星不全，不過可以確定的是具胎盤的哺乳動

物，已急速於此時期取代爬蟲類而主宰全球的動物。上一代 (新生代) 的末期，所有的恐龍類及大陸爬蟲類已全部絕滅，至於其原因則眾說紛紜。

始新世全長 1,500 萬年，在此時期，海洋氾濫大陸的濱海地帶，造成遼闊的沼澤地區，並為含煤沉積物所覆蓋。凡是砂岩、石灰岩或泥岩層中的有利環境都會有石油及天然氣形成，而且蘊藏量龐大。在這個潮濕的環境中，鳥類、鯨類、兩生類、魚類，以及小爬蟲類衍生不絕。歐洲及北美洲較乾燥的地區則有齧齒類、兔類、駱駝、犀牛，以及小如山羊的始馬生存，此類食草動物均賴果類及穀類維生。第一個靈長類亦於此時演進形成。靈長類與其他哺乳類動物的分別，在其具有與其他肢指對峙的大拇指，便於握持樹木枝幹





新隆起的陸橋入侵、競爭之下不敵而致滅絕。不過在澳洲則因地理隔絕的緣故，有袋類未滅絕而衍生到現在，袋鼠便是一例。在非洲和亞洲，第一個人科，也就是今日人類鼻祖的拉瑪猿人 (*Ramapithecus*) 已開始直立行走。

新第三紀亞紀結束時為上新世，新的人科動物南方猿人 (*Australopithecus*) 更加強其優異的天賦，開始使用器具。同時，一般哺乳類動物軀體更形壯大，此時期的著名動物有劍齒虎、猛獁及乳齒象，並有巨大的地懶。不過這些巨大的哺乳動物終究在物競天擇的演進過程中一一滅絕。此時，鳥類及哺乳動物遍佈全球，牛及馬亦於此時出現。就生物而論，第三紀時演化出現的生物，實與今日生存於地球上者相去不遠。

左：美國喬治亞州奧奇芬諾奇沼澤景觀，此一景觀似為始新世景觀之重現。

下：第三紀初期濱海植物之繪示圖。此期之棕櫚樹與今日熱帶區濱海之棕櫚樹類似。

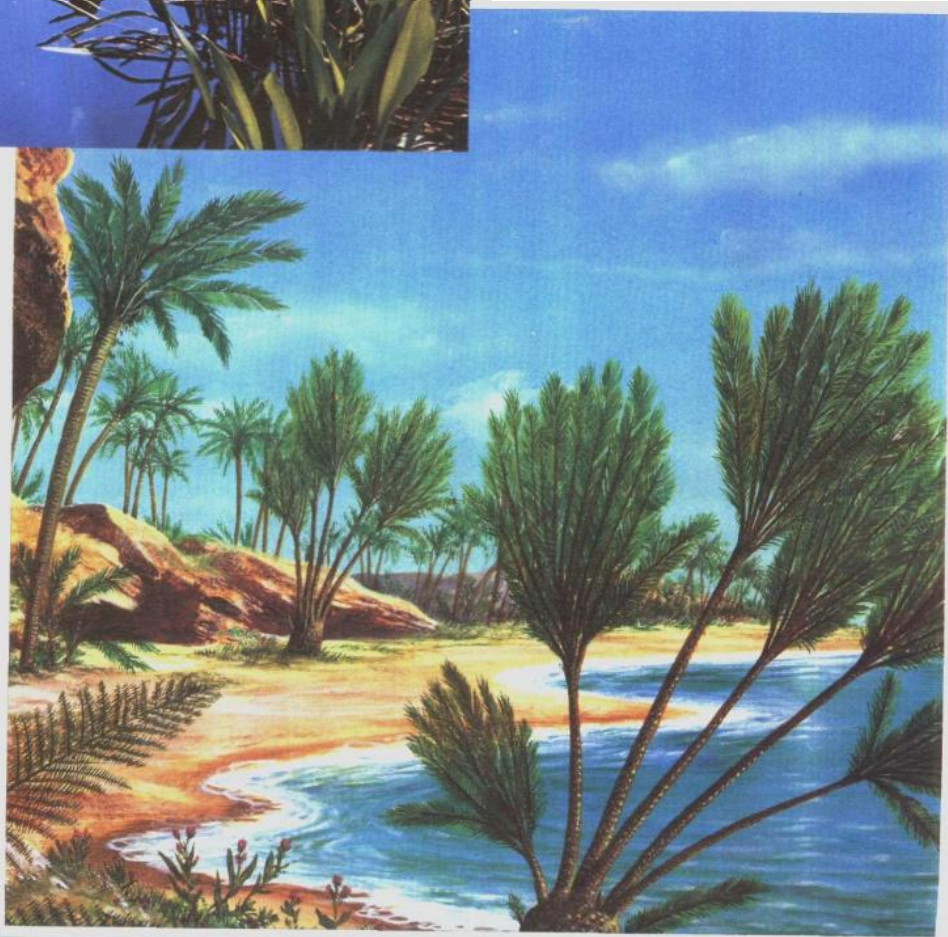
上左：始新世原生動物有孔蟲類之貨幣石 (*nummulites*) 化石照片。貨幣石有石灰質硬殼，大量沉積常為石灰岩之組成物。

左下：畫家彩筆下之始新世海洋景觀。

邊行林中，且具有一對前視的眼睛，故其視覺有深度，視野有立體感，且腦對於身體的大小比率，比其他動物大。

其後一世界是漸新世，約始於距今 4,000 萬年以前。原始猿類、貓類、犬類以及有蹄類均於此世演化出現。此世間草原擴展，有助於此類食草動物的演進。

中新世時，草本植物遍佈各大洲，其內陸均有遼闊的草原形成，在較潮濕的地區則有森林佈蓋。猴子、熊、象等動物演進出現後以開花植物為食物，此時南美洲的有袋哺乳類，則因北美洲的哺乳動物沿一



第四紀 Quaternary Period

號稱為「人類的時代」的第四紀，乃是在 180 萬年前隨著更新世 (Pleistocene) 的展開而開始，歷經全新世 (Holocene，亦作全新統，或稱現代) 以至今日。全新世的開始則距今約 1 萬年。雖然第四紀為地質史上最短暫的地質年代，不過却是最為吾人所熟悉的，原因無他，乃因第四紀富含化石的地層，不像其他較古老地層一樣飽受歲月摧殘而面目全非之故。我們所熟知的「人類」始現於第四紀，此外，第四紀也以其浩大的冰川及大動物羣 (megafauna) 遍佈各大洲見稱，尤以大型哺乳動物為著。而與冰川、猛獁象 (*Mammonteus*)、劍齒虎並著於第四紀的，則是舊石器時代的尼安得塔人 (Neanderthal)。

右：白朗峯山坡上之冰海 (Mer de Glace) 照片，為現代阿爾卑斯式冰川之代表。在第四紀時阿爾卑斯山全為冰蓋掩沒，今日則只有少數冰川殘存。



冰川作用

第四紀的氣候變幻不定，內陸地區冰河時期的年平均溫度與間冰期的年平均溫度差異可達攝氏 10 度之多。第四紀曾經有四次地球的大部分均為冰雪所掩蓋，在這段期間，冰雪分佈面積的遼廣可達今日冰雪所掩蓋地表的 13 倍，而其厚度則可達 2 公里。隨著冰河時期的來來去去，海水

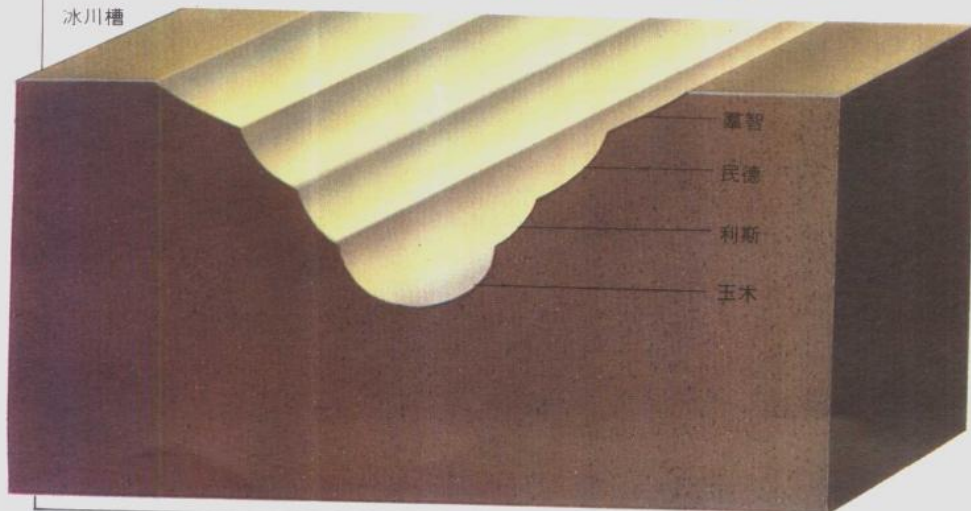
面也跟著漲漲跌跌；在極度冰河作用時，海水面甚至下降 120 公尺之多。但一旦冰川融化消退，海水面就又回昇到往日的水平。海水面變化的影響之一，便是西伯利亞及阿拉斯加之間的白令陸橋 (Beringia land bridge)。每當大冰川期海水面下降，分隔西伯利亞及阿拉斯加的白令海，

就會乾涸而形成陸橋，此陸橋便成為動物往返亞美兩大洲的通道。經由此陸橋移殖的動物有野牛、大角糜鹿 (moose)、黑熊和人類。

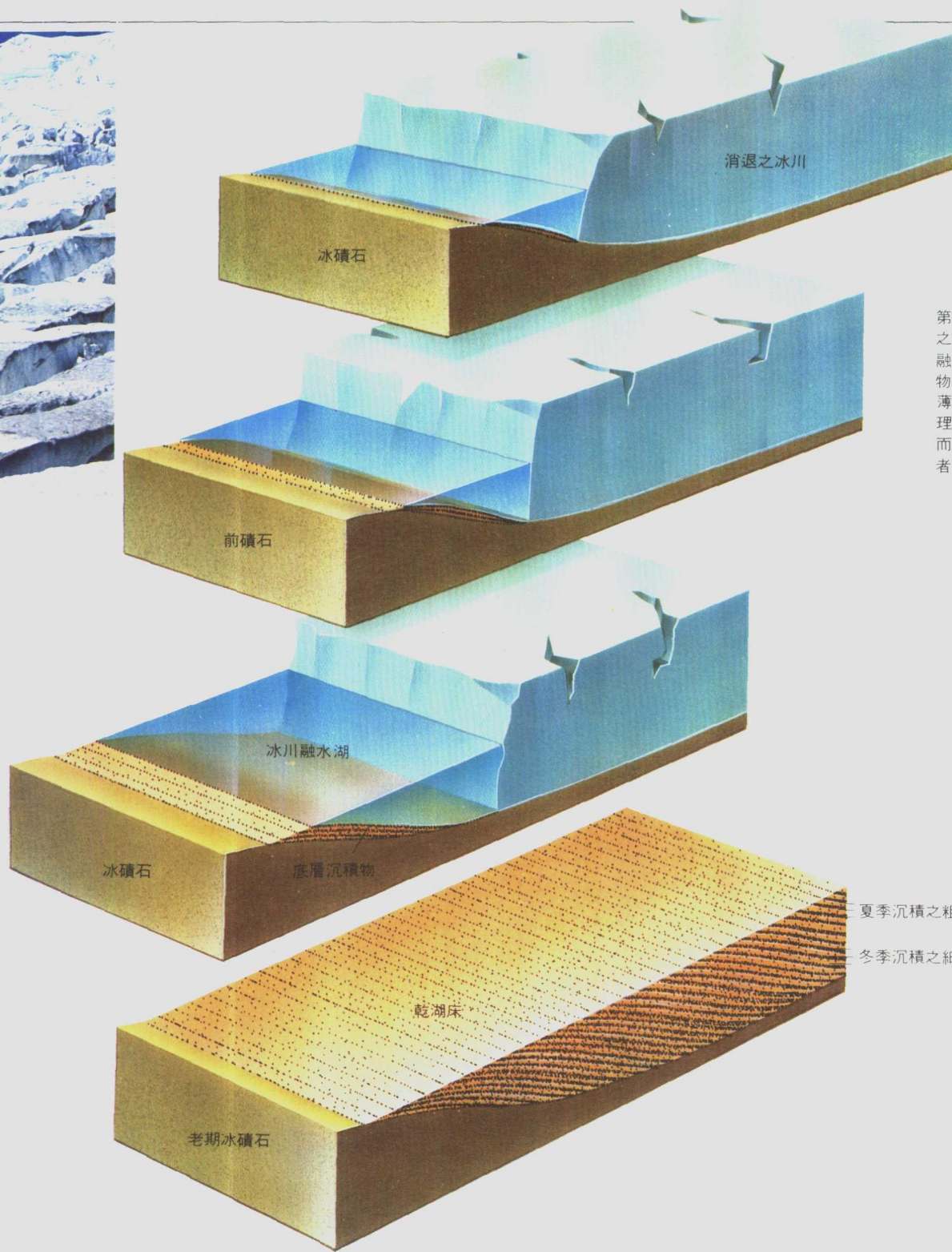
第四紀的植物羣也一樣受冰川活動的影響。在此紀之前的第三紀時，北半球各大洲已滿被遼闊的森林。冰川向南邁進時，



冰川槽



左：第四紀最重要之四大冰期：玉木、利斯、民德及群智在冰川谷所蝕切而成之一組槽溝，如圖所示。上：山谷為冰川填塞。



第四紀之地質定年方法之一，是詳細分析冰川融水所造成之湖泊沉積物層。交互出現之許多薄層，其顆粒較粗、層理較厚者為夏季沉積，而顆粒較細、層理較薄者則為冬季沉積。

夏季沉積之粗沉積物

冬季沉積之細沉積物

第四紀以其浩大之冰川以及最近期之造山運動為最著。氣候之變化以及多次交互出現之冰河期逼使人類野獸競作長途之遷徙，終至人類到達北美大陸。根據證據可知人類之首次到達北美大陸乃是經由一橫跨白令海

峽連結北美與亞洲大陸之陸橋。其時之大動物羣如劍齒虎、長毛猛犸象、現代馬及牛之先祖動物，均因其化石在本世紀地層中保存良好而為吾人所熟知。

所經路徑的植物林木全遭摧毀，只有少數零落的小森林在無冰雪地帶生存，我國四川以及北美洲的阿帕拉契山脈南支，即為此等無冰雪地帶的少數例子。這些殘存孤立的森林其後又衍生其他有親緣關係的樹木，諸如北美及亞洲的櫟及香楓等。

第四紀的四次大冰期，依次命名為羣智(Gunz)、民德(Mindel)、里斯(Riss)以及玉木(Wurm)。玉木是最近的一次冰河期，發生在阿爾卑斯山；在北美洲則有內布拉斯加(Nebraskan)、堪薩(Kansan)、伊利諾(Illinoian)及威斯康辛(Wisconsin)冰期等名稱。在北美洲大陸最後一次冰期的冰蓋層的極南終端，遠達威斯

康辛州及新英倫地區。冰川消退後存留的地區有紐約、長島等地。

大動物羣

在歐洲大陸的更新世早期，猛獁象和真象——例如長鼻目(Proboscidea)中的古稜象(*Palaeoloxodon*)開始出現。二者均為溫帶草原屬如原齒象(*Archidiskodon*)的後裔。更新世中期的大草原猛獁象為有史以來最巨大的長鼻類，其肩高可達4.5公尺。第四紀最著名的長鼻類應推更新世晚期的長毛猛獁象，始現於23萬年前，衍存到全新世方才絕滅。因其身被厚長毛，且兩耳細小可防體熱散失，極適於居

右：上為第四紀冰川中保存之樹葉化石。中為劍齒虎之骨骼。下為猛獁象之牙齒化石。

右：第四紀樹葉的化石。下：畫家筆下之第四紀景觀及其時生存之大動物羣。雖則圖示之動物已有多種絕滅，如左方之穴熊及右邊之猛獁象，其衍生之後代至今遍佈地球各地。





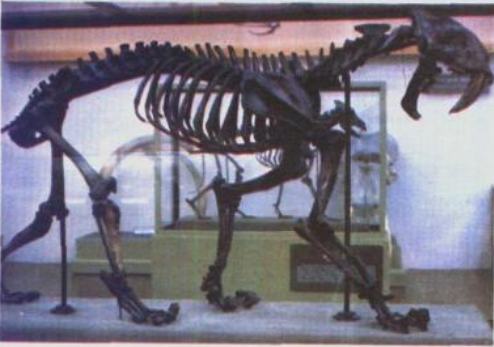
住在寒冷的凍原。長毛猛犸象為寒帶動物中沿白令陸橋移居新大陸的一種，為冰河時期居民的重要狩獵物。在西伯利亞及阿拉斯加二地，有2萬多隻猛犸象的遺骸冰封於凍原冰雪之中，科學家因是得以直接研究牠們。

在早第四紀演化出現的動物中較重要的種羣有源自新大陸，後經白令陸橋散佈歐亞大陸的現代單蹄馬，以及源自舊大陸的牛科動物等。

身軀短小但直立行走的南方猿人(*Australopithecus*)，為第四紀的第一種人類。到了更新世中期，直立人(*Homo erectus*)

已遍居舊大陸各地。到更新世晚期，人類(*Homo sapiens*)——包括尼安得塔人及現代人出現。尼安得塔人在更新世結束之前便已絕種，現代人則繁衍不絕，終於成為今日地球的主宰。

更新世的終結亦為第四紀哺乳動物體積增大趨勢的終點，有許多種屬絕滅。在全新世以前便已絕種的壯觀動物有長毛犀牛、彎刀齒貓(scimitar-toothed cat)、穴熊、地懶以及猛獁象。這種集體絕種的現象有部分專家認為是氣候突變的緣故，也有人認為是人口急速增加的結果。



上：左為化石樹幹。右為上更新世時始見於地中海之一軟體動物 *Patella ferruginea*化石。



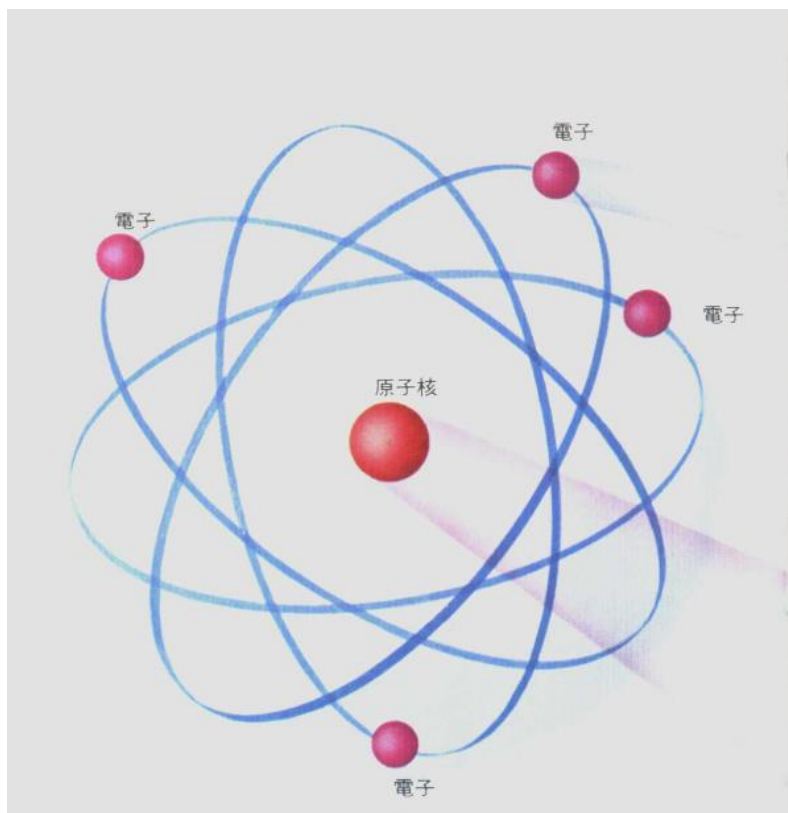
粒子加速器 Particle Accelerator

粒子加速器是世界上最大的機器，也是最複雜，需要極高度技術才能製造的機器，然而它研究的對象却是宇宙中最小的物質。在日常生活中，我們常常可以接觸到小型的粒子加速器，諸如 X 光和醫學與工業上常用的放射性同位素等，都是小型的加速器，而大型的加速器則用於揭開物質的秘密。

加速器的原理

在西元 1920 年代晚期和西元 1930 年代早期，第一部加速器發明前，科學家對原子核的了解極為有限。因為原子本身已經夠小了，而原子核却比原子還來得小。原子核究竟有多大？讓我們先看看原子裏面環繞其中心原子核的電子軌道。電子是以螺旋軌道繞原子核轉動，如果將此軌道放大成禮堂的大小，那麼原子核就只是其中的一小粒灰塵。爲了要了解原子核的特性，早期的實驗工具都利用天然的放射性元素，或者來自宇宙的宇宙射線(cosmic ray)，現代則利用粒子加速器。方法是，利用加速器使研究中的小物體和某些特定的物體碰撞，然後以碰撞後的結果來分析探討這小物體的本質。加速器亦稱爲原子擊破器(atom smasher)，這是因爲其原理就像將高速飛行的子彈射向目標物，再由四面飛散的目標物碎片來研究此目標物的本質。又因爲子彈必須比它所穿透的目標物小，所以原子裏面的小粒子(如電子和質子)都被用來作爲子彈，以「擊碎」原子。科學家將一束由原子核組成的「子彈束」射向目標，目標由一條不到 0.65 平方公分的細金屬片製成。當粒子束裏面數以億萬計的粒子撞擊金屬條時，會和煙穿過網球拍的洞一樣，直接穿過目標物，並且使目標物裏面神秘的原子核分裂。但是將原子核內的物質束縛在一起的能量，要比將電子束縛在原子內的能量高出百萬倍，因此必須將粒子加至極高的速度才能擊碎原子核——這就和子彈必須經來福槍加至極高的速度才能貫穿牆壁的道理一樣，否則子彈必定被牆壁彈開。今日最大的加速器所能加給粒子的能量，已遠大於使原子核分裂的能量。科學家便利用這種龐大能量的粒子束，研究比原子核還要小許許多多的小粒子——夸克(quark)。一堆夸克可以組成中子(neutron)或質子(proton)，而一羣中子及質子才能組成原子核。

原子的結構圖。圖中任一帶電的粒子都可供加速器使用，做爲加速粒子。然中子不帶電，無法被加速。



加速器的結構

加速器有三個基本結構：第一、供給原子核「子彈」或粒子束的粒子源；第二、提供粒子跑動的軌道或管子；第三、一個或數個目標區。每個目標區都安置了極靈敏的偵測儀，偵測並記錄原子核被撞擊後，碎片的速度和方向。通常在偵測時，都讓這些碎片再形成另一束間接粒子，撞擊另一個間接目標區的目标物。

一般粒子都由分離氫原子的方法取得。氫原子含有一個質子和一個電子，構造很簡單，所以科學家對它始終情有獨鍾。將氫原子置於強電磁或強磁場之中，兩個粒子(質子，電子)會彼此分離，產生互不相關的兩羣自由粒子。其中，無論是質子或電子都可輸入軌道加速成粒子束，打擊目標。

加速器使粒子加速的方法，乃是利用電磁場的作用，使粒子在軌道中加到很高的速度。所謂的「場」，乃是指一個能使粒子加速的區域。例如，由穩定的正電荷所造成的電場，會排斥其他正電荷，却可以吸引負電荷。只要沿著軌道，在不同的地點供給電磁場，當粒子通過時，粒子就被電磁場「推一下」，於是粒子一再被往前推，就可加速到極高的速度，甚至趨近於光速。

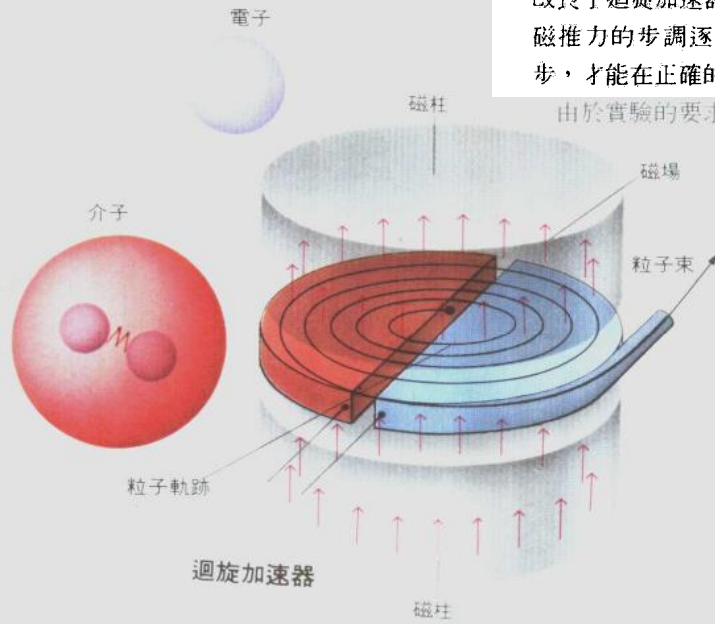
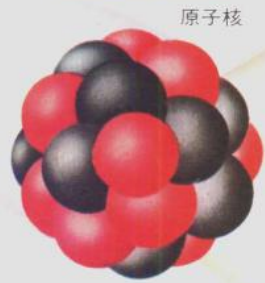
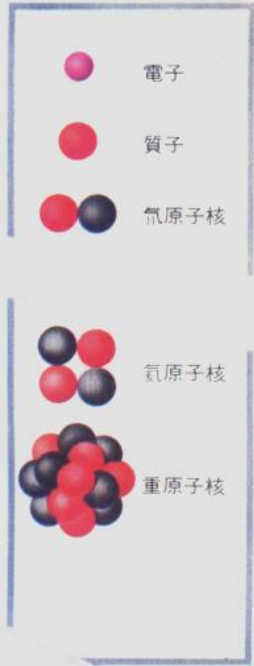
以上所述的加速方法，是目前加速粒子的唯一方法。由這當中我們可以發現，只有帶電粒子(質子、電子)才能被加速。因爲加速中的粒子速率非常快，爲了避免與空氣分子相撞而損失能量，加速軌道必須放在高度真空的管子之中。

加速器的種類

依加速軌道外形的不同，粒子加速器可分爲數種。軌道的形狀長且直者，稱爲線型加速器(linear accelerator)；形狀爲圓形者有迴旋加速器(cyclotron)，同步迴旋加速器(synchrocyclotron)、同步加速器(synchrotron)和碰撞射束加速器(colliding beam accelerator)。就線性加速器而言，加速軌道越長，粒子的速度越快，猶如一架起飛中的飛機，在跑道上跑得越長，飛機的速度就越快。

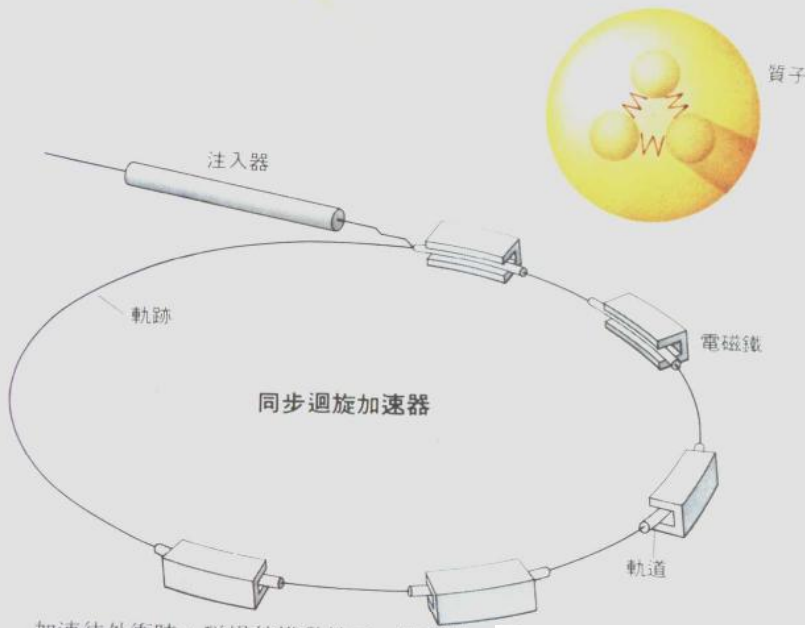
然而，受實際經費和空間的限制，我們無法建造一部超大型的線型粒子加速器。爲了克服這個困難，西元 1932 年，美國物理學家勞倫斯(E. O. Lawrence)發明了迴旋加速器，讓粒子在磁場裏面沿著螺旋形的軌道運行。磁場就像電場一樣，能影響電荷的運動狀態。磁場可使粒子在其運動垂直的方向受一磁力。勞倫斯將要加速的粒子放在巨大柱狀磁鐵的中央。當粒子

左：方格子中所示為一般常用的加速粒子。由於電子質量極小，故很容易加速；重原子核可能是任何比氫還重的原子核。



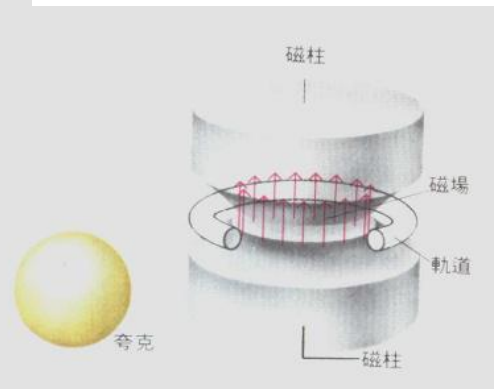
由於實驗的要求，科學家們更進一步發

左及下：下圖所示的加速器其磁場強度和極性是可變的，而左圖的迴旋加速器則無法變更。左下：同步迴旋加速器和其他種加速器的原理完全一樣，只是將一般迴旋加速器的單一磁鐵改成很多獨立的磁鐵，這些磁鐵均沿著軌道放置，因此軌道可能長達數公里。



加速往外衝時，磁場就推動粒子，使得粒子往垂直於原先前進的方向運動，因此粒子沿著螺旋狀的軌道加速。迴旋加速器利用電場加速粒子的部分，由兩個 D 型金屬組成，每一個 D 型金屬幾乎涵蓋了螺旋軌道的一半。當粒子經過兩個 D 型金屬中間的隙縫時，立刻加不同的電荷給

D 型金屬，使粒子前面有吸引力，後面有推力，而達到加速的目的。粒子隨著螺旋型軌道運行時，每繞一圈，所繞的半徑會加大，速率也會增加。由於所有的粒子繞一周所需的時間完全相同，因此隙縫兩旁的電荷需作規則性變化，以便在適當的時刻加速粒子。



展了同步加速器。同步加速器的軌道是圓形的，和線型加速器很類似，也利用電場促使粒子在圓型軌道裏運轉。粒子每繞一圈就受到一股推力，很像一個繫在繩子上的球，玩的人拿起繩子繞圓圈，每繞一圈加些力量，球就越轉越快。因為這股推力必須在精確的時刻產生作用，所以都由電腦來控制。外加磁場則用來彎曲粒子行進方向，迫使粒子繞圓圈，只是此時磁鐵沿著軌道放置。這種磁鐵分散的設計，取代了迴旋加速器使用的一個需涵蓋粒子軌道的大磁鐵，所以同步加速器的周長已達數

公里。同步加速器可以將粒子加速至光速的99.999%，相當於每小時92億5千萬公里。

至目前為止，所討論的加速器都讓粒子在最高速時，馬上離開軌道。然而最近的發展，是讓粒子能在軌道內儲存一段時間，並且保持同樣的高速，因此粒子可以在任何我們需要的時候離開軌道，這種裝置稱為儲存環(storage ring)。也由於這種特殊的功能，它的設計製造和其他的機器不太一樣。為了使粒子在儲存環內保持一段時間，磁場的電場推力在時間的控制上必須非常精確，並且真空度也要大大提高。

凡具有相反電荷的粒子(例如電子和正電子)，都可以在儲存環內以相反的方向前進。我們可建造兩個儲存環，使它們靠得很近，而且各個環內所儲存的均為單一粒子(例如，其中一個環為質子，它的運行方向和電子相反)。在某一地點，這兩個環交錯而過，環中的粒子就在此處碰撞，其功用就如同使粒子和原子核碰撞一樣。這種先進的超固定靶加速器，能夠使碰撞的能量大大的提高。先期用粒子撞擊靜止目標物的情形就如開車碰撞電話亭；而後者則有如兩輛高速行駛的車，面對面相撞，因此稱為粒子碰撞加速器。它們是今日研究用加速器的主流。

加速器的規格由兩個數量評定：加速器的能量和發光強度。能量是粒子撞擊其他物質的強度；發光強度則是每秒鐘碰撞的次數。通常發光強度和能量之間有微妙的關係。這怎麼說呢？讓我們想像有兩個神射手，站在隧道的兩端，意圖將對方所射出來的子彈打下。假如他們都用來福槍射擊——意即，子彈能量大，而其相碰撞的機率並不大，但是一旦碰上了，撞擊力將非常大。從另一方面來講，如果他們改用

射速較小的機關槍——也就是發光強度較強，碰撞次數會變多，但是每一個碰撞的力道却小得多。

自從加速器發明以來，它的大小和建造費用已迅速增加，致使科學家尋求新的方法，希望不用極高的能量就能使粒子加至高速。目前有一種可能的方法：利用雷射。因為雷射能將能量集中至最小區域，所以效率高。然而這些建議目前只是停留在紙上談兵的階段，尚難實現。

加速器的觀察發現

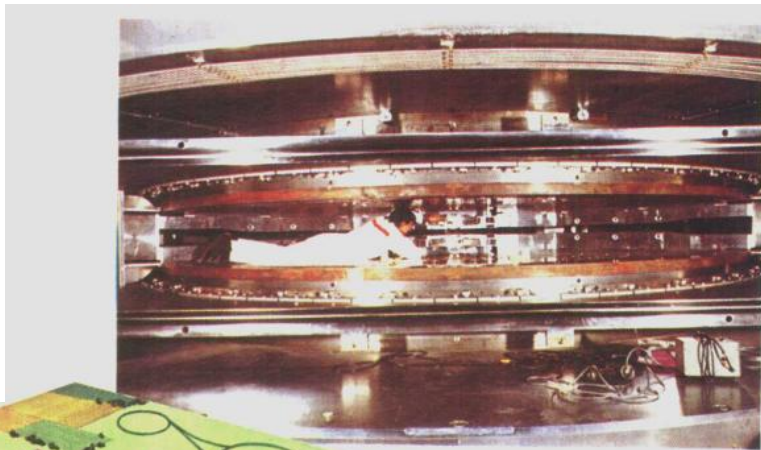
目前加速器已經和原子核物理(nuclear physics)緊緊的結合在一起。50年前，科學家以為只有三種基本粒子：電子、質子和中子。現在，因加速器的貢獻，發現了一百種以上的粒子，其中的一些粒子，甚至還可以相互轉換。

西元1970年代，又發現了更基本的粒子，這說明質子、中子和大部分的集合粒子——亦稱為強子(hadron)，是由更小的顆粒——夸克所組成，而夸克又由膠子(gluon)聚集而成。到目前為止，只知道有5種夸克存在，然而沒有一種夸克可以單獨觀察到，而且似乎永遠被關在強子內部。膠子可能有8種，另外尚有數種傳遞

能量與作用的粒子，其中的一種是大家所熟知的光子(普通光就是光子流)。我們也發覺可能還有第六個夸克，只是未經證實而已。

科學家一直希望更大型的加速器能發掘更多物質的本質。但是經費和技術阻礙了超大型加速器的建造。勞倫斯設計的第一部迴旋加速器可以輕易的放在餐桌上，而康乃爾大學的同步加速器。周長幾乎有800公尺，腳踏車就成為當地科學家的主要行動工具。歐洲原子核研究中心(CERN)，集合了數個國家的經費和技術，計畫於西元1980年代末期，在日內瓦完成一部周長達27公里的龐大加速器。這可說是20世紀最大的建造計畫。為什麼大家都願意花費如此多的經費和資源，去建一部對經濟和技術沒有多大貢獻的加速器呢？因為它對物質研究的貢獻，可以帶領我們更進一步的了解數世紀以來哲學上的老問題：「宇宙是如何形成的？」

參閱第六冊84~89頁原子(Atom)；第10冊190~195頁電磁學(Electromagnetism)。



上：歐洲原子核研究中心設在瑞士日內瓦的600Mev 同步迴旋加速器。其高能粒子的加速軌道非常長。

左：由計畫中的加速器軌道可一窺其規模。

右：在費米實驗室(Fermilab)的加速器的地下坑道。
下：西元1959年由歐洲原子核研究中心所建造的同步加速器，上面覆有泥土，軌道直徑約為200公尺。



粒子物理學 Particle Physics

一塊岩石可以裂成數以百計的碎塊，每一碎片又可以再碎裂成粉末。從前許多科學家相信，理論上這種碎裂過程，可無限地延續下去，也就是說，組成物質最小的單位是不存在的。

19世紀初，英國化學家道耳吞(Dalton)企圖沿用古希臘的舊有理論——物質擁有最小的組成份子——解開化學反應的特性。他推測：宇宙間存在著一種無法再分裂的物質微粒，叫做原子。在希臘文的原意中，原子就是不可再分割的意思。到了19世紀末，科學家已經證實原子並非物質的基本單位，每一個原子，是由比原子更小的次原子粒子(subatomic particle)所組成的，而研究次原子粒子的學問，就叫做粒子物理學(particle physics)。

粒子的發現

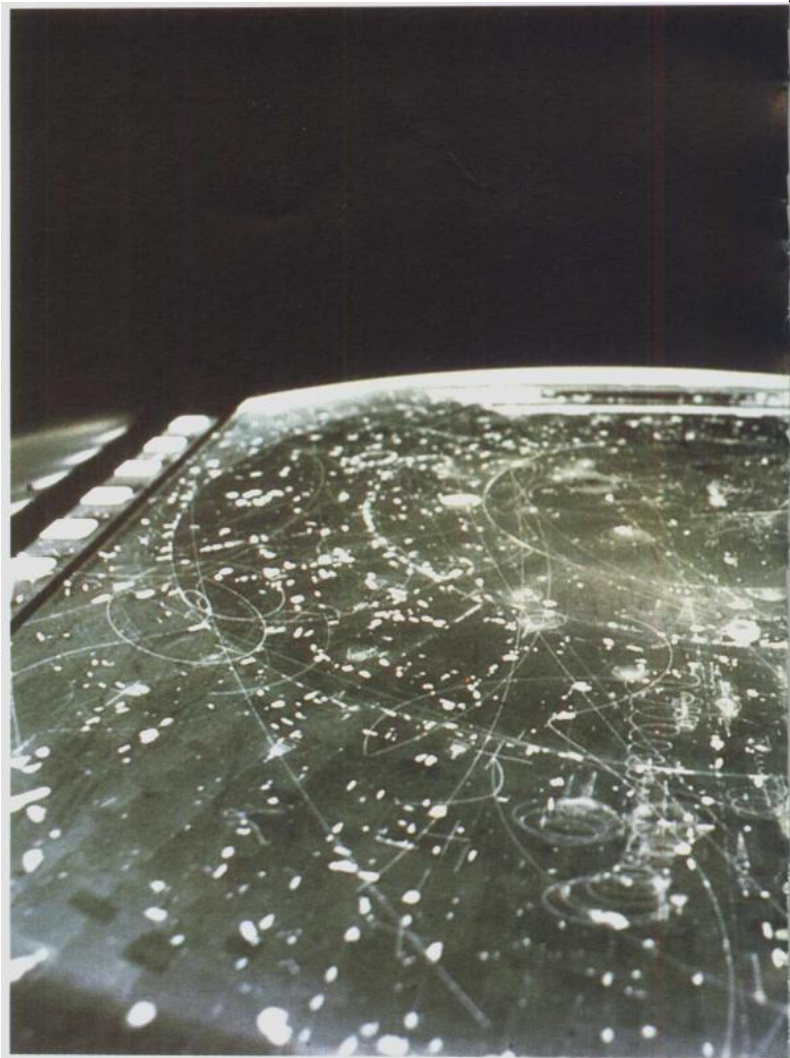
西元1897年，科學家首度發現次原子粒子。當時，英國物理學家湯姆生(J. J. Thomson)證明了原子內含有一種微小而帶負電的粒子，名之為電子，他同時也證實電子為電荷的基本單位。西元1911年，科學家察覺原子中存在著帶正電的原子核，其體積比原子小很多。西元1920年，科學家發現原子核中存在著一種帶正電的粒子，質量為電子的1836倍，稱之

圖中顯示粒子加速器中的第一個反應階段，原子核受到撞擊而碎裂成許多新的粒子。目前為人所知的次原子粒子，已經超過200個，其中有些粒子的生命期極短(見右下表)。

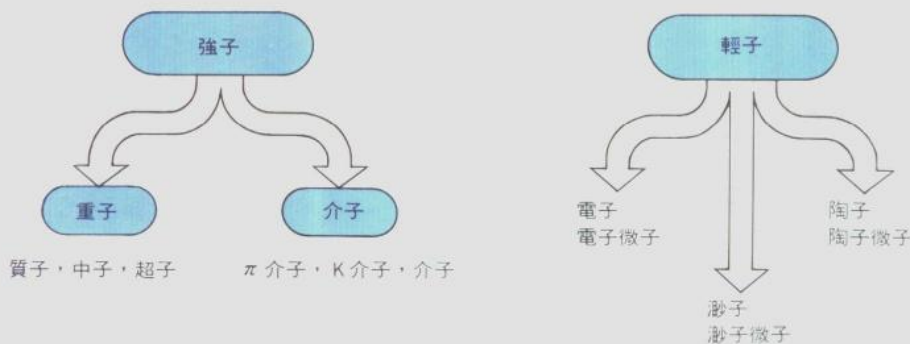
右：粒子在氣泡室中留下的軌跡。

下：以不同的方法，來分類次原子粒子。

最右：以球體及碎片，象徵性地描繪出原子核的碎裂情形。



次原子粒子的分類



為質子。西元1932年，科學家又發現中子的存在，它是一種不帶電荷的粒子，質量大約與質子相同，也是組成原子核的次原子粒子之一。

這段時間所做的實驗，顯示出原子的模型像是太陽系的縮版。電子繞著具有巨大質量的原子核運轉，原子核只佔原子體積的萬分之一到十萬分之一，卻幾乎佔有原子的全部質量。科學家們指出，要使電子脫離原子核並不困難，只要把原子在較高的溫度下加上強電場及強磁場，便可以使電子脫離原子核，然而，要使原子核分裂成碎片，則非常困難。研究原子核必須使用粒子加速器，這種裝置能使粒子——質子、電子的速度增加，將經過加速後的粒子直接與原子核正向碰撞，將原子核撞成許多碎片。科學家從這些碎片的研究中能進一步觀察原子核內部的結構，就如同用子彈射擊一個無法開啟的盒子，當盒子被射擊成碎片後，其內部的一切便都顯露無遺。

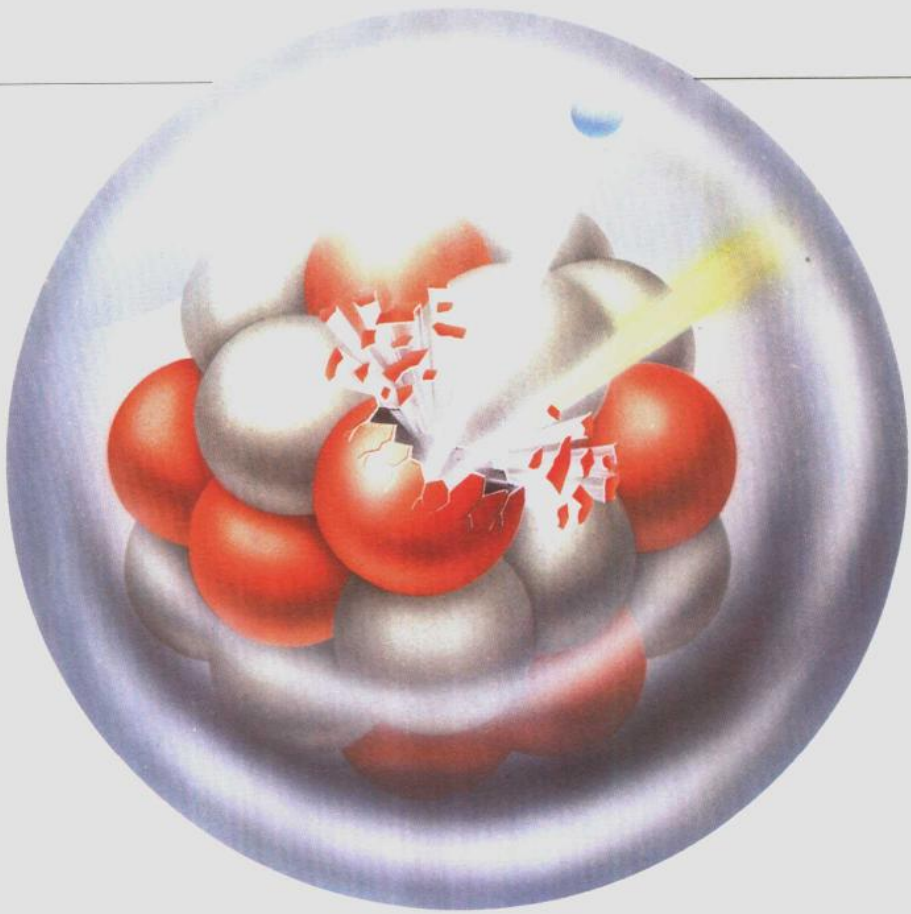
粒子依自旋的不同來分類





科學家開始利用加速器進行偵測工作之後，漸漸發現許多奇特的粒子。在向四方飛散的原子核碎片中，除了質子和中子之外，還出現了一些其他的粒子，而在不同的碰撞能量下，出現的粒子也不盡相同。這些新粒子的大小不一，性質也不確定。在這些新粒子當中，有些粒子一閃即逝，生命期只有數兆分之一秒。

此外，科學家們還發現了反粒子的存



在。它們的質量與其相對的普通粒子相同，而荷電量則相反(中子和一些不帶電的粒子也具有反粒子，在這種情形下，反粒子的一些其他性質和粒子是相反的)。當粒子和反粒子相遇時，會彼此湮滅而產生能量。在我們生存的世界中，正反粒子相遇而消失的機會是非常渺茫的。

為什麼會有這麼多種不同的粒子呢？這是粒子物理學家所面臨的困惑之一，普通物質中的粒子只有少數幾種，也許不會超過十種，那麼其他粒子的存在，究竟具有什麼意義？用什麼原理可以解釋這些粒子複雜的特性？這兩個問題，至今依然令粒子物理學家大惑不解。到現在為止，科學家發現的次原子粒子已經超過 100 種，他

風味	色彩	電荷
夸克 u (up)	紅綠藍	+2/3
夸克 d (down)	紅綠藍	-1/3
夸克 s (strange)	紅綠藍	-1/3
夸克 C (charm)	紅綠藍	+2/3
夸克 b (beauty)	紅綠藍	-1/3
夸克 t (truth)	紅綠藍	+2/3

主要的次原子粒子

	主要的次原子粒子					
	粒子	符號	質量 (Mev)	電荷	自旋	半衰期
重子	質子	p	938	+1	1/2	10 ³¹ 年
	反質子	\bar{p}	938	-1	1/2	10 ³¹ 年
	中子	n	940	0	1/2	15分
	反中子	\bar{n}	940	0	1/2	15分
介子	π 介子	π^+	140	+1	0	10 ⁻⁸ 秒
		π^-	140	-1	0	10 ⁻⁸ 秒
		π^0	135	0	0	10 ⁻¹⁵ 秒
	K 介子	K^+	494	+1	0	10 ⁻⁸ 秒
		K^-	494	-1	0	10 ⁻⁸ 秒
		K^0	498	0	0	10 ⁻¹⁰ 秒
	ρ 介子	ρ^+	750	+1	1	10 ⁻²³ 秒
		ρ^-	750	-1	1	10 ⁻²³ 秒
		ρ^0	750	0	1	10 ⁻²³ 秒
	ψ 介子	ψ	3095	0	1	10 ⁻²⁰ 秒
輕子	電子	e ⁻	0.511	-1	1/2	穩定
	正子	e ⁺	0.511	+1	1/2	穩定
	微子	ν _e	0?	0	1/2	穩定
	反微子	$\bar{\nu}_e$	0?	0	1/2	穩定
	渺子	μ ⁻	106	-1	1/2	10 ⁻⁶ 秒
	反渺子	μ ⁺	106	+1	1/2	10 ⁻⁶ 秒
	渺子微子	ν _μ	0?	0	1/2	穩定
	反渺子微子	$\bar{\nu}_\mu$	0?	0	1/2	穩定
	陶子	τ ⁻	1800	-1	1/2	10 ⁻¹² 秒
	反陶子	τ ⁺	1800	+1	1/2	10 ⁻¹² 秒
陶子微子	ν _τ	0?	0	1/2	穩定	
反陶子微子	$\bar{\nu}_\tau$	0?	0	1/2	穩定	
光子	γ	0	0	1	穩定	

們不再認為這些粒子是組成物質的基本單位，只把它們看成是由其他更小質點所組成的。瞭解粒子的基本結構，進而逐一探討這些粒子存在的意義，是粒子物理學家的主要工作之一。目前，粒子物理學家的理論，多半是尚未經過實驗證明。要偵測出他們預言存在的粒子，還需要長時間的努力。

促使粒子相互結合或排斥的，是各種不同型態的力。這些不同型態的力可以歸屬為四種基本力，其中兩種為重力及電磁

力，其現象在日常生活中常出現。另外兩種是強作用力及弱作用力，它們只存在於原子核內，也只有以原子世界的尺度才能夠察覺出這兩種作用力。

粒子譜系：輕子

組成普通物質的粒子可分成三個譜系，分別為輕子(lepton)、夸克及負責傳遞作用力的波色子。lepton 在希臘文中是「較輕」的意思，因為過去科學家們咸認這類粒子的特性在於它們具有較輕的質量，後來，這種想法被證實是不正確的，事實上，有些輕子的質量相當重。輕子主要的基本性質是不參與強作用力的反應，因為強作用力能夠使核子聚集成原子核，然而在原子核中並未發現輕子的存在。輕子的另一種基本性質是它似乎不具有內部結構，換句話說，輕子是不可切割的。

到目前為止，為人所熟知的輕子有三對，每一對輕子是由一個粒子及其相關的微子(neutrino)所組成。在某種條件下，微子會伴隨著粒子的產生而出現。因為微子非常輕，科學家們都不確定它是否具有質量。

第一個被發現的輕子是電子。在化學反應中，電子被束縛在原子與原子之間。電流便是電子的流動，它是促使燈泡發亮及

子，名之為渺子(muon)。它的質量約比電子重 200 倍，看起來像是一個很重的電子。渺子也如同電子一般，似乎不具有大小。它的發現是相當令人驚訝的，因為沒有任何理論曾經預測它的存在，而且它似乎也不是宇宙構造上所必需的粒子。「誰訂購了它？」美國的物理學家羅賓在發現渺子時，曾吃驚地叫了出來。與電子產生的過程相同，在渺子出現的同時，也有微子伴隨產生。

西元 1976 年到 1978 年間，由於另一種輕子的存在，使得粒子物理學家覺得非常驚喜。這種輕子的質量大約是電子的 3500 倍，相當於兩個質子的質量。這種特別重的輕子，稱之為陶子(tau)。它和其他的輕子一樣，具有與它相對稱的微子。

目前有三種不同體系的輕子存在，當然也對應著三種不同體系的反粒子。有些科學家認為還有更多的輕子沒被發現，也有些科學家相信只有這三種體系的輕子存在而已。

夸克

與六種輕子相對應的是六種夸克。夸克的性質和輕子不同，它們永遠不會單獨出現，而總是兩個或三個成對出現。任何由夸克組成的粒子，被稱為強子(had-

ron)，其中由夸克及反夸克對所組成的，稱為介子(meson)，如果是由三個夸克所組成，則稱之為重子(baryon)，例如質子及中子。

下夸克，第二類包括奇異及魅力夸克，第三類包含了底夸克及頂夸克。

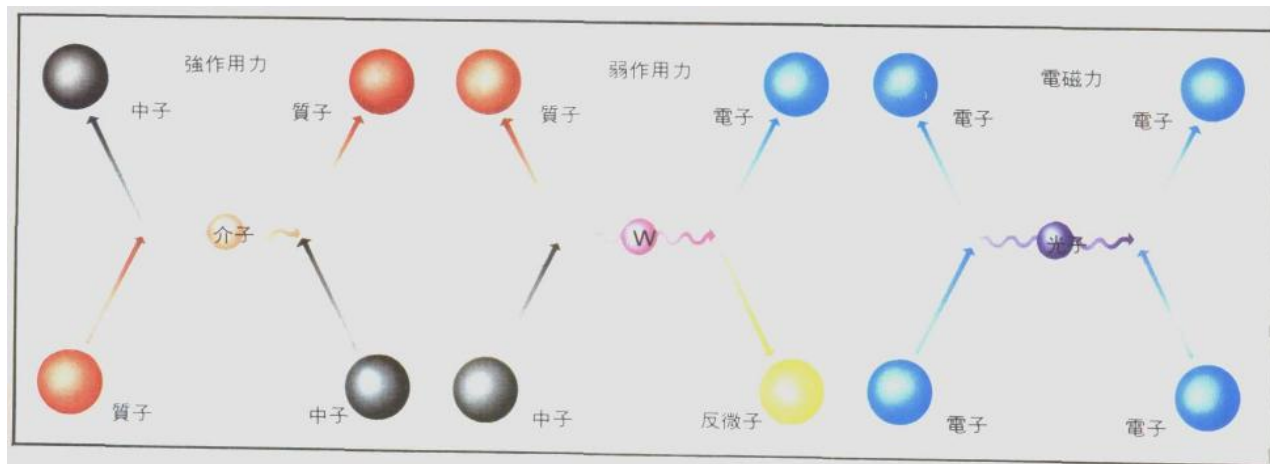
以不同方式結合夸克，可產生不同的強子，例如，質子便是由兩個上夸克及一個下夸克所組成；中子是由兩個下夸克及一個上夸克所組成。夸克除了具有非整數的電荷外，還有更多的理由可說明它是非常特別的粒子。

波色子及其他的粒子

四種基本型態的力，都是經媒介粒子來傳遞的。這種粒子與輕子及夸克有很大的不同，在根本上，這些粒子可使物質聚集在一起，也可使之彼此分離。由於不同的波色子可導致不同的效應，因此物理學家在敘述此種現象時，都不稱之為「力」，而稱之為「交互作用」。

每一種力都是藉著某一特定的媒介粒子傳遞。重力被認為是藉著重力子(graviton，至今尚未發現)傳遞；電磁力是經由光子(photon)傳遞。當兩個粒子彼此作用時，在極短暫的時間內，會快速地產生另一種粒子，在不違反測不準原理的情況下，這種粒子的質量與正常狀態下有一點不同，便稱之為虛粒子。由輕子之間的弱作用力而產生某種型態的輻射，是藉著弱波色子而傳遞的，此弱波色子也稱做中間

右：在自然界中四種基本力的圖形（實因曼繪製）。這些力分別是藉著介子、光子、波色子和重力子所傳遞。除了重力子尚未被發現外，其餘的都已經被證實存在。



馬達轉動的原動力。有些電子裝置，例如電晶體，是利用更複雜的方法來控制電子的流動。電子的存在，是構成工業發展的基本要素，在普通物質的結構中，它扮演著較為重要的角色。

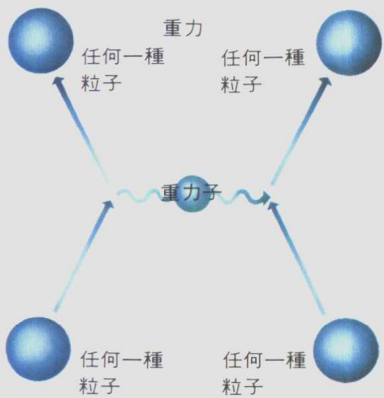
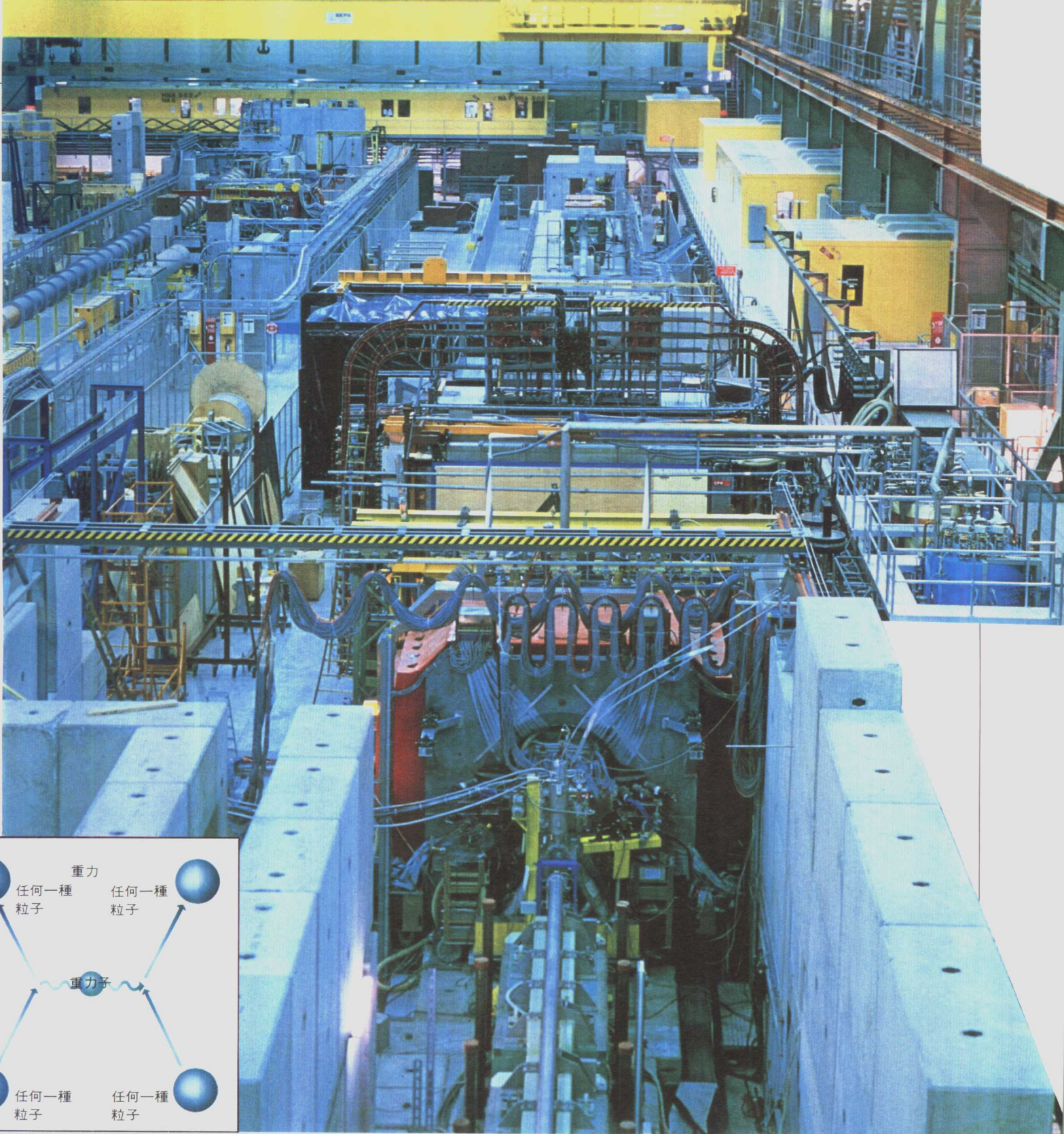
西元 1937 年，科學家發現了另一種輕

子，其中由夸克及反夸克對所組成的，稱為介子(meson)，如果是由三個夸克所組成，則稱之為重子(baryon)，例如質子及中子。

夸克也具有三種不同的類型，每一類型都包括了夸克及反夸克。第一類含有上及

向量波色子(intermediate vector boson)。夸克與由夸克所組成的粒子之間的強作用力，是藉著色彩膠子(colored gluons)所傳播的。

根據某種深奧的理論推測，在產生宇宙時的大爆炸後的百萬分之一秒內，四種基



本力及其相對的媒介粒子都是一樣的。原始的物質經爆炸而膨脹之時，便開始冷卻，而力及粒子就紛紛以不同的型態出現。

另外一羣有趣的粒子，稱之為振子(resonances)。至今，科學家發現的振子已

達數百個之多。振子存在的時間非常短，只有數兆分之一秒。它們的存在不能被直接偵測出來，只能由別的方法加以證實。振子由夸克構成，但是它的生命期却極為短暫。我們可將振子視為穩定粒子的激發態，當處於這種激發態的粒子很快地

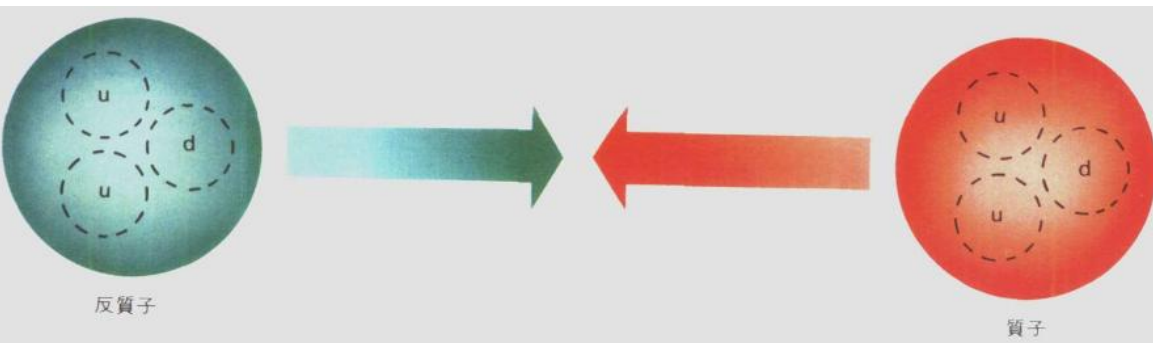
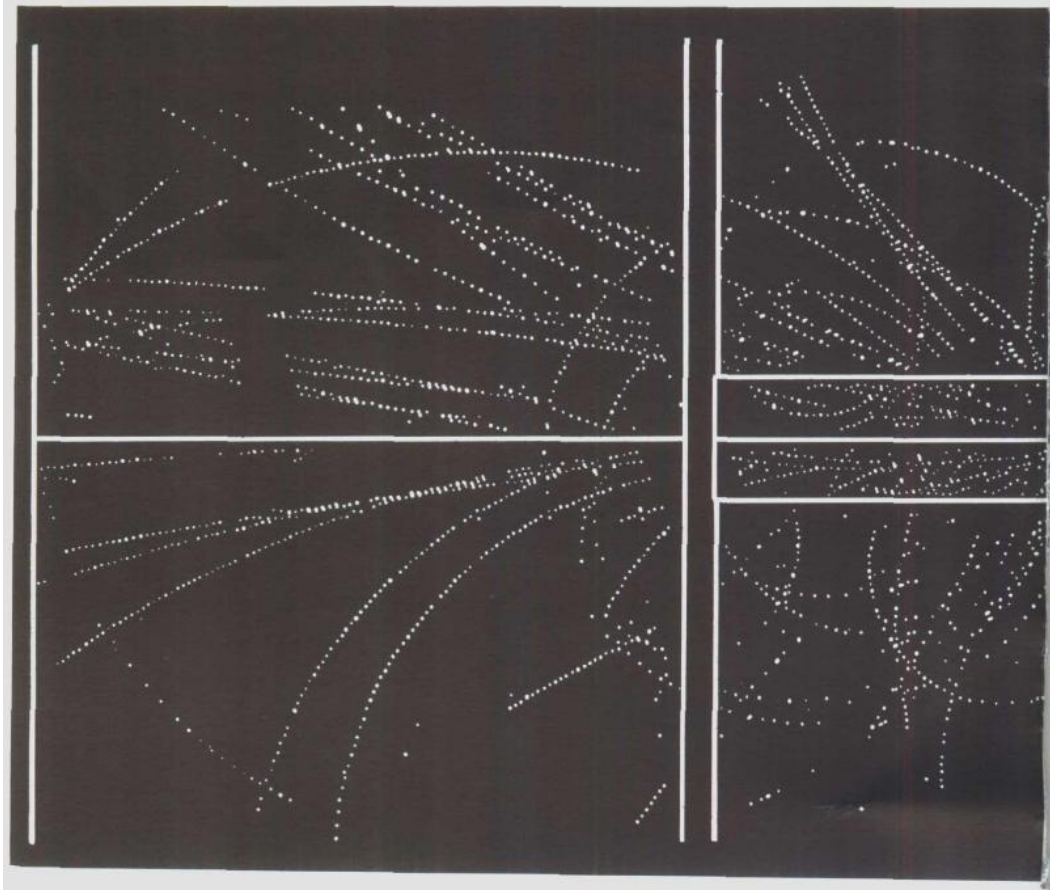
上：座落於瑞士日內瓦附近的一個研究中心的粒子加速器。

返回基態時，振子便消失了。

物理學家至今尚不確定迅子(tachyon)是否存在。依照相對論的敘述，物體運動的速度不可能起初慢於光速，然後逐漸加快而超過光速；反之亦然。換句話說，若是存在有粒子的速度大於光速，則其永遠大於光速，合於這種情況而可能存在的粒子稱為迅子。當迅子失去能量時，它的速度會增加，當它的速度變慢而接近光速時，質量便會增加。但是截至目前為止，迅子的存在尚未得到證實。

粒子的特性

粒子有許多不同的特性，有一些是我們所熟悉的，有一些則不為人所知。質量——亦即物體中所含物質的多寡——是粒子所具有的重要特性。根據相對論的推斷，粒子的質量會隨著速度的增減而有所改變。所以物理學家通常比較喜歡提到粒子的能量，而不談它的質量。當我們說粒子具有某種質量時，通常是指其靜止質量——粒子在靜止狀態時的質量而言。光子



上：首次證實波色子W存在的粒子軌跡圖。箭頭所指的路徑是波色子衰變時所留下來的。

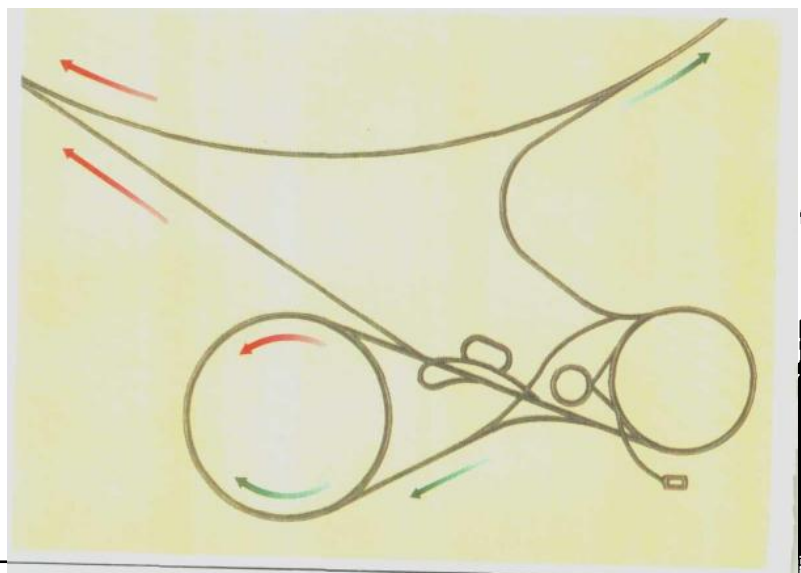
不具有靜止質量(因為它以光速運動)，微子通常也被認為不具有靜止質量。至今，許多科學家正設法以實驗證明這個假設。

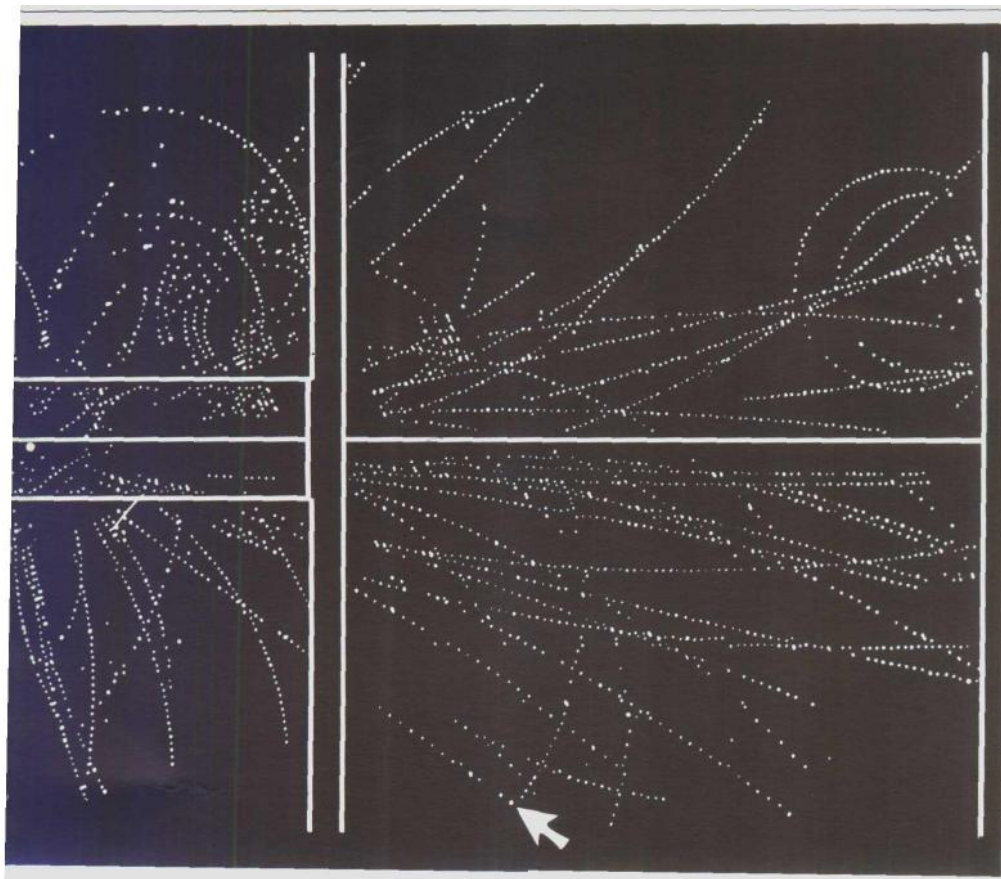
粒子的另一個特性，是它的荷電量。電子具有一個負電荷，質子具有一個正電荷，而有些粒子，諸如中子及微子，就不具有電荷。

原子所具有的電荷是量子化的，也就是說，它們的電荷為某一特定數值的倍數。另一個具有量子化性質的是粒子的自旋，這種性質有點類似於陀螺的旋轉。其他如奇異數、磁距、宇稱性、重子數等，也都是粒子所具有的特性。

我們通常以希臘字母或英文字母來標示粒子，並把該粒子所帶有的電荷數目寫在

如上圖所示，在質子及反質子碰撞後，我們便能偵測出波色子W，也就是弱作用力的中間向量的存在。這種碰撞是使兩束粒子由不同的加速器中射出，並且聚集在一起。如右圖所示。





量，也都符合守恒的定律。

粒子的衰變

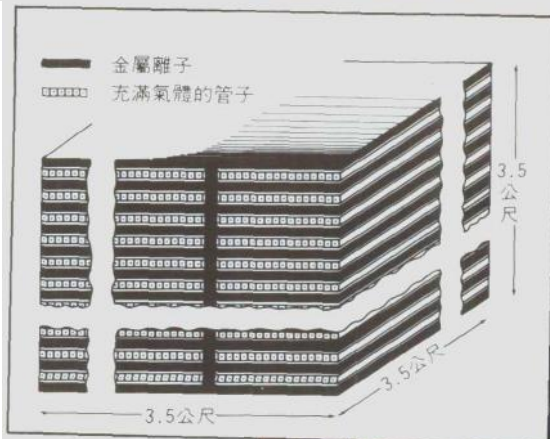
粒子都會衰變，只有極少數的粒子擁有較長的生命期。中子會衰變成質子、電子及微子，平均衰變時間為 12 分鐘。許多被視為較穩定的粒子（與生命期極短的振子相比較，可稱之為穩定），例如 π 介子、陶子和 λ 粒子，生命期也只有數兆分之一秒。電子被認為是相當穩定的粒子，換句話說，它可以永遠的存在而不衰變。

長久以來，質子也被認為是相當穩定的。但是，目前科學家卻相信質子最後可衰變成為輕子及微子，其衰變時間為 10^{23} 年或更久。如果質子果真會衰變，那麼原子核終究也是會衰變的，如此一來，整個宇宙也不是永恒的了。當然，這段衰變的時間極為漫長，在這個日子來臨之前，也許地球早已因為其他的原因被毀滅了。

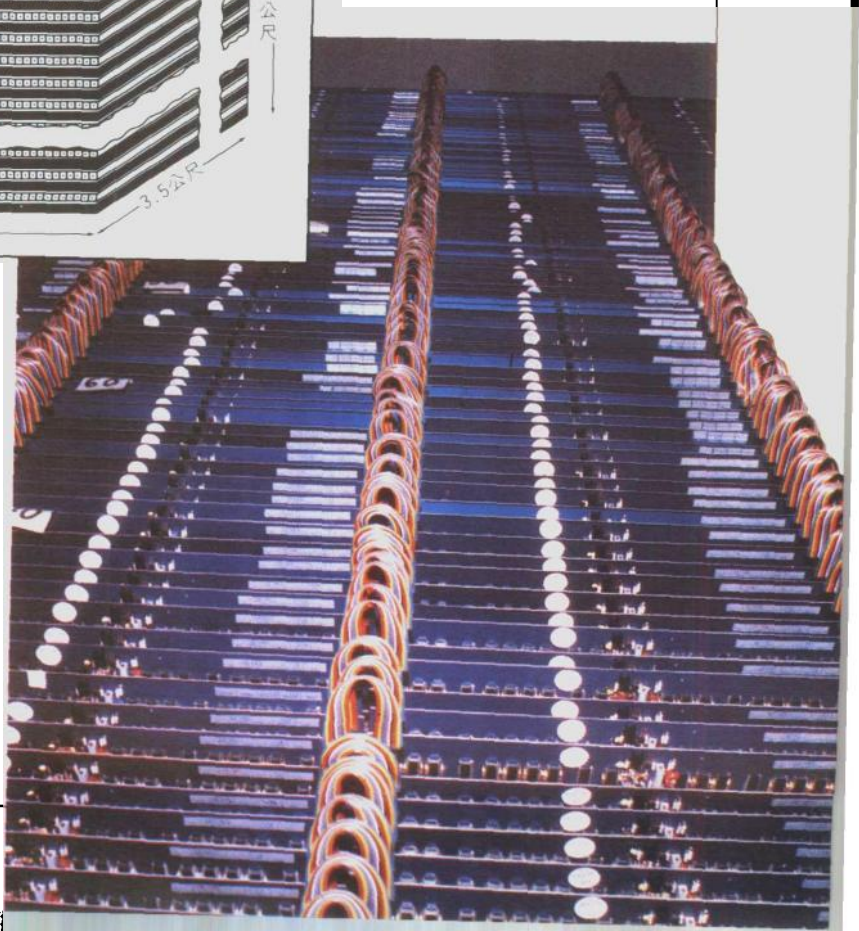
字母的右上方，例如帶正電荷的 π 介子 (positive pion)，我們以 π^+ 表示。寫在微子右下方的符號是用來指示其為電子的微子，渺子的微子，亦或是陶子的微子。

依據自旋量子數的不同，所有的粒子可概分為兩大類。如果粒子的自旋是整數 (0、1、2...)，我們稱之為波色子，例如介子、膠子、和光子，都屬於波色子；如果粒子的自旋是半整數 (1/2、2/3、1/5...)，則稱之為費米子 (fermion)，重子和輕子都屬於費米子。在羣體效應方面，波色子和費米子所具有的性質完全不同，波色子可以不受數目的限制，而大量的填入同一的量子態中；然而對費米子而言，一個量子態中只能存在一個費米子，任何兩個費米子不可以同時佔用一個量子態。

前面所敘述的粒子特性，有一些是具有守恒性質的。也就是說，不管在任何情形下，把一個粒子用其他相同的粒子取代，粒子所具有的性質是相同的。對粒子物理而言，守恒定律是非常重要的。例如質能守恒，利用愛因斯坦的公式 $E = mc^2$ ，能量可以轉變成質量，質量也可轉變成能量，但此二者的總合，卻是不變的。此外，例如電荷量以及動量——物體運動的



上及右：NUSEX 偵測器，位於瑞士白朗峯的地底隧道內，此種裝置由許多充滿氣體的管子層層排列而成，每層管子之間以鐵板為間隔。



細胞 Cell

細胞是地球上所有生命的基本架構單位，沒有細胞就沒有生命。科學家們近幾年來加速發現其中的秘密。從某些角度來看，細胞很類似組成物質的基本單位——原子，所有的物質與生命都是由基本粒子所構成，並以許多不同的組合方式，形成我們周遭環境中各種不同的事物。

人類對細胞的了解時間並不長。西元1665年虎克(Robert Hooke)提出報告，他在顯微鏡下觀察切成薄片的木栓時，看到一些小「房子」，這些木栓細胞的外型使他想起修道院的屋子，因此便以房子命名他所見到的東西。細胞壁使這些細胞具有特殊的外型，而這正是植物而非動物的特徵。如果他當時觀察的是動物細胞，那麼，細胞便會有另一個不同的名稱了。動物細胞被具有保護功能的細胞膜包圍著，並不像植物細胞具有固定的形狀。然而無論如何，虎克描述了他所看到的木栓細胞，並留下細胞的名稱。

細胞學說

直到十九世紀初期，細胞學說(cell theory)的基礎要件才開始陳述。法國博物學家拉馬克(Jean Baptiste de Lamarck)，於西元1809年說明所有生命都需要細胞。有關這部分的細胞學說，西元1838和1839年更由德國科學家許來登(Matthias Schleiden，植物學家)和許旺(Theodor Schwann，動物學家)，共同從事深入的研究及詳細的解說，並且建立了一套完整的資料。德國物理學家費周(Rudolf Virchow)於西元1858年提出假說，認為所有的活細胞必定來自其他細胞，也就是沒有自然發生這回事。截至當時，所有為證實這項假說的觀察，都因實驗設計錯誤和實驗工作做得太少而遭受挫敗。直到西元1862年，即費周提出假說後4年，法國著名科學家巴斯德，才證明了這個我們一直以為理所當然的法則。一般都相信，生命雖然只能從活的物質產生，但地球的早期階段，生命的起源很可能是自然發生(spontaneous generation)的。

工具的概說

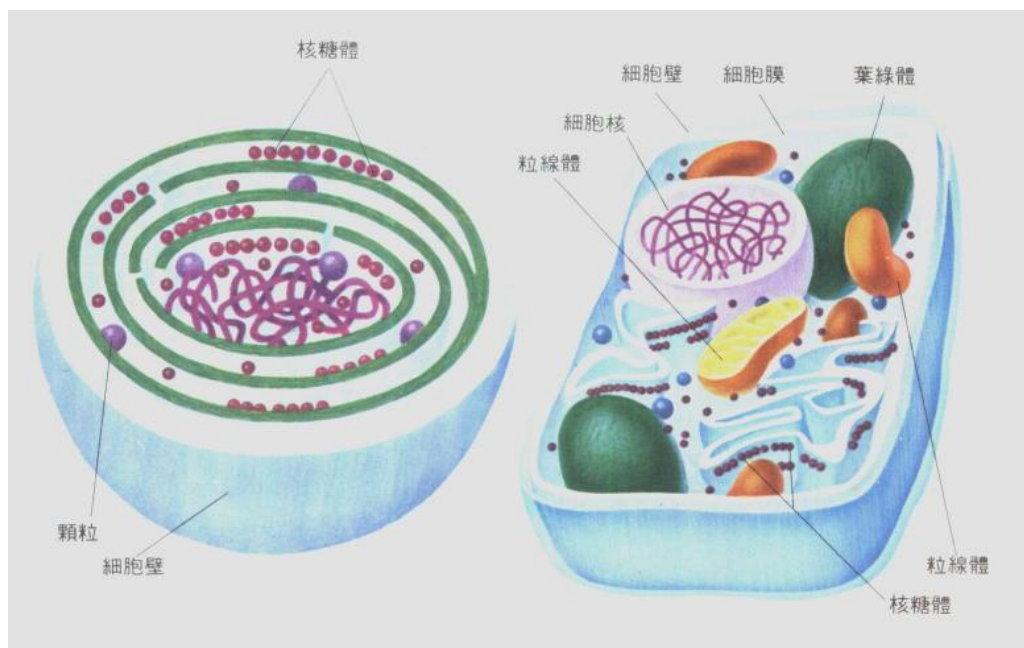
為了要仔細觀察細胞，因此需要特殊的工具。首先發明的是光學顯微鏡(light microscope)，但使用這類顯微鏡仍受許多限制，因為細胞很小，我們無法看見細

胞內的細微構造。因此，在電子顯微鏡(electron microscope)尚未發明之前，對於所看到的細胞構造，都還在存疑階段。而電子顯微鏡是以電子束代替光學顯微鏡的光束來「觀察」物體。電子穿過待觀察的樣品，並與照相感光片相連，樣品的影像即可出現在感光片上，而將照片呈現於我們眼前。電子顯微鏡的主要優點之一就是電子的波長比光波短得多，因此電子顯微鏡才能觀察相當小的物體。許多細胞的細微構造都非常小，只有電子顯微鏡才能清楚地顯現出來，透過電子顯微鏡，可以看到比肉眼所能見的還小1萬倍的物體。

電子顯微鏡經改良後，發展出掃描電子顯微鏡(scanning electron microscope)，

細胞是整個細胞最基礎且絕對必要的。細胞膜具有許多重要的功能，第一是藉著膜的特性使內外分隔，保持細胞所在的環境。然而，這樣描述似乎太過單純，因為細胞必須生活在本身的環境下，且由其中取得養分。細胞直接與外界接觸，又要在這種情況下保護自己，因此細胞膜本身必須能控制所有養分進出細胞。多細胞生物中，細胞是相互依存的，且某些細胞可產生其他細胞所需之物質，細胞膜即管理這種稱為雙向交通的貨物補給工作。

我們之所以能證明細胞膜的存在，並且進一步研究其功能，主要是藉助電子顯微鏡的放大率及解像能力。對於細胞膜，有兩個構造模式較為科學家們所支持，一個



生物依細胞構造區分為原核及真核生物，原核生物沒有真正的核，是典型的原始型生命，這種構造還存在細菌和藍綠藻中。真核生物具有細胞核，

內含遺傳物質，除了細菌及藍綠藻外，所有的細胞都屬之。

左：原核細胞。右：真核細胞的內部構造。

這種顯微鏡用電子照射欲觀察的物體，並使之反彈，因此，我們能更清楚地看到細胞的表面。

除了這種工具之外，某些技術在細胞研究上也相當受用。其中最重要的一項就是染料的開發，利用組織對染料的選擇性親和力，使特殊構造在相對的背景襯托下顯現出特徵。

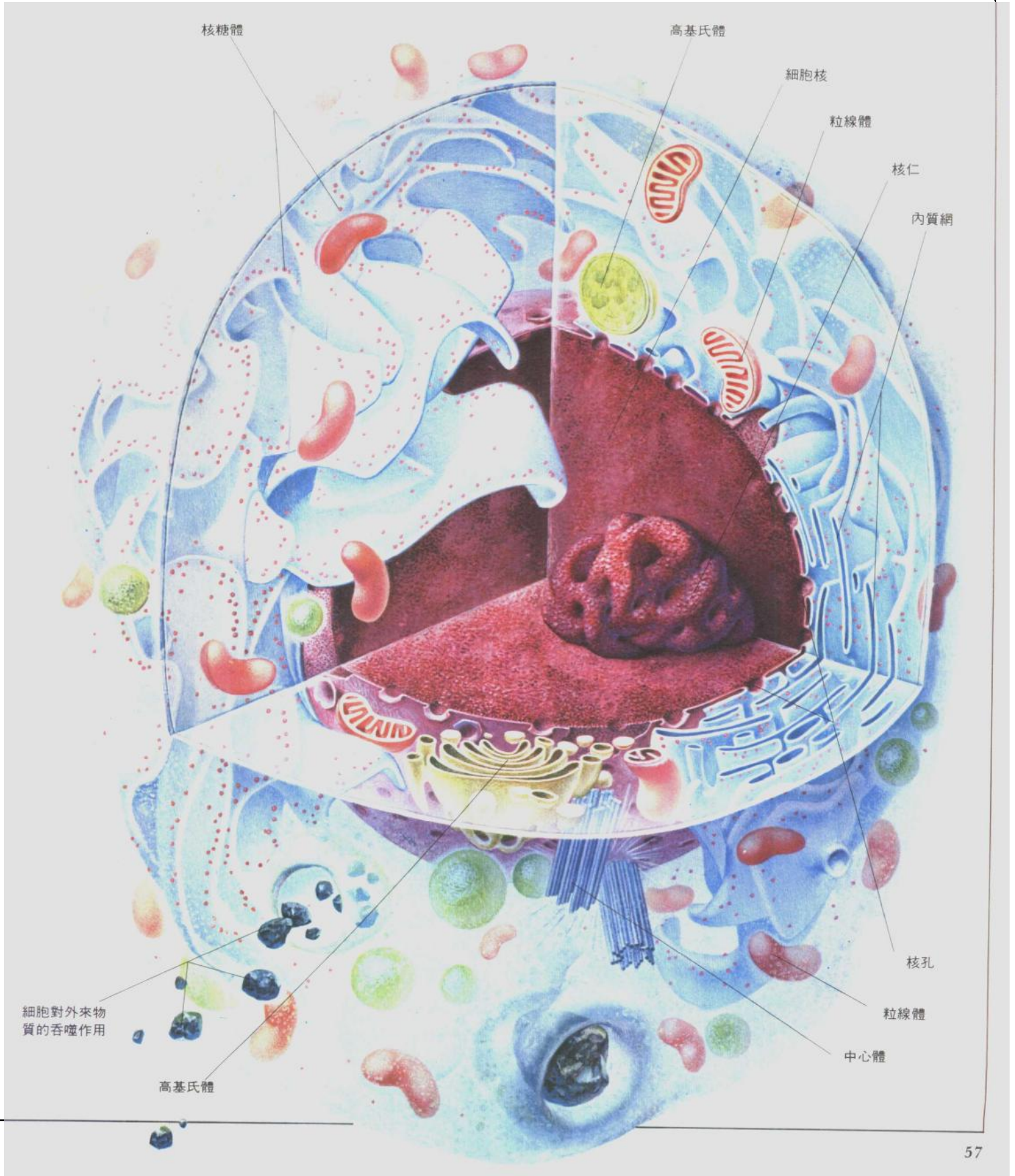
細胞的構造與功能

是戴生-達尼模式(Davson-Danielli model)，於西元1930年代由兩位科學家共同提出。他們並沒有看到膜的組成成分，甚至沒有見過細胞膜，而是以其實驗為基礎推論出的，認為細胞膜是由2至多層磷脂所組成。這是一種極複雜的分子鏈，其兩端的特性相差很大，尾端為疏水性，頭端則為親水性，與水分子連接形成膜的兩層表層，面對細胞的內外兩側。圍在磷脂質四周的是一層蛋白質，表面有許多孔

細胞為生命的最小單位，雖然病毒構造更小，但它在某方面來講並不算是獨立的生物。因為它們沒有獨立的代謝和生殖作用，只能在其所侵入的活細胞中行生殖作用。
一個細胞就是能獨立進行生命的所有功能，即從

營養、分泌廢物到生殖作用。事實上，有關這方面也有許多單細胞生物的例子。至於高等動植物，乃是由許多細胞組合而成，細胞依其特殊的構造而扮演不同的角色，例如血球細胞、組織細胞、神經細胞等等。

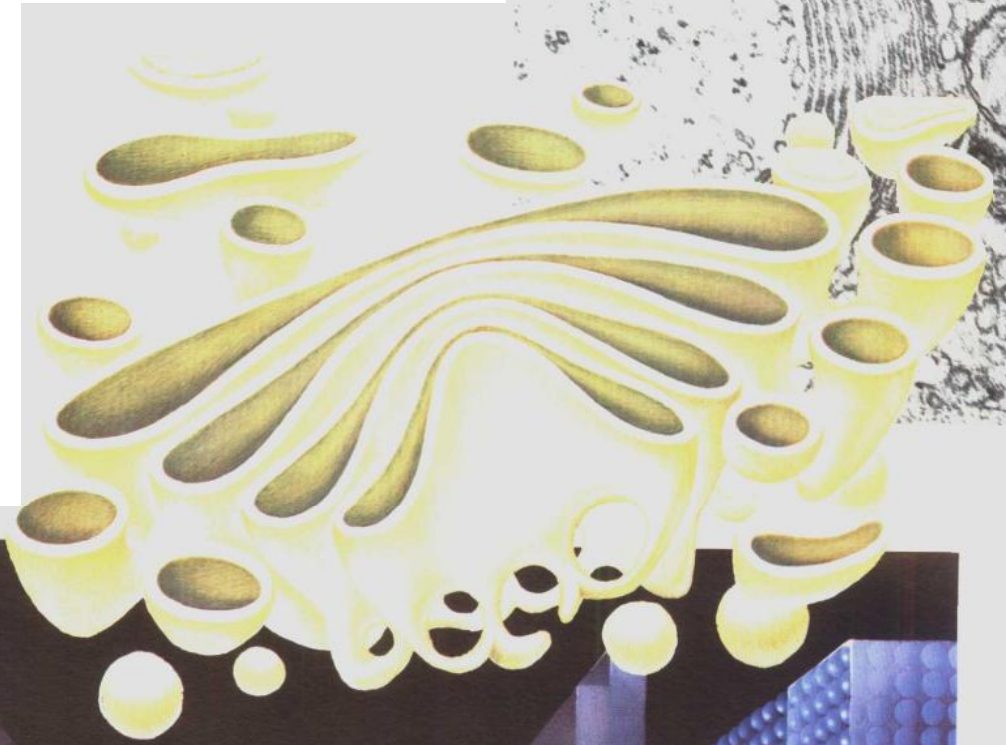
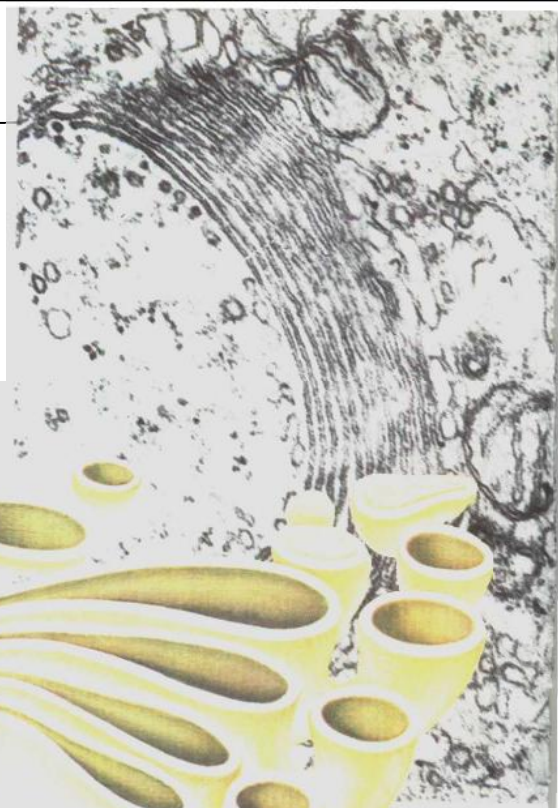
以某個角度來看，我們可將細胞視為自給自足的生化工廠複合物，從環境吸取原料物質，轉變成生命所需的物質。下：為以上構想的理想細胞剖面圖，並標示其內部構造。

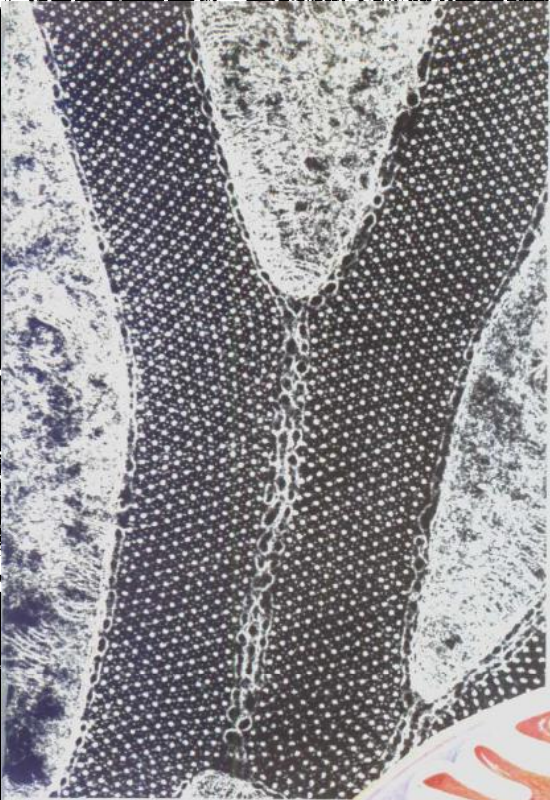


隙，物質經由這些孔隙進入或離開細胞。

西元 1950 年代，電子顯微鏡及 X-光繞射更直接證明膜的特性及組成。而目前最被一般所接受的細胞膜模式是流體鑲嵌模式 (fluid-mosaic model)，這是西元 1972 年由加州大學的辛格 (S.J. Singer) 和沙克研究所的尼柯生 (G. L. Nicolson) 所提出的。在此模式中蛋白質只存在於表面，而且散佈其中，不形成固體層。雖然如此，但有些蛋白質會深入或穿過下層 (磷酸脂層)，其功能依所在的位置而定。蛋白質和脂質並非都固定在某一定點，而是可以做某種程度的移動。因此，傳導神經脈衝的蛋白質，會留在用得到它們的部位；同樣的，專司吸取細胞內鈉離子的蛋白質，也都會排列在最適合於它們作用的位置上。而大生-戴尼模式所認為的孔隙，在此模式中並不與脂質在一起；在新

下面波浪狀物體和右邊的顯微照片都是高基氏體的切片圖。高基氏體為細胞胞器之一，司分泌的功能。最下：細胞膜的理想構圖，中央有個旋轉唧筒，其特殊功能是運送細胞內外的液體。

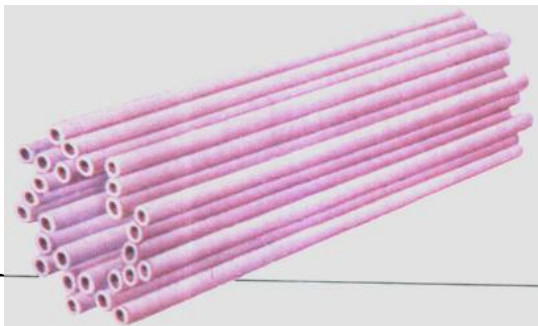




下：粒線體內部構造的剖面圖，標示粒線體波浪狀外膜——皺摺。相同的構造在電子顯微照片中也可以看到(左)。



右：細胞核的簡化圖，內有核仁。細胞核物質以一種雙層膜而與細胞質其他部分隔開。一束束像通心麵的管子為中心體，是細胞胞器之一；在細胞分裂時，染色體複製期間的重要角色之一。



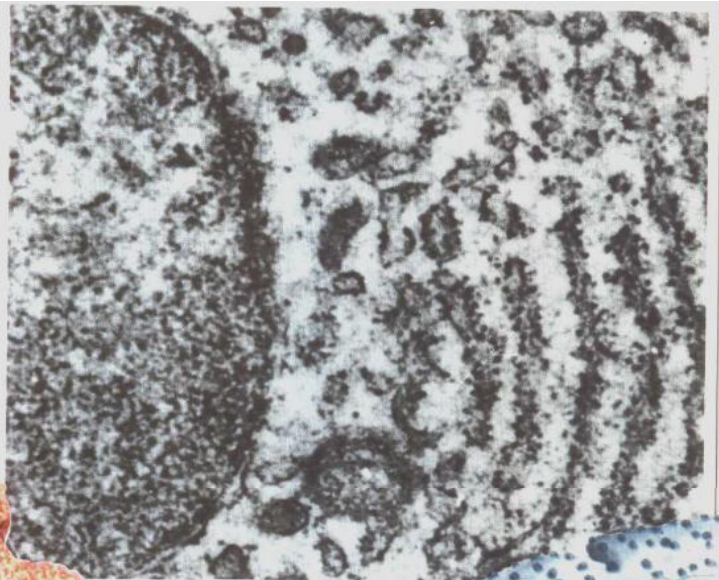
動質體(ergastoplasm)的電子顯微照片(上)和圖(右)，血清分泌的特殊分化組織細胞中，這種構造含量特別多，如唾腺或胰臟。

模式中，孔隙乃由蛋白質分子直接組成，有時候是由一個分子一條通道組成，這些孔隙負責調節細胞膜上離子及分子的流通。

其他細胞的構造

除了細菌和藍綠藻之外，大部分的細胞內含一個有內外膜的細胞核。細胞核與細胞中三種最重要的功能——即生殖、分化和代謝作用，有著極密切的關係。細菌和藍綠藻細胞缺少核膜和其他部分的構造，這是它們之所以被分在與其他生物不同界的重要因素之一。這類細胞稱為原核生物(prokaryotic)，為「具有原始之核」的意思，屬於膜內拉(Monera)界。其他細胞包括所有多細胞生物稱為真核生物(eukaryotic)，意即「具真核」(以下所討論的為真核細胞)。

細胞核含有染色體與核仁兩種構造。染



色體為細長絲狀構造，只在細胞分裂時才看得清楚，其組成為 DNA 和蛋白質；染色體上具有以直線式排列整齊的基因。基因乃遺傳的基本單位，由 DNA 組成。細胞和後來整個個體的特性都取決於基因，且代代相傳。

細胞日常的運作也由基因控制，雖然基因並不離開細胞核，但其所攜帶的「訊

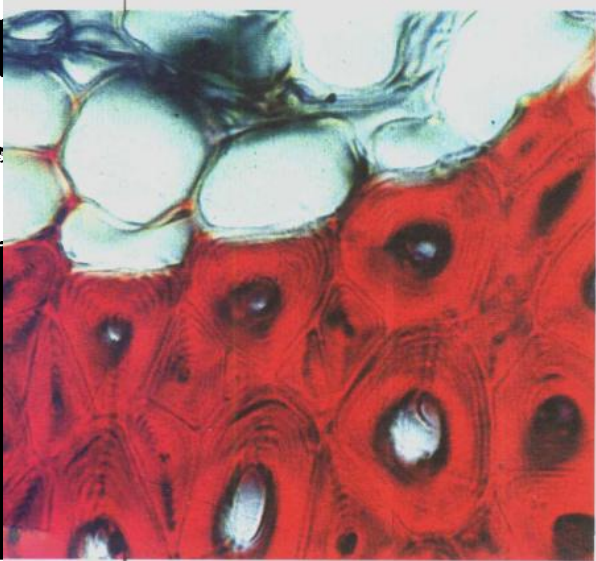
息」，必須藉某些機制帶到核膜之外，這過程可能由基因分子構造(稱為核苷酸)之序列複製而成的信使 RNA(messenger RNA)所擔任，它可以通過核膜在細胞其他部位工作。在那裏細胞依照信使 RNA 所帶的指令開始合成所指定的胺基酸分子，然後再組合成蛋白質。胺基酸的種類及排列方式決定了其生物活性，某些合成為酵素，控制整個生物依賴的功能之各層面的化學過程。

細胞核內尚有另一個與核仁有關的活動。核仁在平時(不分裂時)即可看見，它們是染色體的特殊分化部分，也是由 DNA 和蛋白質組成；另外，還含有許多套複製核糖體 RNA 的基因，這些製造出來的 RNA 再與蛋白質結合，通過核膜形

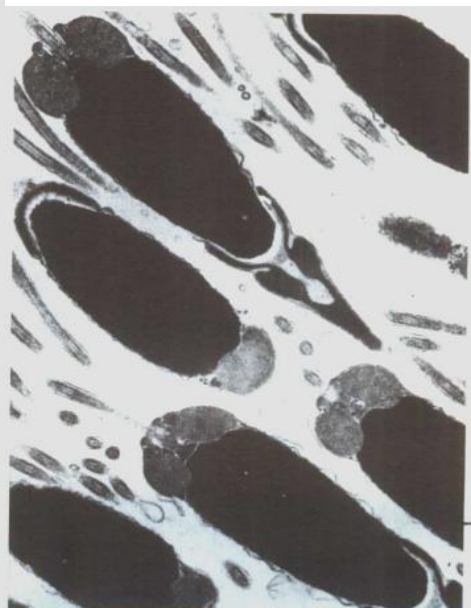
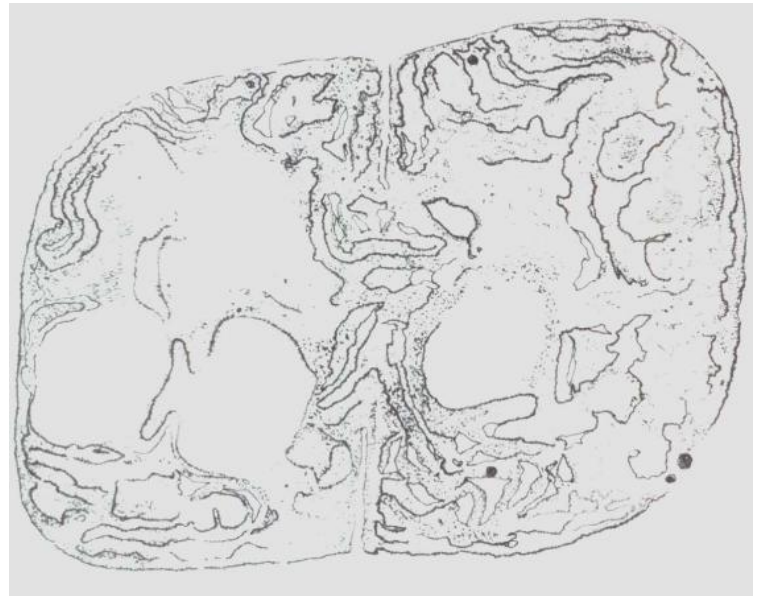
成蛋白質合成的胞器——核糖體的一部分(描述於下)。其他不合成蛋白質的細胞，其核仁很小甚至消失。

科學家們發現核膜比細胞膜對通過的物質更具選擇性，某些顆粒很容易進入細胞內，但卻被核膜阻擋在細胞核之外。粒子的通過與否，並非取決於其大小，例如一大顆粒如果是原料物質時，則可進入核內聚合在一起，而組合好的訊息及核糖體 RNA 分子則往外輸送。

內質網(endoplasmic reticulum)是細胞質中複雜的網狀膜系統，其功能為提供細胞內各部分之間不同物質傳送的通路。某些細胞的內質網膜上附著稱為核糖體的小顆粒，在電子顯微鏡下看起來外表很粗糙。一般認為，這些核糖體是蛋白質合成

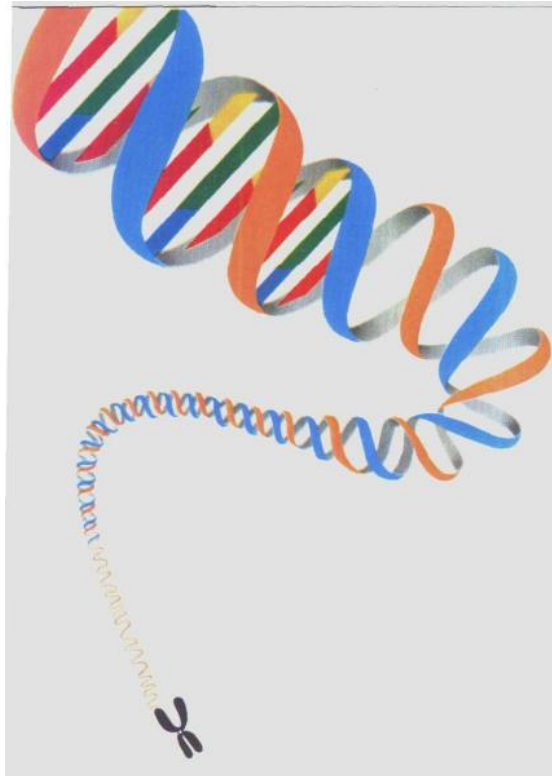


左：由上而下，為薄壁組織細胞的照片，這是植物行光合作用與儲藏養分的主要組織。底膜體(desmosome)的電子顯微照片，這構造乃結合上皮細胞而形成皮膚。鞭毛的橫切面，某些單細胞生物藉此構造而達到運動的目的。蟲類精子的電子顯微照片中，含有專司運動的鞭毛。



的場所，甚者有的以為膜粗糙的程度與細胞所產生的蛋白質量有關，但此點目前尚未被證實。

高基氏體(Golgi apparatus)所包含的元素，於西元 1898 年由義大利的高基氏(Camillo Golgi)首先描述。但當時並沒有最好的顯微鏡可以證明它們是否存在。電子顯微鏡的使用，不只確定其存在，且更證實了高基氏的描述。高基氏體是由許多小囊泡(長形、管狀、外包膜的小袋)組成，呈平行或半圓形排列，用來儲存、修正和包裹物質，然後分泌到細胞之外；因



左：正在分裂的原核細胞，它們沒有真正的細胞核，遺傳物質以 DNA 的形式散佈在整個細胞質中。上：真核細胞中，DNA 循著染色體而排列，攜帶遺傳物質。

此，高基氏體可用以保護細胞，使其不受本身所產生的物質影響和傷害。

細胞的其他部分

粒線體 (mitochondria) 為不規則的小胞器 (有顆粒狀、棒狀及絲狀)，幾乎所有真核細胞中均可發現。它們曾被描述為居住在細胞中的獨立生物；其存在對細胞及本身都有助益。許多化學反應均在此胞器中進行，如從食物中獲取能量並將能量轉變成別種形式，以便細胞其他部位利用做某些需要能量的活動。

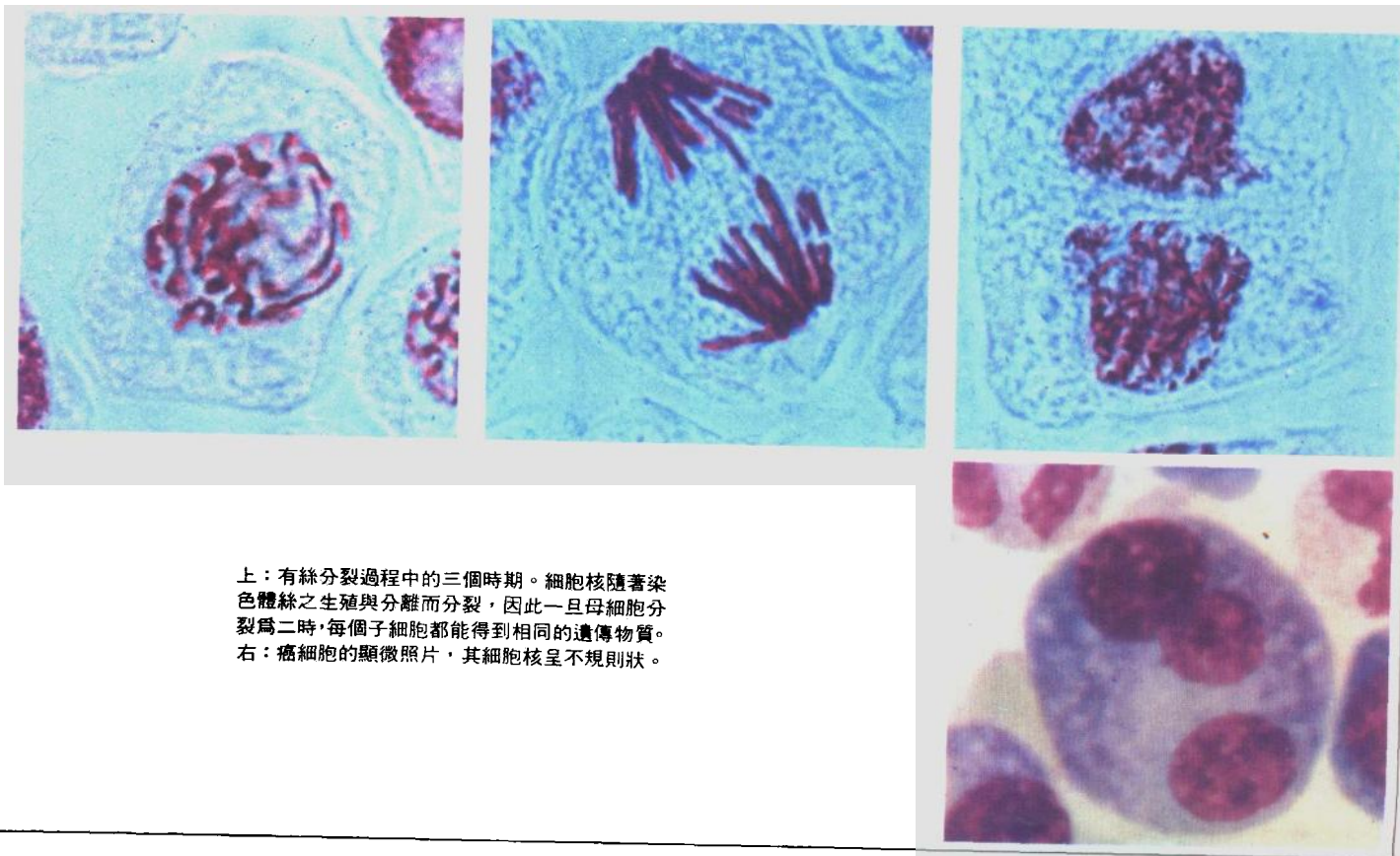
溶酶體 (lysosomes) 為有外膜的小顆粒，內存消化酵素。溶酶體的外膜可以保護細胞，因為如果外膜破裂，其內所含之酵素會將細胞消化摧毀。過氧化體 (peroxisome) 類似溶酶體，含有多種強而有力的酵素，這些酵素是氧化作用過程中所必要的。在綠色植物中，它們是光呼吸 (photorespiration) 的場所。

胞質體 (plastid) 是較大的胞器，可在大部分植物細胞中發現，但動物及真菌細胞中則沒有胞質體。胞質體在光學顯微鏡下很容易看見。分為有顏色的雜色體

(chromoplast)、白色的白色體 (leucoplast) 和含有綠色葉綠素的葉綠體 (chloroplast)。葉綠體對所有生命均非常重要，葉綠素捕捉太陽光的能量，用以製造儲能的有機分子，例如把普通分子變成糖類，這種過程稱為光合作用。葉綠體還含有黃或橘紅色素稱為胡蘿蔔素 (carotenoid)。這類色素也是捕捉光能再轉變為儲存能。白色體負責儲存油滴、澱粉和蛋白質，在根細胞中特別常見，尤其是馬鈴薯根。當白色體暴露在陽光下時，會產生葉綠素，於是白色體即變成了葉綠體。

液泡 (vacuole) 外圍為膜，內部充滿液體，在動植物細胞均可發現。它們各有不同的功能，如儲存食物和排除細胞內的廢物。在成熟的植物細胞中，佔有很大的體積，內含汁液，汁液是由許多不同營養物質溶於水中而成的。液泡膜具有選擇性，只要細胞是活的，它就能排除不必要的廢物而留住有用的物質。

參閱第三冊 122~125 頁光合作用 (Photosynthesis)。



上：有絲分裂過程中的三個時期。細胞核隨著染色體絲之生殖與分離而分裂，因此一旦母細胞分裂為二時，每個子細胞都能得到相同的遺傳物質。右：癌細胞的顯微照片，其細胞核呈不規則狀。

細菌 Bacteria

我們身體的任何部位都存有無數的細菌，即使是一滴水，也含有數以百萬的細菌。很多細菌對人類有益，但也有些會引起嚴重的疾病。

細菌為單細胞生物，通常寬約1微米，長約3微米。因為肉眼看不見，所以必須使用顯微鏡和其他放大裝置來研究。在一般的顯微鏡下，細菌仍然顯得很微小，因此還須利用電子顯微鏡才可以清楚地觀察細菌細胞。

物理特性

經由顯微鏡觀察，我們知道所有的細菌均有一層細胞壁、細胞膜和一個指揮細胞活動的細胞核。較高等的生物，其細胞核由一層核膜包圍；細菌的細胞核因為沒有核膜將細胞核包住，所以沒有明顯特殊的構造。某些較高等的細菌具有膠狀的莢膜包在細胞壁外，鞭毛(鞭狀，司運動的器官)則自胞膜穿過莢膜到外面。細菌含有DNA和RNA，與病毒之只含DNA或RNA截然不同。

細菌有三種型態：圓球形的球菌(coccus)、棒狀的桿菌(bacillus)及螺旋狀的螺旋菌(spirillus)。大部分細菌可在室溫20°C左右繁殖；50°C以上便少有細菌可以繁殖。在環境惡劣時，細菌會進入休眠狀態；環境好轉，便又重新開始生殖活動。

大多數細菌以二分裂法(binary fission)行生殖作用。二分裂法為專有名詞，意即生物體由1個個體分裂成2個個體。當細胞拉長時，細胞膜開始收縮，兩側細胞膜的中點會在細胞的中央會合，如此一來，細胞便分離成2個細胞。細菌羣落的生長以幾何級數增加，即1個細胞分裂為2個，2個分裂為4個，4個分裂為8個，如此繼續不斷地繁衍增加。細菌在所處環境中能不斷生殖，直到數目達最大極限，才停止生殖一段時間，以維持安定的菌落。若環境十分惡劣，即使以芽孢型態或休眠狀態都不能生存時，整個菌落就死亡。

有害的細菌

能引起疾病的細菌稱為病原菌(pathogen)。雖然我們還不完全了解細菌致病的所有方式，但有一種為人所熟知的方法，就是分泌外毒素(exotoxin)使其他生物生病。例如臘腸毒素(botulism)，

所有單細胞原核生物都是細菌門的一員。這兩頁的圖列出細菌門中某些細菌的外形和構造上的特徵。有些生物成羣落，有些具有多鞭毛，其他只有單鞭毛。

球菌

雙球菌

鏈球菌

為一種可致人於死的食物中毒，由臘腸桿菌(*Clostridium botulinum*)所分泌，這種細菌會在處理不當的罐頭食物中滋長。

人體腸胃系統中的酵素無法中和這種毒素，它會進入血液循環，然後到達神經系統，並干擾腦部的訊息傳遞。在我們吃下腐壞的食物18~36小時之後，開始有吞嚥、說話和視覺上的困難。若不立即治療，則會造成呼吸肌肉的麻痺，最後窒息而死。藉分泌外毒素而致病的細菌還有破傷風、白喉和其他的食物中毒。

細菌致病不只因分泌有毒物質，還因其菌體內亦帶有毒素，這類毒素稱為內毒素(endotoxin)，在菌體死亡和分解後才釋出。若體內有細菌釋出大量內毒素，則會造成血管系統嚴重的瓦解，導致所謂的內毒素休克(endotoxic shock)。某些含內毒素的細菌會引起肺炎或腸道、尿道的感染。

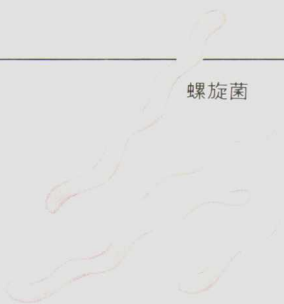
細菌除了會產生毒素使其他生物生病以外，尚能以其他許多方法引發疾病。它可以直接侵入某器官之中，干擾其正常功能；或不斷增殖，將正常細胞擠開，並摧毀正常組織。還有些細菌能產生酵素來破壞身體細胞和結締組織。而身體中若出現外來生物，如細菌，則會刺激防衛系統產生反應；這類反應包括發燒和發炎，在某些狀況下，也會對身體組織造成傷害。

弧菌

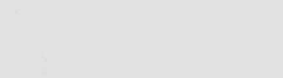
桿菌

梭孢桿菌

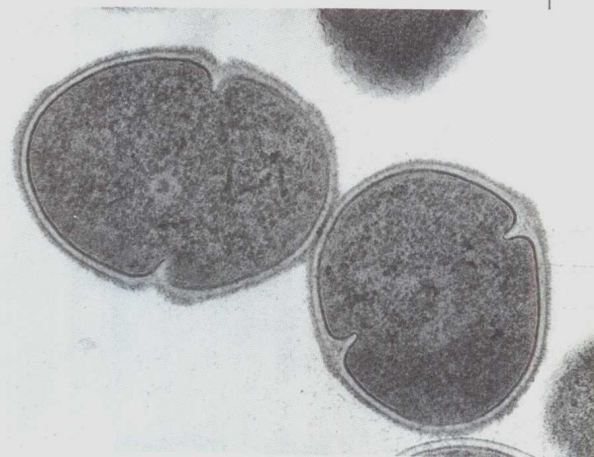
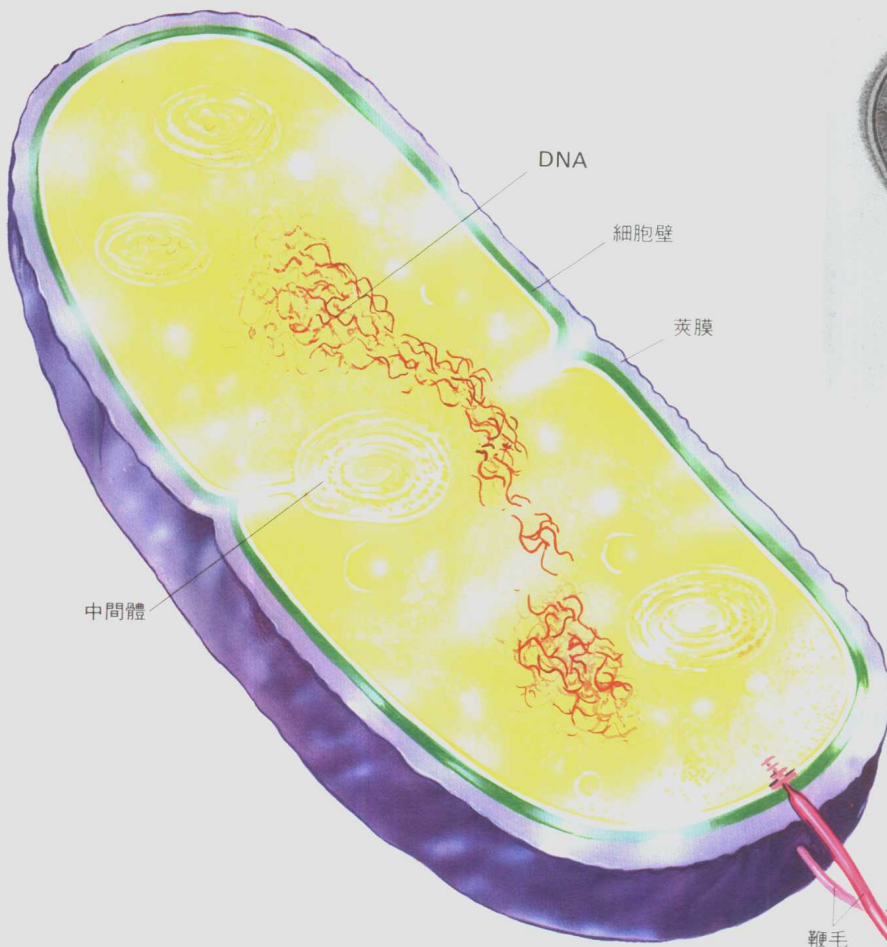
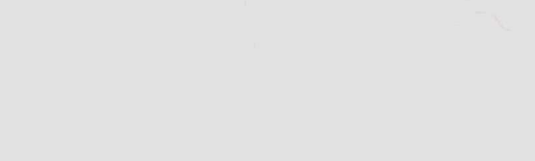
螺旋菌



週鞭毛細菌



單鞭毛細菌



疾病能由一個人身上傳給另一個人時，就稱為傳染病。生存在我們呼吸道的細菌具有特別高的致病力，當我們打噴嚏或咳嗽時，即散播出數百萬個細菌到空氣中，它們或飄浮於空氣中，被其他人吸入體內；或掉落於物體表面上(若被黏液裹住)，經由接觸而感染別人。肺結核、腦膜炎、喉頭炎和肺炎等，均是以這種方式傳染。

有害細菌的控制

控制有害細菌生長的方法，其實有些非常簡單。如裝罐前煮沸食物，可避免臘腸毒素；牛奶置於 63°C 30 分鐘或 72°C 15 秒鐘，是牛奶殺菌或殺死病原菌有效的方法之一(此法為德國化學家巴斯德所發明，因此稱為巴斯德低溫殺菌法)；此外，火亦能殺滅病原菌，例如我們常將病死的家畜屍體用火燒燬，或將物品如實驗室用具在本生燈的火焰上燃燒以滅菌。

使用巴斯德低溫殺菌法，只能殺死致病細菌，或使其進入孢子階段。有時，我們也必須除去物品上的所有細菌，或稱為滅

雖然有些細菌只能在某些特殊的環境中才具有致病的能力，但很不幸的，它們往往會尋找到這種合適的場所。例如腦膜炎雙球菌(meningococcal bacteria)會侵入腦膜引起腦膜炎，又如白喉桿菌(*Corynebacterium diphtheriae*)常滯留於喉部造成白喉。還有些細菌能造成多種不同型態的傷害，如葡萄球菌(*Staphylococcus*)，不只引起皮膚膿疱，還會產生血液中毒和骨髓炎(osteomyelitis)。

細菌所引起的疾病是會傳染的。當某種

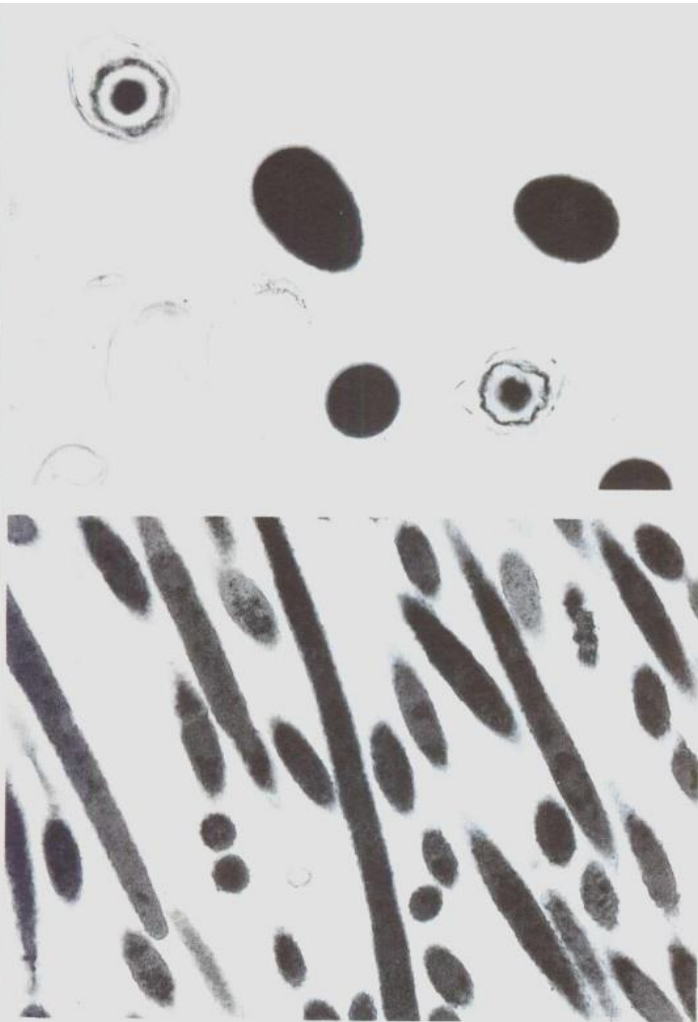
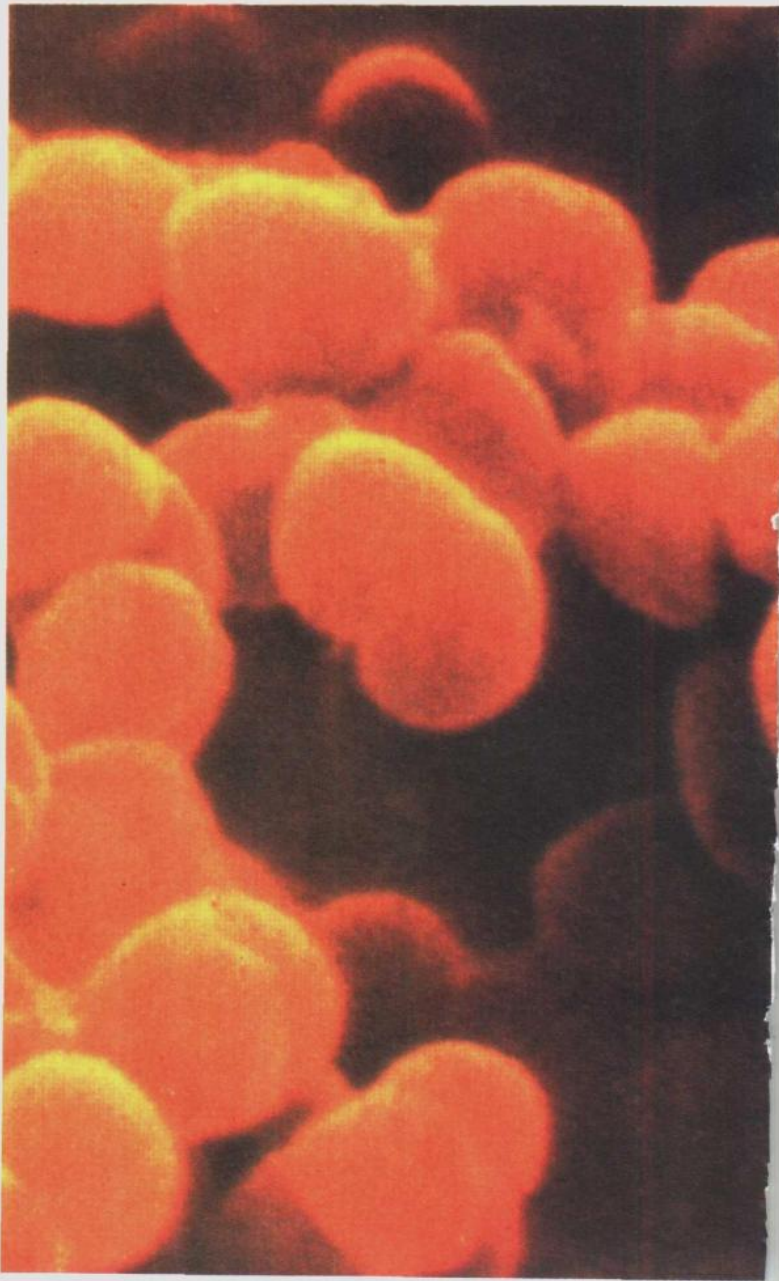
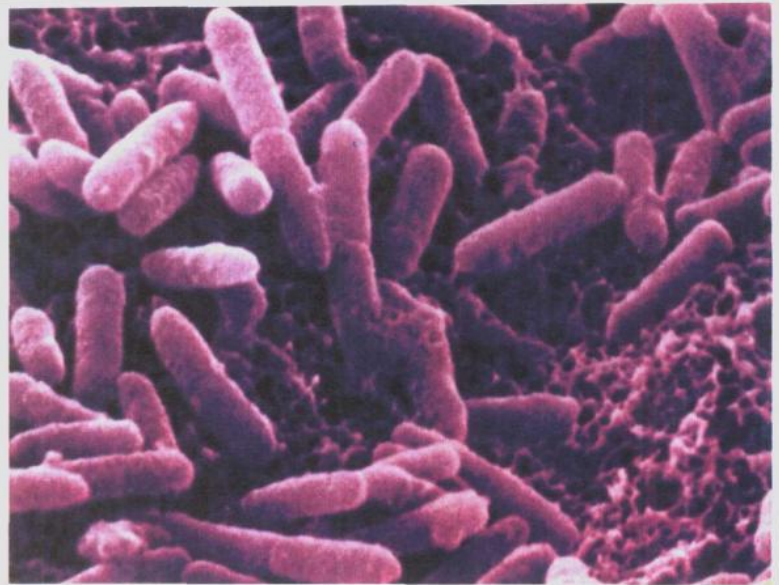
細菌和其他裂殖菌位於動物界和植物界的中間位置。其細胞構造的特徵是具有一個原始的細胞核，但沒有核膜的包圍；DNA 就散佈在細胞質中。原生質乃由一層原生質薄膜聚集成，主要含有脂質和酵素。這層膜向內彎曲形成中間體(mesosome)的構造，其內充滿各種酵素，且是核苷酸分裂時分離的位置。細胞壁為纖維素組成的堅固構造，主要功能為保護作用。上：電子顯微鏡下衛生細菌的中間體。

菌。例如在醫院和食品加工工廠裏，使用高壓滅菌器來達到滅菌的目的。高壓滅菌器類似於壓力鍋；將物品置於高壓溫熱狀況下，通常在 121°C 10~15 分鐘。有些食品因包裝的關係，不能用蒸汽處理，需置於乾熱空氣的烤箱中，這要花費較長的時間，但效果不錯，大約是 160°C 2 個小時。

某些化學試劑也可用以除去細菌，如消毒劑、防腐劑和殺菌劑。使用藥劑時必須注意，這種方法只能用在非供食用的物品上，因為藥劑雖可達到殺菌的效果，但對我們同樣會造成傷害。

有益的細菌

細菌因不同的結構特徵而對革蘭氏染色(gram stain) 有不同的反應。右：變形桿菌屬，是革蘭氏陰性細菌，只在消化系統中可發現此菌。最右：攻擊淋巴細胞的細菌。



最上：產芽梭菌，常出現在牛奶中的厭氧性細菌。下：電子顯微鏡下的紡錘形細菌。右：肺炎球菌的立體掃描圖。這球菌為革蘭氏陽性菌且能致病。兩個肺炎球菌包在一個荚膜內，荚膜就是這種細菌在體內致病的原因。



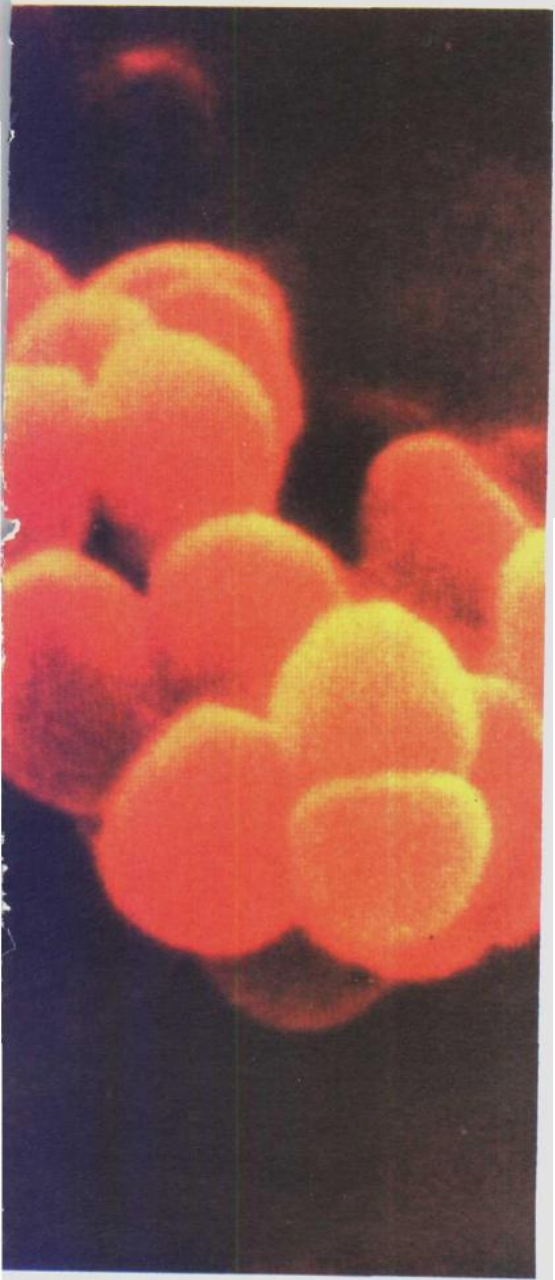
並不是所有的細菌都對我們有害，故也不必趕盡殺絕。因為事實上，絕大多數的細菌都是有益的，甚至有些是我們生活所必需的。例如乳牛的胃裏若沒有細菌存在，則牛就沒有辦法消化草和飼料中的纖維素。人類也同樣間接地藉著細菌的作用而得到所需的營養。沒有這些微生物，我們便不可能有酒、醬、醋等日常食品。乳酸菌可產生酸使牛奶凝固，製成白脫牛奶和各種乳酪，如瑞士乳酪等。梭狀桿菌可以使普通豆腐變成「香」味四溢的臭豆腐。另外，養樂多也是由脫脂牛奶和細菌一起培養而來。

細菌也廣用於食物保存方面。肉類以鹽和鹵水處理，可刺激某些細菌生長，而這

雖然細菌有時令人致病，但它們也會幫助我們從病中痊癒。抗生素是一種化學藥劑，可以殺死或抑制細菌的生長。很矛盾地，許多這類藥劑却是由細菌、黴菌和其他微生物所製造生產的。鏈黴素(streptomycin)就是個例子，它是一種強而有力的抗生素，為灰色鏈黴菌(*Streptomyces griseus*)的代謝副產物。

細菌：未來之波

細菌是最古老的生命之一，可回溯到3億9千5百萬年前。細胞內部是個非常複雜微妙的工廠，製造生物體生長及生存所必需的物質。科學家們發現，我們能藉著改變細菌的遺傳物質，而「教導」細菌生產



細菌可以用培養基從事人工培養。培養基可以是天然或合成的物質，但必須考慮其成分是否適合細菌的特性，並確定可使細菌生長。人工培養細菌可用於診斷、製造抗血清、疫苗、抗生素和用於工業上。
左：結核桿菌的純培養。

類細菌能抑制使肉類腐壞的黴菌生長。發酵作用(fermentation)也常用於食物保存方面，特別是醃漬物、蜜餞和酸菜等，這類食物都不能沒有細菌。

氮是植物生長的必要元素，可將土壤中的細菌固定。動植物的代謝廢物均由細菌分解，經其分解後，便成為滋養土壤的營養化合物。

水生細菌也具有營養價值，例如珊瑚礁中，細菌佔很重要的地位。它們能分解有機物質產生二氧化碳，二氧化碳與珊瑚礁附近的鈣離子結合，產生碳酸鈣。珊瑚礁的骨架由石灰岩所組成，而靠碳酸鈣維持其硬度和堅固。

細菌活動的其他副產品如氨、硫酸鹽和磷酸鹽，這些化合物常被藻類和微小的海洋動物所吸收；魚類和小軟體動物，如蝸牛，又以藻類及小型海產動物為食，因此，細菌可說是世界食物鏈的發端呢！

別的物质，此即為現今所知的遺傳工程；胰島素和其他有用的化學物質，如今已透過遺傳工程技術由細菌製作成功。加拿大的研究人員最近發現史前細菌含有油滴，並假設地球所貯藏的石油，乃是數百萬年前由細菌製作出來的。因此「教導」細菌生產石油，以供應地球上逐日縮減的重要能源的可行性，又引起各界的興趣。另外，還有人研究發展有關細菌產生的分子，可能用於未來代替電腦中的矽片，使電腦佔更少的空間，但却能發揮最大的功能。細菌就是這類製造工作的最佳人選，因為它們增殖迅速，而且成本低廉。

細菌雖然是地球上最簡單的生物之一，但却也是證明現代科技複雜進步的最佳生物之一。

參閱第八冊 56~61 頁細胞(Cell)。

細菌戰 Bacteriological Warfare

早在中世紀時代，人們就常把霍亂或黑死病死亡的屍體當成武器，投入圍城中。這種「人體飛彈」雖然只能看做是一種原始的細菌炸彈，但卻說明了人類從事細菌戰或生物戰已有相當長的時間。

雖然現代化學技術突飛猛進，科學家已能在實驗室內綜合處理足以致命的病原體或帶菌有機體，但幾世紀以來，細菌戰一直無法在軍事戰略上佔有重要地位。甚至到現在，生物武器仍然無法像化學戰劑那樣廣泛使用於戰場，也無法以某一固定而有效的方法去攻擊敵人。

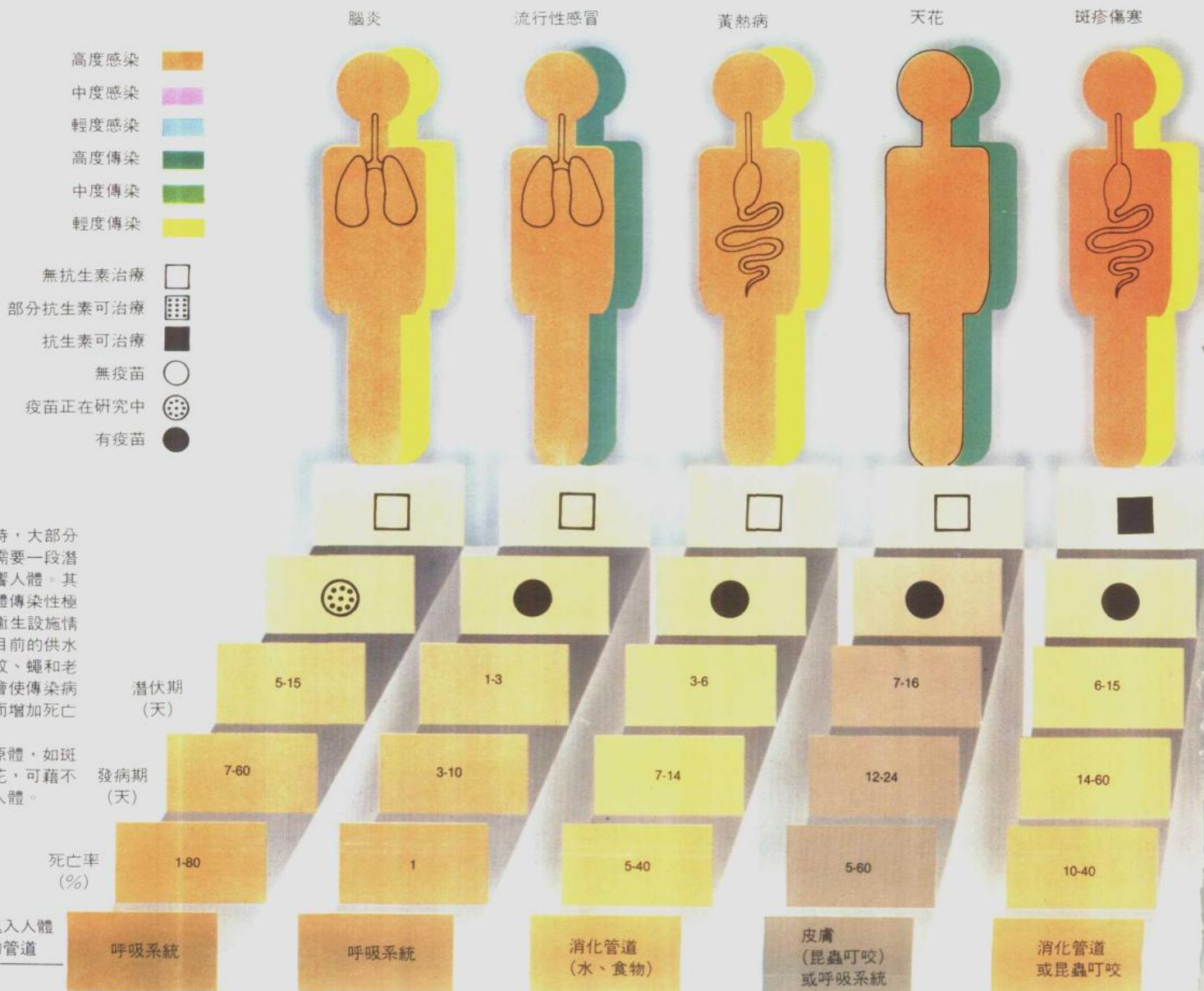
就戰爭實質而言，生物戰劑較化學戰劑有更多的優點。生物戰劑是一種活性有機體 (living organism)，可以迅速生產製造，因此只需少量戰劑即可涵蓋廣泛的目

標區域。另一項優點是來去無蹤，它不像化學噴霧戰劑那麼明顯，不會造成立即的生理反應，也不會產生任何預警的跡象。但是，病菌戰劑需要一定的潛伏期，不論用在什麼地方，都需要數小時到數週的時間，才能發揮病毒的效果，遠不及使用化學戰劑奇襲那樣即時有效，這是生物戰劑的一大缺點。

用於戰場上的病毒

在中世紀時代，感染疫病死亡的屍體除了可作「帶菌飛彈」外，也經常用來污染敵人的水源。在近代，拿破崙曾策畫以洪水淹沒義大利曼突亞市 (Mantua) 附近的土地，他相信此舉會使瘧疾迅速在該地的軍隊與市民中蔓延開來。法國與印度作戰

武器種類	核子武器	細菌武器
影響範圍	可達 300 平方公里	可達 10 萬平方公里
生效的時間	僅需數秒鐘	需好幾天
對建築物的影響	相當大	無影響
二次效果	落塵	二次傳染病
恢復正常所需時間	3 ~ 6 個月	不定
對人類的影響	威力範圍內 90% 死亡	影響範圍內 50% 感染



實施生物戰時，大部分的病原體都需要一段潛伏期才能影響人體。其中有些病原體傳染性極高，在一般衛生設施情況下——如目前的供水設備，以及蚊、蠅和老鼠等，必然會使傳染病蔓延下去，而增加死亡率。

其中有些病原體，如斑疹傷寒或天花，可藉不同途徑進入人體。

時，曾企圖在印度軍隊中散播天花病毒。但這些零星的細菌戰所造成的死亡遠不及在戰爭期間因自然疾病而死來得嚴重。戰場似乎是疾病的天然溫床，根據統計，在戰爭中因傳染病死亡的人數，仍較實際戰鬥中死亡者多得多。

病菌的擴散

每一種微生物，包括病毒、細菌、微生物、立克次體等，都能在實驗室中培養，並應用於軍事。而生物學的進步，更使不同細菌或病原體得以混合，並製出毒性更強的變種病毒。

然而，要使病毒更具功效，生物戰劑必須有高度的感染性，能夠快速擴散，同時還要能抗熱、耐日光、不怕乾旱，更重要

的是能迅速造成嚴重的疾病或死亡。另外，使用時要注意的是最好在沒有自然免疫力的地區施行。

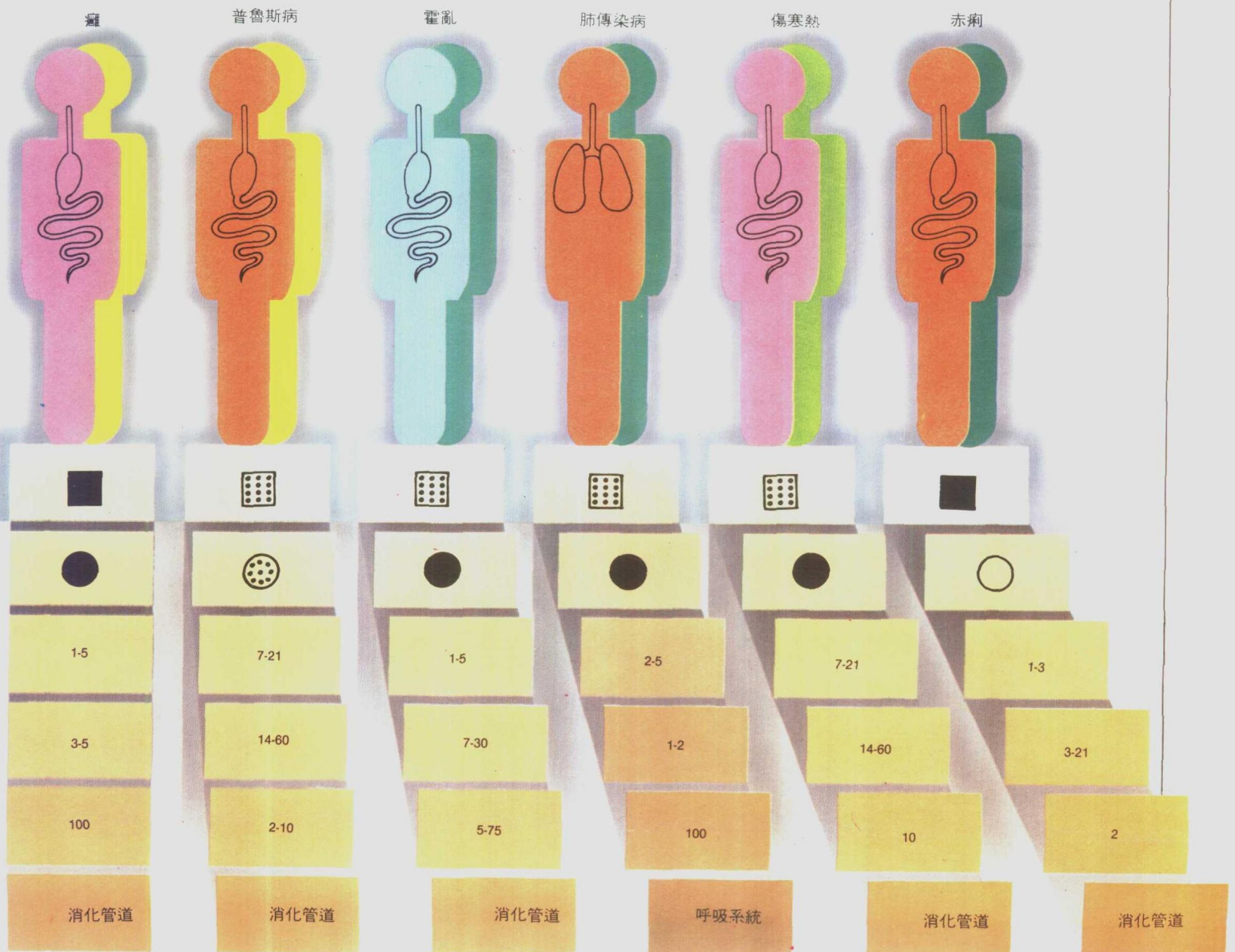
霍亂、斑疹傷寒與天花病毒，是細菌戰中用於攻擊敵人的主要戰劑。另外也有專用於植物或動物的病原，對破壞敵人食物供應方面有相當功效。例如癩(anthrax，一種皮膚病)和普魯斯病(brucellosis，一種熱病)，對人類或是特定動物(包括牛在內)都具有感染力；其他也有專用於殺害植物的病原，包括一些使用於某特定種類者。

這些疾病的散播方式有許多種，既可藉食物或水源，也可利用飛機或火箭上的噴霧器從空中散佈，或是從飛行器上投擲細菌彈。要防禦細菌戰劑的攻擊，最有效的

方法是穿著防護衣或躲藏在良好的掩體中，或是事先實驗免疫計畫，嚴格實施健康檢查等。

生物戰的副作用

生物戰劑在國際間引起了廣泛爭議。目前一般觀念都認為，細菌戰中最新最恐怖的病毒，會不分青紅皂白的殺傷戰士和平民，所以生物武器都應禁止使用。日內瓦裁軍會議曾簽署禁止生物戰條約，並且於西元 1971 年經聯合國大會通過，71 國簽署同意，其中包括美國和蘇俄兩大超級強國。

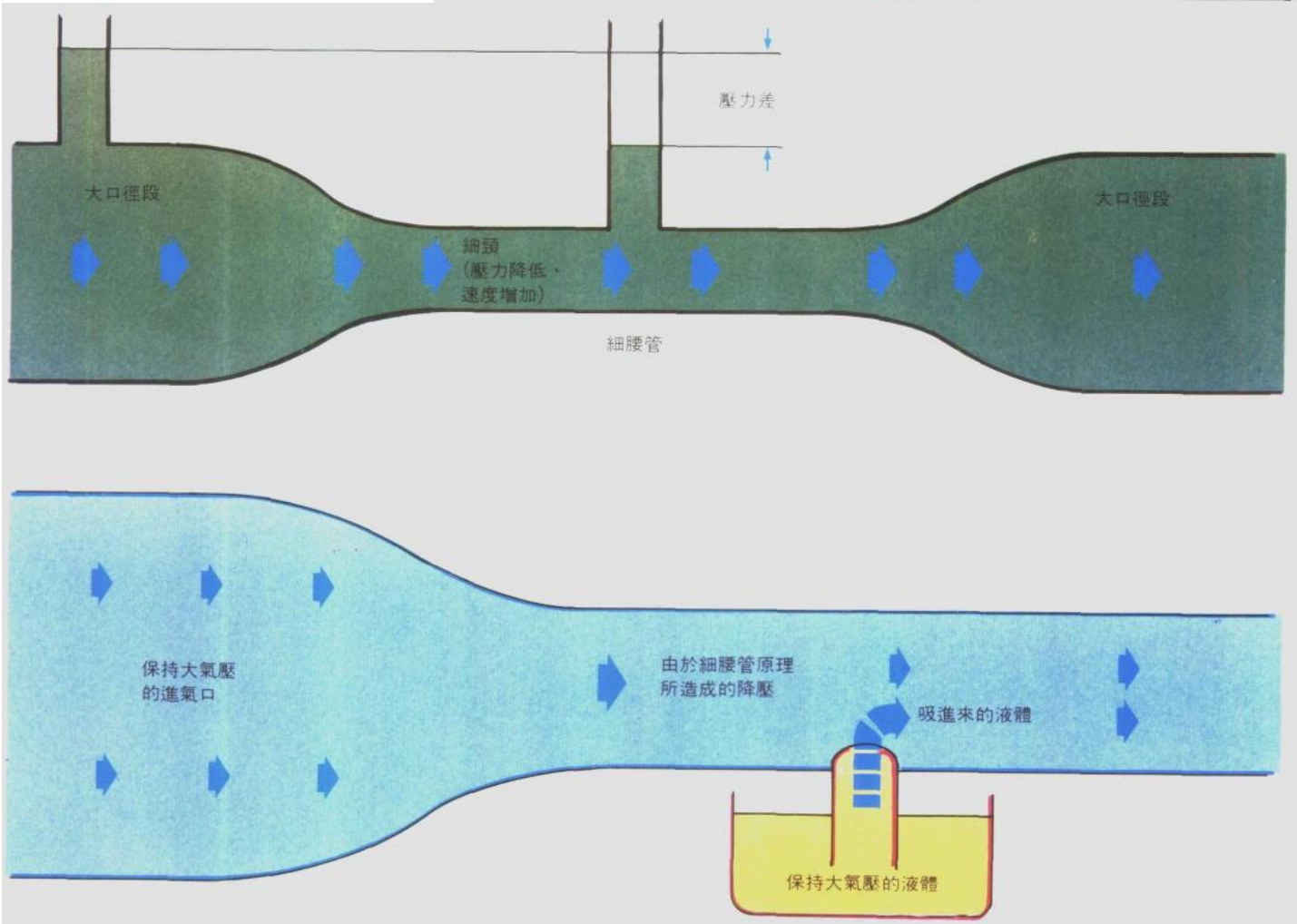
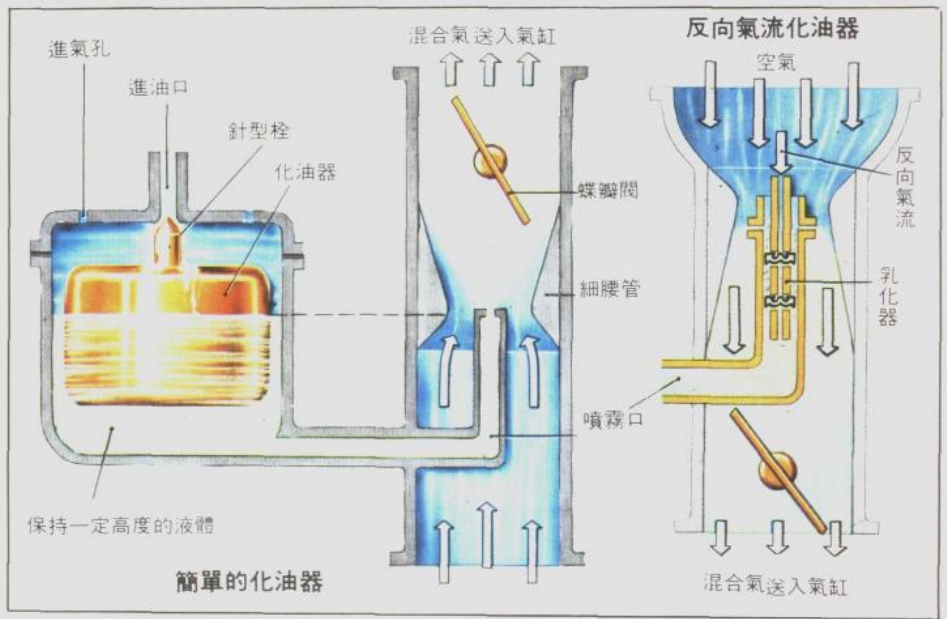


細腰管效應 Venturi Effect

讓我們用一個最簡單的實驗做例子，來說明細腰管效應的基本原理。將一張紙條的一邊用手指緊緊壓在下巴上，讓紙條跨過手指，彎曲的向下垂。現在，用力吹一大口氣，使吹出來的氣越過紙條的上面。這時你會發覺，紙條的另一端升了起來，好像受到你所吹出來的空氣氣流的吸引。

另外還可以做一個類似的實驗。在雙指之間，輕輕的扣住一支湯匙的匙柄，讓它下垂，而且可以自由的擺動。將湯匙弧形的那邊靠近一道水流，當它碰到水流的時候，湯匙會在一瞬間被一股力量拉入水流；看起來，似乎是被水流拉進去的。

以上所描述的現象，實際上是一個很普通的原理，不論是氣流、水流或其他流體的流動都會有這種現象。這個原理說明了



最上：兩個不同種類的化油器。兩者都是利用細腰管原理來操作。

中間：圖示為細腰管。當液體流經管子咽喉部位時，速度增加，壓力減少。圖中兩支垂直的壓力管，可以由相對高度看出兩邊壓力的關係。如果液體不流動，則兩支壓力管的高度一樣。

上：化油器裏面，細腰管的工作原理。

一件事——正在流動的流體的壓力，比不流動的壓力來得小。因此，物體（如一小片紙或一支湯匙）都會被拉進流體之中。也由於這個定理，我們可以解釋，為什麼飛行中的飛機，機翼的表面會產生浮力。汽車引擎也是利用細腰管效應，將汽油變

成可以送入引擎中使用的混合氣。

伯努利和氣體物理

西元 1738 年，一位出生於荷蘭的瑞士數學家丹尼爾·伯努利(Daniel Bernoulli)發表了一項用來解釋氣體行為的說法。他指出，氣體是由一羣粒子所組成，這一羣粒子好像一大堆撞球，彼此不停的碰撞，碰撞後會再分開，然後以分開時的狀況前進，又可以碰到另一個粒子。空氣粒子也會碰到裝空氣的容器壁而彈回去，這樣和器壁的碰撞，使粒子對器壁施力。如果將器壁所受的力總和起來，算其平均值，就是一般所謂的壓力。

但是伯努利的理論一開始並不為人接受，因為有一部分科學家連原子論都不相

文士里和細腰管

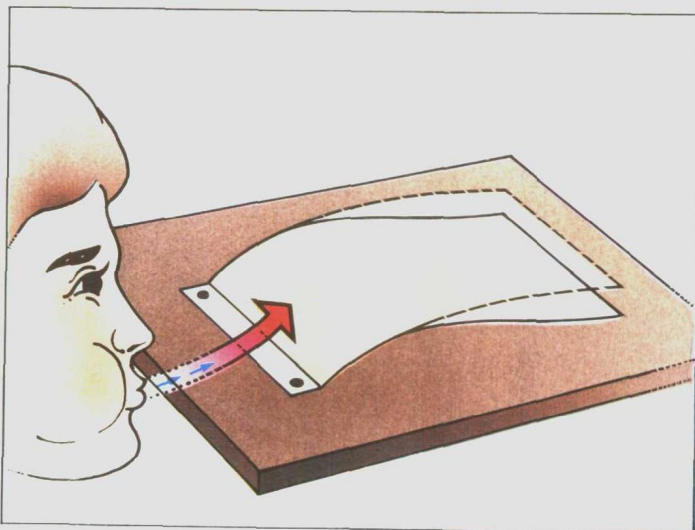
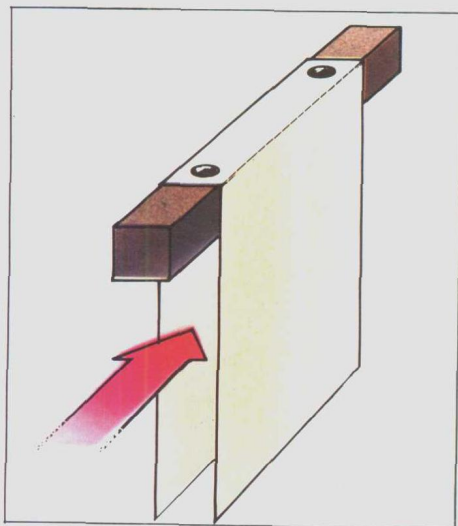
義大利的一位物理學家傑華尼·貝蒂斯·文士里(Giovanni Battista Venturi)，就以伯努利定律為基礎，發明一種儀器，可以測出流體的流速。儀器本身是一支管子，中間有一段做得特別細。根據伯努利定律，當流體流經中間細長的管頸部位時，流體的壓力會降低。用這種儀器去測量管中壓力降低的程度，就稱為細腰管效應。

在測量出細管部分與在細管前面尚未變細的管子中，流體的壓力差之後，就可以計算出流體的流量。這種測流量的裝置稱為細腰管流量計。中間這段依伯努利定律設計的細管，稱為細腰管。

衆多利用細腰管的裝置中，最普遍的就

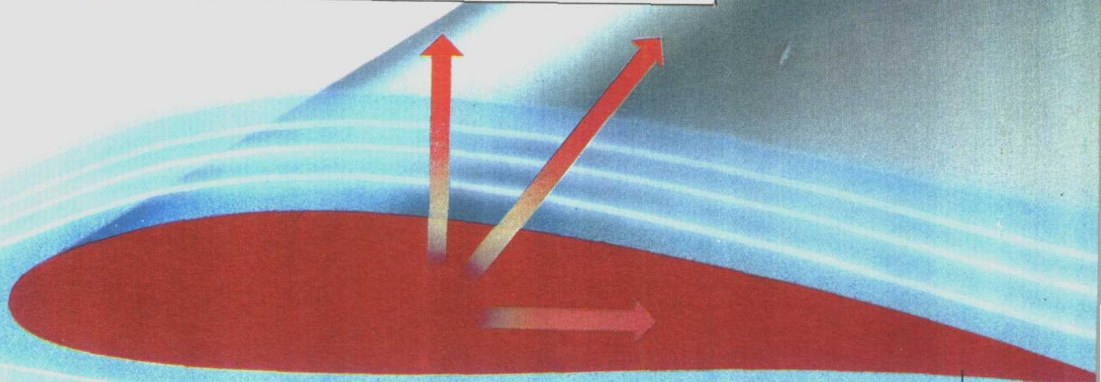
屬汽車的化油器(carburetor)，汽油在送至引擎燃燒之前，必須事先化為小顆粒的汽油滴，再和空氣混合之後，才能送入引擎。空氣在進入化油器之前，必須先經過一條稱為歧管的管路，然後氣流流經細腰管，在細腰管內氣流的速率變快，壓力也降低了。細腰管的咽喉部位是條很細的管子，並且和汽油供應器連在一起。細腰管中的低壓會將汽油一滴一滴的吸入氣流之中，然後和氣流混合，準備送進引擎汽缸裏面燃燒。

參閱第一冊 176~177 頁化油器·注油器(Carburetor and Injector)；第五冊 76~79 頁空氣動力學·太空航行學(Aerodynamics and Astronautics)。



信。然而伯努利用以描述流體運動的一些定律，卻毫無困難的立即受到認可。這些定律中，最重要的首推「伯努利定律」(Bernoulli's law)——流體對垂直於其運動方向所施的壓力小於其靜止時對同方向所施的壓力。

這種現象的產生是因為當流體分子向著某一方向流動時，分子會伸展開，分子和分子之間的距離就因而變大。由於分子之間距離變大，彼此碰撞的機會就減少許多，同樣的，撞到器壁的機會也降低了，於是壓力也就跟著下降。所以當物體(例如湯匙)接觸到流體流時，在湯匙外邊的壓力大於湯匙靠近水流這邊的壓力，因此湯匙就被推到流體之內。讓我們說得更清楚一點，物體不是受到流體流的拉曳，而是被高壓推。



上：(請看左邊的圖形)將兩張紙條跨在橫槓上，如果在兩張紙條中間吹口氣，這兩條紙將會因細腰管效應靠在一起。右邊的圖中有一張紙，紙的一邊固定在桌上，如果在紙上方吹口氣，這張紙會上升。飛機之所以能飛行，也是因為細腰管原理，得到充分的升力的緣故。

終年冰凍地 Permafrost

生活在北極地區的人，在冬天不僅要應付寒冷與缺乏光線的問題，還要受到北極終年冰凍地的困擾。

終年冰凍地乃指任何結冰或乾燥的土地，在某一時期連年保持冰點以下。它約佔地球面積的百分之二十，不僅見之於北極，亦見之於南極及少數高山上。在北極的南部地區，終年冰凍地的深度可能僅有1公尺，而更北地區則可深達1,525公尺。到某一深度時，終年冰凍地會與地球內部散發的熱能接觸，此處即為終年冰凍地的最底部。此冰凍帶的深度變異極大，端視各種岩石將熱向上傳導的情況而定。

北極的第一塊終年冰凍地，形成於距今約250萬年的第四紀。其中大部分在氣候較溫暖的時期融解消失，但在每次為期約7萬年的冰河時期，終年冰凍地又會再度擴張遍及整個北極地區。今日北極大部分的終年冰凍地，至少形成於7萬年以前。部分嚴寒的終年冰凍地中，保存了許多古代的長毛象，在阿拉斯加就曾發現一頭保存良好的幼小長毛象的頭部及前半身，在西伯利亞也發現數千隻長毛象。另外，終年冰凍地也保存了一些其他的動物與植物。

在夏季裏，終年冰凍地的表層通常會融化，形成淺的湖泊與池塘，使動物和鳥羣獲得飲水，也提供了植物生長的機會。

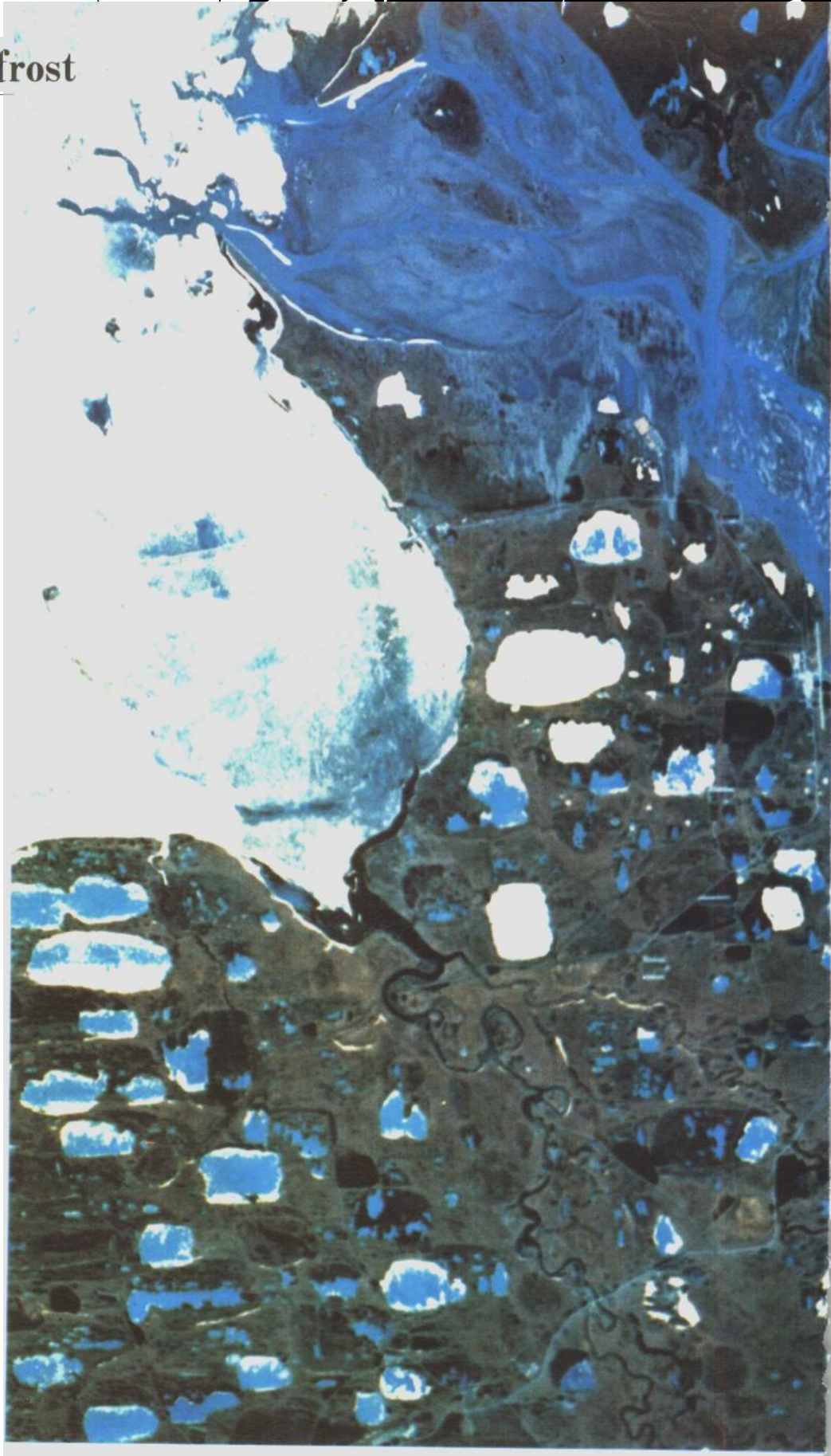
終年冰凍地的經濟問題

夏季融化的終年冰凍地，使得行旅至為困難。人們在冬季可以駕著雪車橫跨凍結的北極荒野，但在夏季一遇深厚的泥漿與廣大的積水，就寸步難行了。

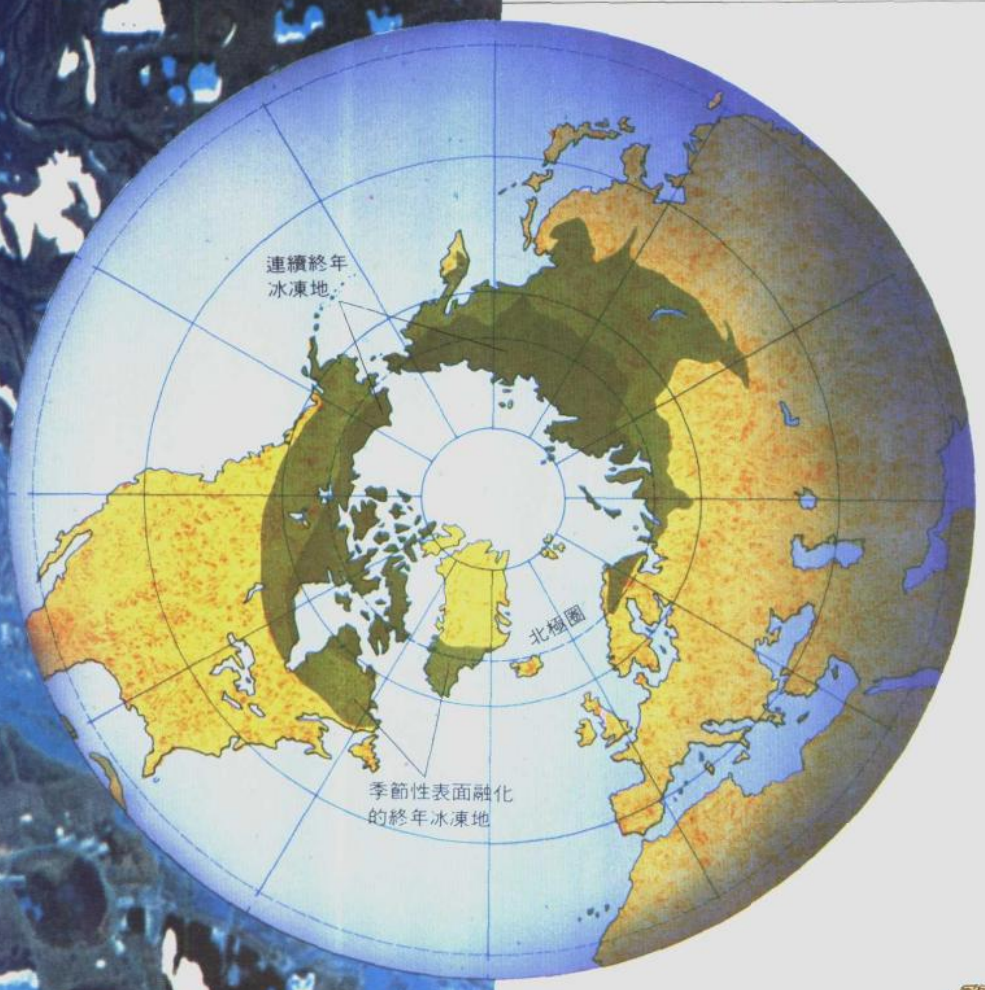
更糟的是終年冰凍地所引起的工程問題。例如，房屋不能直接建於終年冰凍地的上面，因加溫設施會將房屋下方的終年冰凍地融化，使部分房屋下陷至融化的泥漿中。為了克服這個問題，房屋常建於礫石堆上，礫石能使終年冰凍地上的房屋保持良好，因為它不會融化，或者在房子下面裝設開放的大型管子，使冷空氣在其下方循環。

通過終年冰凍地的鐵路，必須經常使鐵軌保持固定。因為終年冰凍地融化與凍結時，會使鐵軌隆起並且彎曲，唯有經常妥善維護方可使火車保持暢通。

水管、下水道和其他公共設施之安裝也是問題。水管與下水道通常安裝於高架



上：阿拉斯加北部的衛星照片，顯示環繞在普魯杜灣地區夏日融冰時的泥漿與水將部分地區覆蓋的情況。



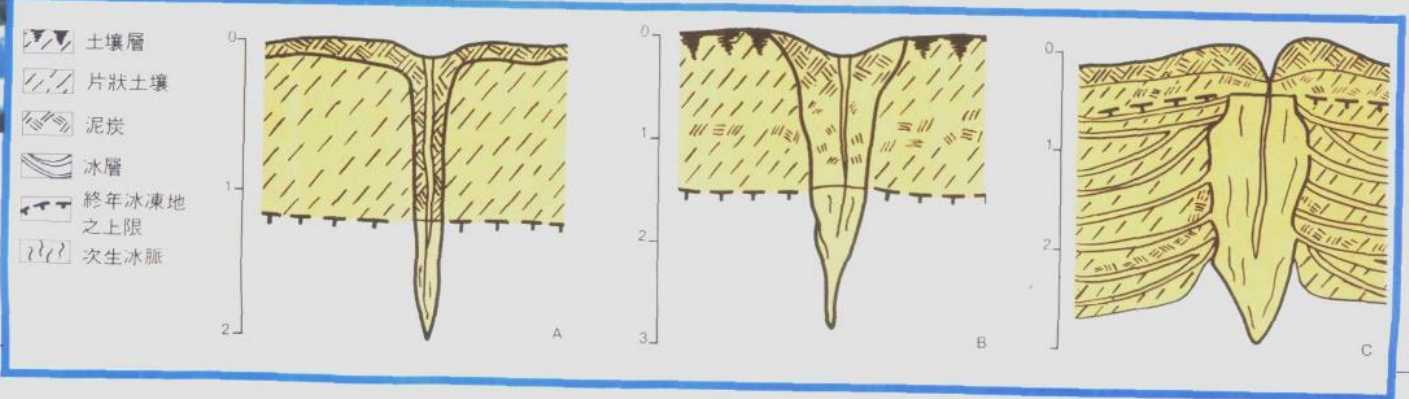
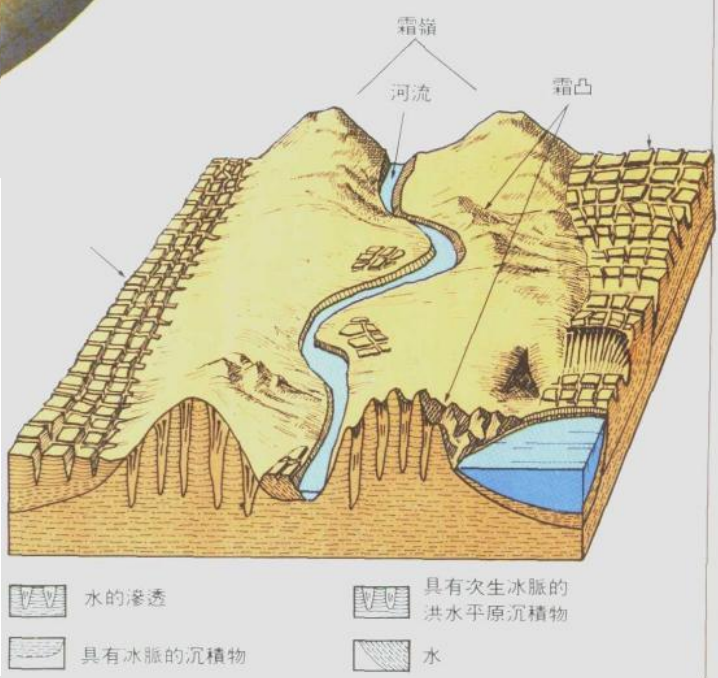
上，且在下水道、天然氣管道及其他公共設施外，裝有加溫水箱設備，蒸汽的熱可使其不致凍結。

阿拉斯加的輸油管也不能安裝於終年冰凍地的地中或地上，所以安置於支柱上，和地面保持距離。

終年冰凍地與環境

破壞終年冰凍地會引起環境問題。如無干擾，由於植物的葉與根的保護，終年冰凍地在夏季也融化得很慢。如果卡車，特別是推土機將植物破壞，暴露於夏日陽光下的終年冰凍地將迅速融化，而形成深溝。這些因為推土機破壞所形成的深溝，有些已深達15公尺，且將隨時間而繼續加深。

上：極地投影圖，暗綠色部分為北極終年冰凍地地區。終年冰凍地循環性的融化與凍結形成為右圖及下圖所示之獨特的霜嶺。夏季融化時水滲入其構造中，溫度降低時凍結。冰之膨脹力使嶺部升高。



組織學 Histology

對外行人來說，表皮(epidermis)只是皮膚外表的薄層而已，它保護身體，使之不受外頭環境的傷害。但是，對組織學家來說，表皮却是一種很特殊的組織，也可說是一羣相關聯的細胞。表皮細胞排列成一層一層，靠外界的細胞多為扁平鱗狀，並且覆蓋著一種稱為角質質的物質，這些細胞在表層緊密排列而形成上皮(epithelium)。因此，對組織學家來說，表皮更恰當的名詞應為「角質化多層扁平上皮」。

組織學是生物學的旁枝，專門研究動植物的組織。其研究幾乎全賴顯微鏡才能達成，目的在了解結集的細胞及細胞間的物質如何一起運作，執行大組織和器官的各種功能。現代的組織學，鉅細靡遺，從細胞內的大分子到整個器官都可以作為題材，詳細研究其化學性質和構造(而相反的，細胞學只限於研究細胞)。

組織的型態

在高等動物，我們可看到四種基本的組織及其衍生物。上皮組織(epithelial tissue)是由排列緊密的細胞所形成，大多形成器官的表層。譬如說，上皮組織形成的表皮內襯於消化道的上皮，以及動脈和靜脈的內皮等。第二種是結締組織(connective tissue)，常見的為肌腱、軟骨以及骨。它們是由少數的結締組織細胞與高密度的非細胞性膠原纖維混合而成。結締組織可以很緊密強韌有如固體，或者恰有足夠的彈性，成為包圍其他組織的被膜。

第三種是肌肉組織，它們也許平滑無紋，例如血管壁上的肌肉；也許有橫紋，例如二頭肌或大腿肌等骨骼肌。肌肉組織的最大特性就是可以收縮，藉著收縮，它可以提供呼吸、心跳以及運動的動作基礎。第四種就是神經組織，包括神經細胞本體以及傳遞神經脈衝的網狀線路，藉著傳遞，神經脈衝才可以由大腦到達身體的其他部位。

組織學的研究方法

在電子顯微鏡和更多精密複雜的儀器還沒有發明以前，組織學家便已利用光學顯微鏡(optical microscope)來從事研究。甚至到了今天，科學家仍繼續使用光學顯微鏡，尤其是一些不需特殊放大倍率的徵象。

組織生命力旺盛活動時，是很難進行觀



組織學的研究得助於化學，尤其是化學染料的學問非常的多。特定的染料對於微小細胞構造的顯色有莫大的助益，否則幾乎無法觀察得到。上：自天竺鼠的小腸中取出的上皮細胞，此處將其放大1,620倍。這些細胞可用各種方式來染色，每一種方式都有特定的用途。舉例來說，用蘇木素合併伊紅兩種染料來染色，我們可看到核被染為藍紫色，而細胞質被染為粉紅色的情形。

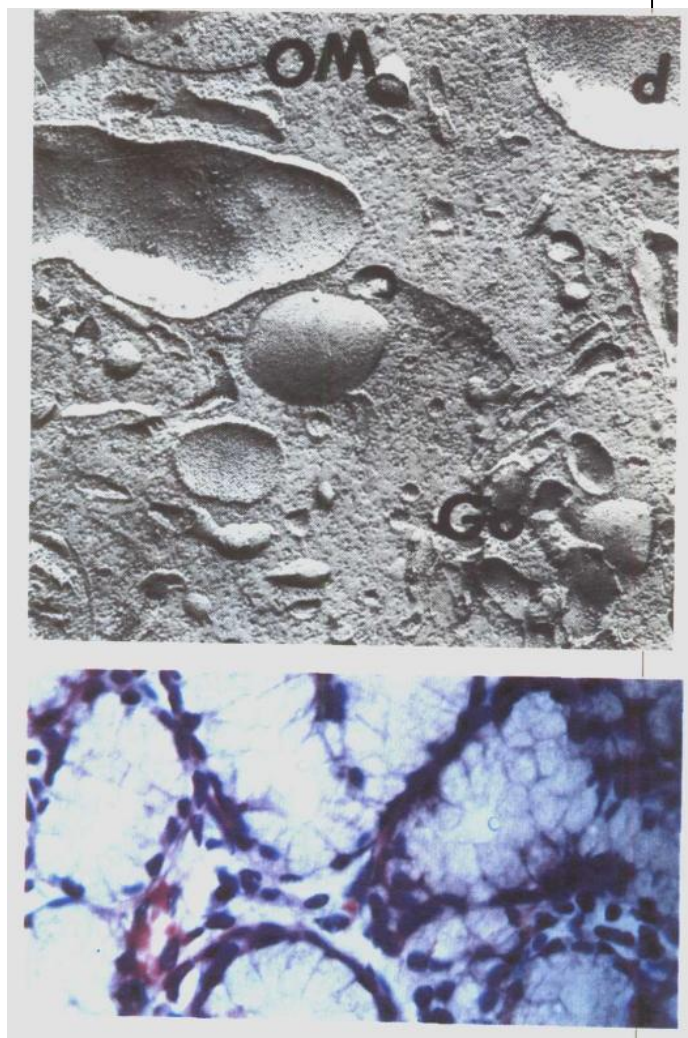
光學與電子顯微鏡組織學

光學顯微鏡	適用於研究位於表層構造的組織及個別的細胞。最大有效解像力為0.2微米(μm)
電子顯微鏡	適用於觀察細胞中微小的構造，比如細胞膜的構造或細胞的胞器等。最大有效解像力為萬分之2~5微米。

組織培養

研究活組織的方法有兩種：第一種是組織培養。特定的組織及細胞可在體外，也就是玻璃器皿內，生存繁殖；這些組織係養在特殊的培養液中，培養液含有各種維持生命所需的化學環境，而不同的組織有不同的培養液。第二種方法是活體染色，也就是直接將染料注入體內，這時染料會跑到特定的組織及細胞，我們便可藉此而觀察到。

下：分離細胞內容物最常用的一種方法。首先將其同質化，再加以多次的離心。從1克的肝組織取樣可得到細胞及胞內構造，甚至核酸這麼小的構造等詳盡的資料。
右下：兩張細胞的顯微照相。上面那張是由電子顯微鏡拍下的。當中的字母簡介如下：核膜(OM)、凹陷(d)，以及高基氏體(Go)。下面那張則由光學顯微鏡拍出的。右表是比較電子與光學兩種顯微鏡的特性。



察的。通常我們將組織由動物身上取出，然後加以固定(迅速殺死並保持原狀)，使它的形狀一如活著的時候。接著再把固定後的組織包埋於石蠟中，於是就形成固體的型態，之後再以切片機切割，這種切片機可將組織切到只有70埃(\AA)那樣薄(1埃等於一百萬分之一公尺)。這些組織切片可用各種染料染成不同的顏色，每種染料都有特殊用途，以便顯現特定的組織、細

胞以及細胞內涵物。舉例來說，去氧核糖核酸(DNA)經過某種特殊的組合染料染色後，可在顯微鏡下呈現紫色。

為便於電子顯微鏡觀察，須把固定後的組織包埋於塑膠或樹脂中，並將之切為萬分之一公釐的厚度。如此，我們便能從顯微鏡中看到蛋白質、脂肪、多醣體及酵素了。

其他的組織學技術還包括放射性自動顯影術(radioautography)，也就是使分子讓放射性追蹤物所吸附，藉著放射性元素的造像顯影，我們就可了解這些分子在體內的分佈情形。另外還有紫外線吸收法(ultraviolet absorption)，此法可使我們觀察到蛋白質及核酸。而研究組織的化學就稱為組織化學(histochemistry)。

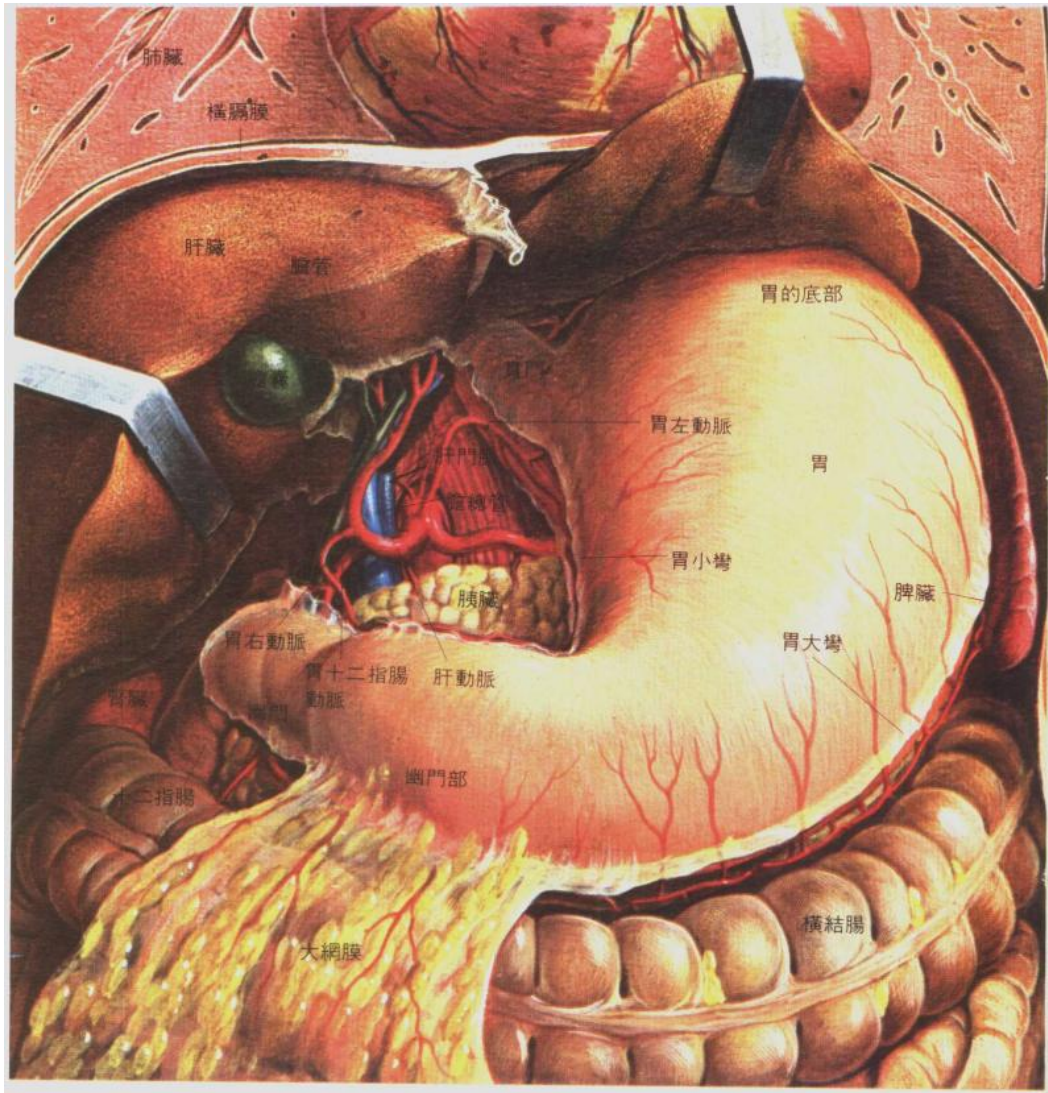
胃 Stomach

我們吃進去的東西，身體並不能馬上利用，而食物的養分，絕大部分必須經過消化系統分解成較小的化合物後，才能進入血流中。在人類的消化過程中，胃所扮演的角色是容納經過咀嚼與被唾液中消化酵素部分分解的食物，然後再進一步把食物分解成半液態，這種與胃液混合的半液態狀，稱為食糜(chyme)。胃主要的目的並不是從食糜中濾取養分，而是替消化道下一個器官——小腸，所要執行的吸收攝取功能，做預先準備的工作。

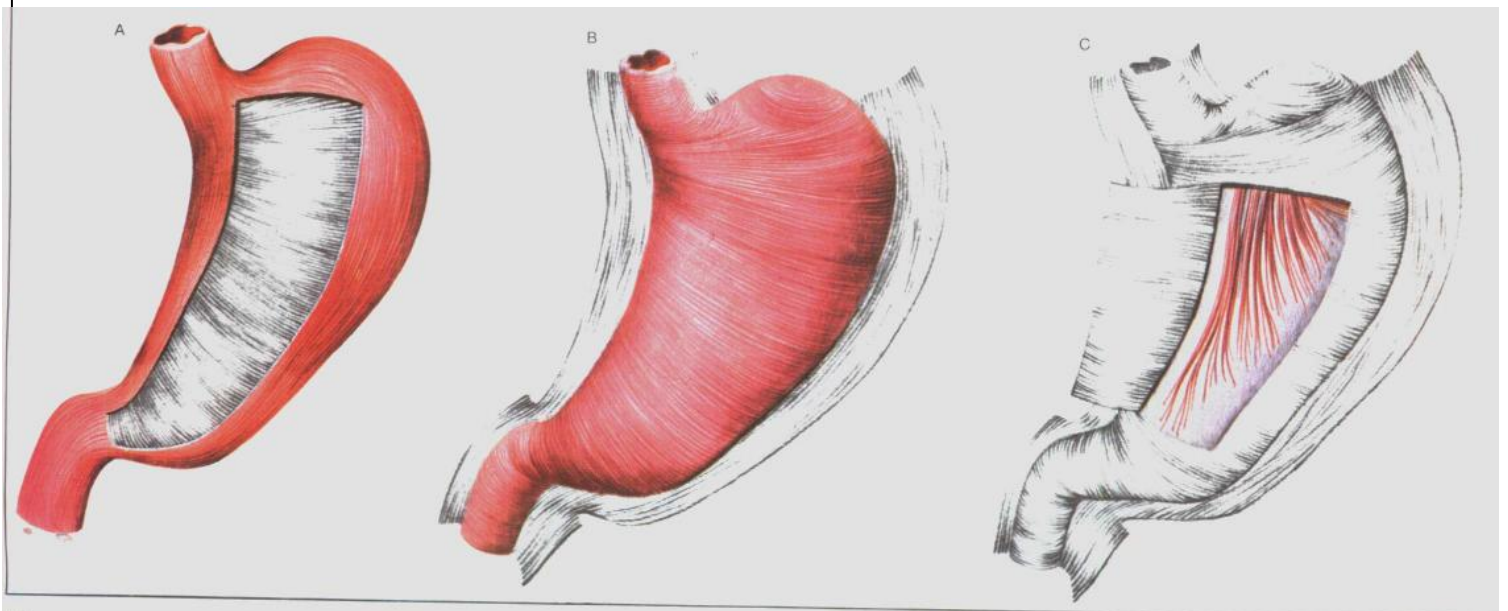
胃液的分泌

胃略呈「J」字形，位於腹部的左上方。胃壁是由三層平滑肌組成，極易擴張，甚至可以容納大約一公升的食物。黏膜是胃最內層的組織，由長方形的柱狀上皮細胞組成，這些細胞會分泌黏液，防止胃受到消化食物的胃液侵蝕。上皮組織的凹陷處（胃小窩）分佈著會分泌胃液的腺體，而內襯於腺體開口的細胞，則會分泌出另一種黏液，用以潤滑食糜。在腺體深處有主細胞(chief cell)與壁細胞(parietal cell)，主要的功能是產生胃液。

胃液主要是由鹽酸、水分、黏液和胃蛋白酶(pepsin)所組成。胃蛋白酶由主細胞所分泌，可把蛋白質分解成許多短鏈的胺基酸，這樣的鏈狀胺基酸稱為多胜



上：胃與其周圍的器官
下：胃壁三層肌肉 最外層A呈垂直走向，中層B呈水平走向，最內層C斜走向成扇形



(polypeptide)。胃蛋白酶本是以胃蛋白酶原(pepsinogen)的形式貯存，一旦被分泌到胃中的酸性環境下，就會變成具有活性的酵素。胃蛋白酶需在酸性環境下，才會有消化的功能，若在鹼性的環境就會被中和而消失效用。胃中的酸性是靠壁細胞分泌的鹽酸來維持。此外，鹽酸還可以殺死食物中足以引起感染的細菌，也可能軟化不能消化的纖維結構，並腐蝕細胞間的黏著力。

胃的運動

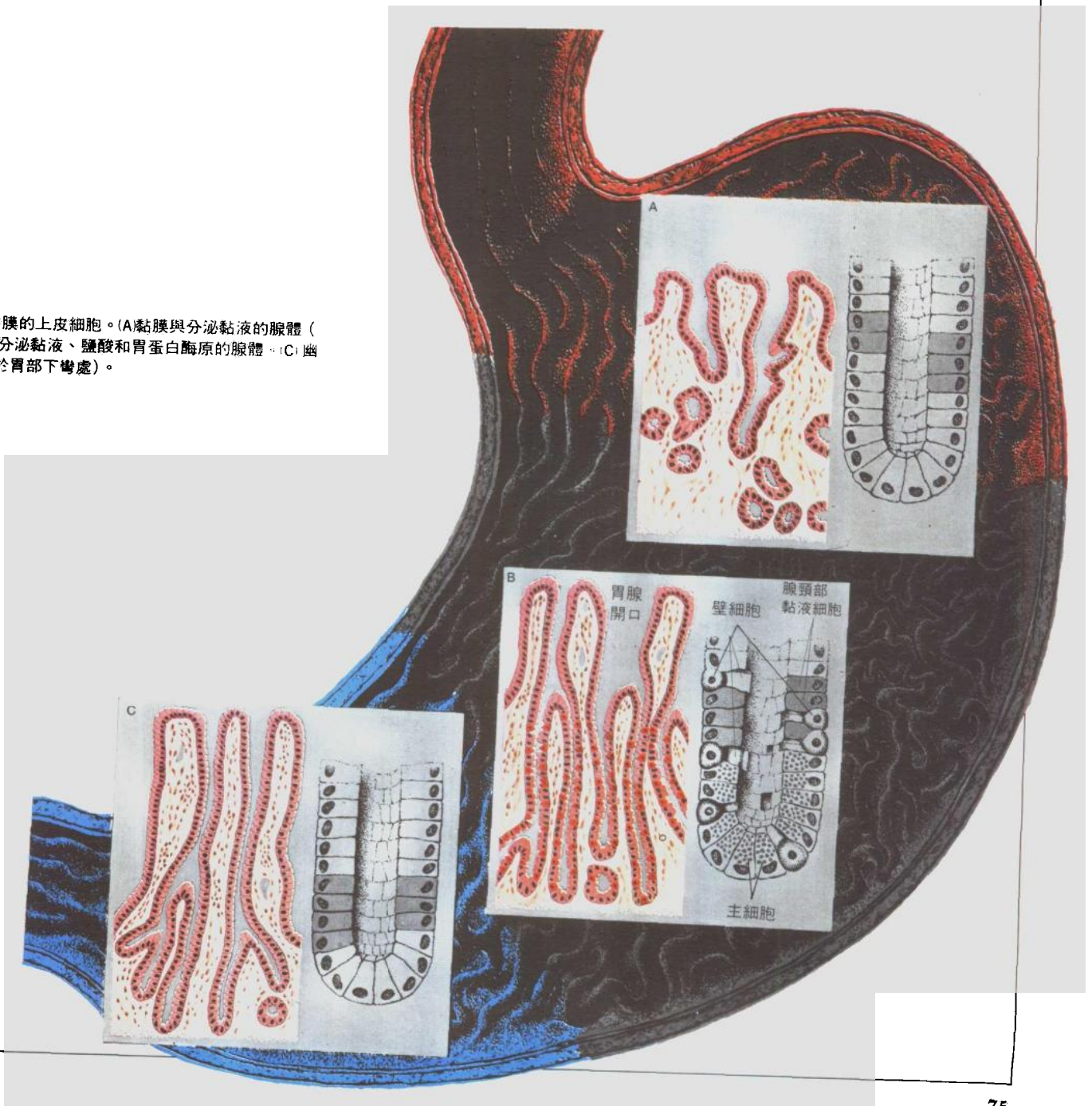
食物的分解不僅靠化學作用，還必須藉著胃壁三層平滑肌的收縮來進行。胃部最輕微的收縮，稱為混合波(mixing wave)，每分鐘約收縮三次。即使在空胃時，胃也會作混合波的收縮，其功能是把胃液和食物均勻混合。胃裏有食物時，會造成更強的收縮波，把胃中的食物推向胃與小腸交接處。最強的收縮波則使整個胃壁一起皺縮，而把胃腔分成兩個空間，此收縮波向下傳時，即把食糜推進小腸內。

胃下部的擴張會引起胃泌素(gastrin)的釋出，胃泌素是一種會刺激胃

液進一步分泌的激素。食糜能否通過小腸，是由食糜的溫度、堅固度，以及視食糜是否大得無法通過與小腸間的括約肌而定。

胃活動的情況是由激素和神經脈衝加以調節，所以與每個人胃中的內容物和情緒有關。極度害怕時，會導致胃活動停止；而慢性神經緊張，則會造成胃活動升高，並使胃酸分泌增加，如此會破壞胃內壁的保護內襯，而毀壞胃組織。此外，如同吃東西入胃一般，聞到食物的香味也會使胃液分泌上升。

右：腺體與黏膜的上皮細胞。(A)黏膜與分泌黏液的腺體(深灰色)。(B)分泌黏液、鹽酸和胃蛋白酶原的腺體。(C)幽門的細胞(位於胃部下彎處)。



胚胎·胚胎學 Embryo and Embryology

所有的人類與大多數的動植物，其生命都是源自一個大小不比頭髮寬的細胞。這個細胞是親代性交行為後，父方的生殖細胞(精子)和母方的生殖細胞(卵)相互結合而產生的。而生物個體所有的細胞(成人體中約有60兆個細胞)，都是由這一個細胞依據細胞內的「藍圖」分裂再分裂，做有組織、有系統的分化而形成的。從精子與卵結合的那一刻(受精或受孕)起，到發育成基本構造，不論是小雞、小狗或女嬰，這一段過程我們都稱之為胚胎(對人類而言，大約是8週)。而研究這一段出生前時期的學問，就稱為胚胎學，這一門科學是醫學領域中最令人興奮，最引人入勝的寶藏。

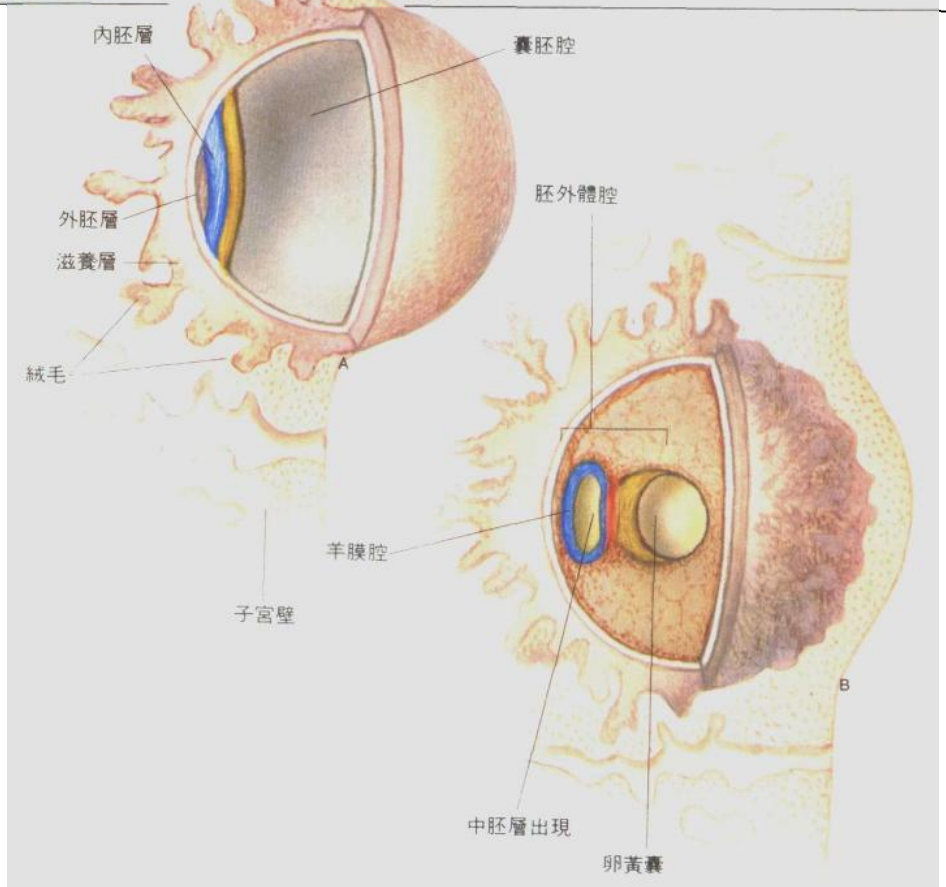
同中有異

胚胎學家是以胚胎發育上兩大令人驚異的基本原理為基礎，從事種種的研究。第一個原理是，每一個新的細胞，皆含有原有細胞中所含的所有遺傳資訊(生殖細胞各含有其一半的訊息，直到兩種生殖細胞結合後，才擁有全部的遺傳訊息)。舉例而言，一個肌肉細胞不但「知道」運動，而且也「知道」身體的其他活動——如消化、呼吸、思考等。理論上，科學家可以從體內取出任一個細胞，使它分裂而形成另一個完全一樣的個體。

有關發育的細胞分裂系統中，第二個令人驚訝的是，雖然每一個細胞都含有相同的遺傳物質，但是有一種所謂「分化」的過程會使有些細胞形成肌肉，有些組成骨骼，有些却變成脂肪，而再進一步和其他細胞共同組合，又構成組織和器官。造成受精卵這樣分裂分化的機制，仍是一個謎，科學家們正盡力探求中。

細胞的資訊中心位於細胞核內，其資料的貯存單元稱為染色體，它含有組成身體構造與執行其功能的種種程式。人類細胞內有46條染色體，彼此兩兩配對，可以排列成形狀、大小各異的23對。每一染色體的形狀類似一長形螺旋樓梯，樓梯兩邊的主軌與階梯，是由化學物質以不同的次序排列組成的，而染色體上的階梯我們稱之為基因。

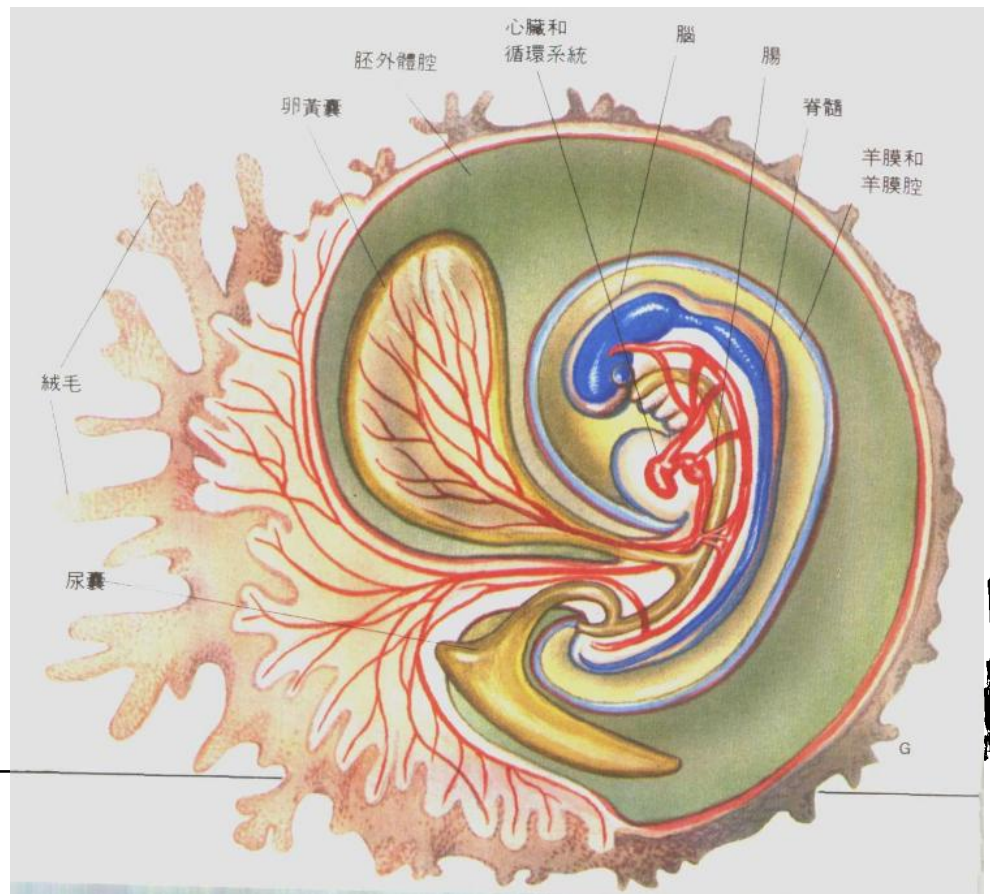
如果把染色體比喻成大電腦中的程式，則基因就可以比擬為組成程式的單獨小資訊。基因乃決定受精卵是發育成雛菊、小牛，還是紅髮碧眼之人之主要因素，由於它太精細，而整個系統又太複雜，所以科





這兩頁的圖片是人類胚胎早期的發育情形。如上圖所示，在發育的第一階段中，受精卵會深植入子宮壁內。絨毛由滋養層延伸出來，並開始形成胎盤(除A和B外，其他圖片為了清楚起見，不繪出胎盤)。


下一階段則是組織加速分化成外胚層、內胚層和中胚層，然後再進一步特化成各器官。

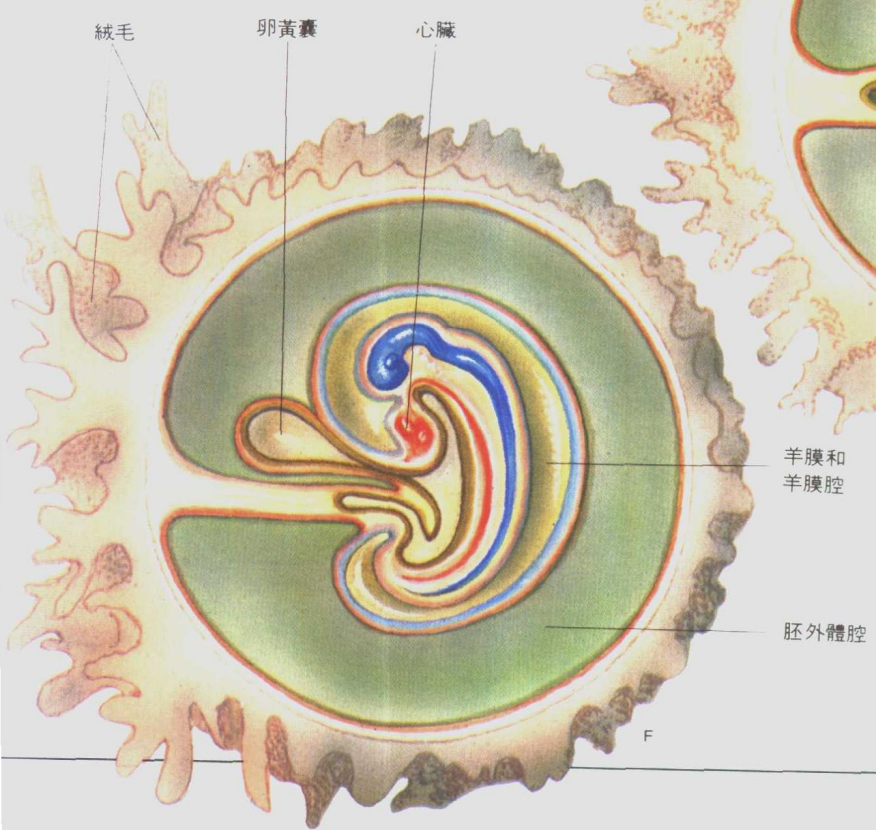
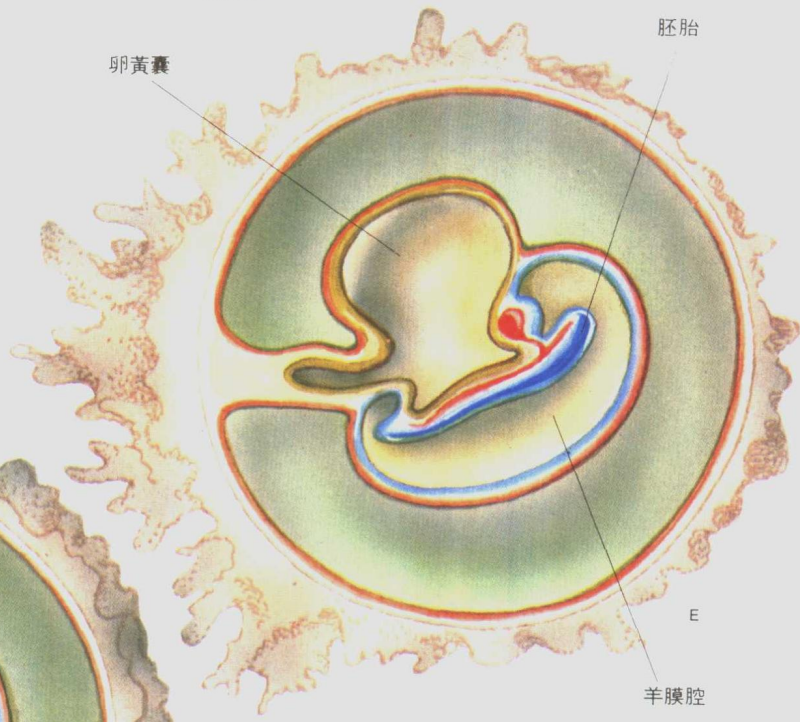
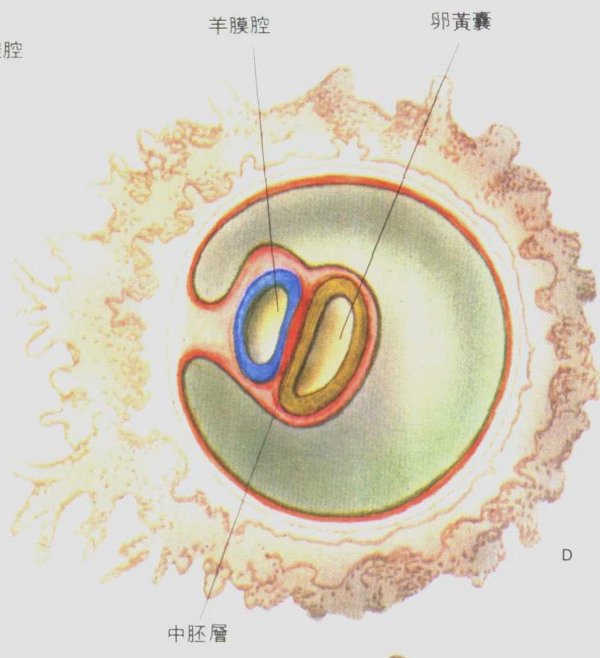
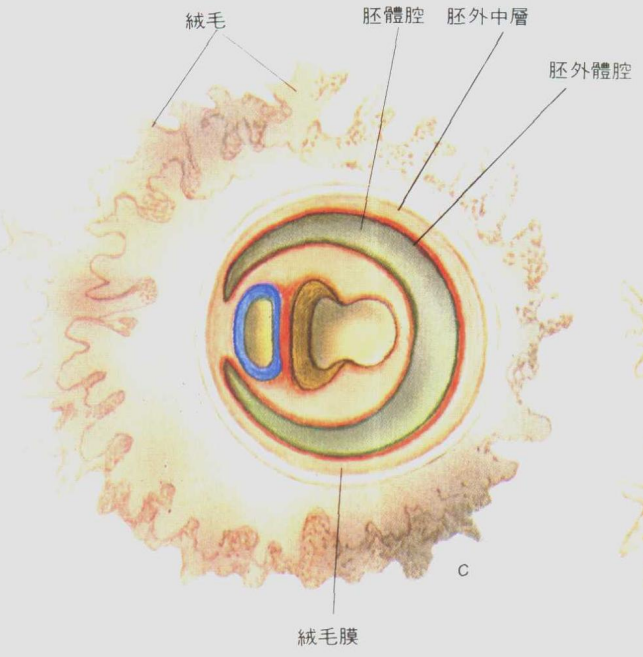
到了第三週，主要的器官——腦、腸、心臟和循環系統已可以辨認(G圖)。



外胚層 

內胚層 

中胚層 



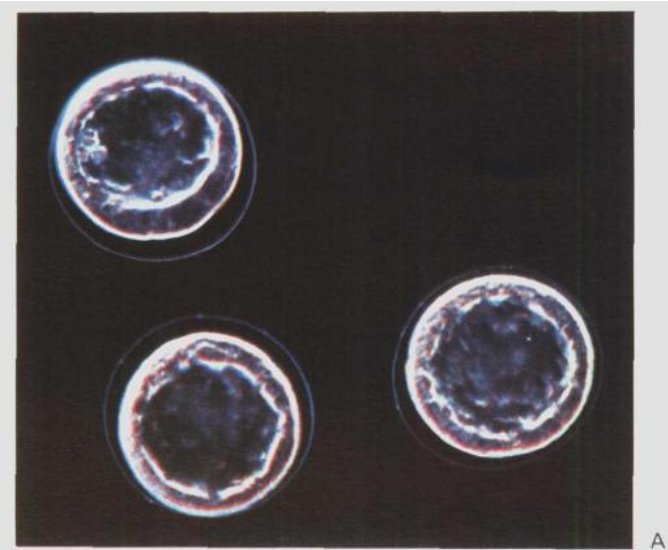
學家要真正了解基因組合如何造成特殊個體，還有待長時間的努力研究。研究基因的學問，稱為遺傳學，這也是胚胎學的一部分。

胚胎如何發育

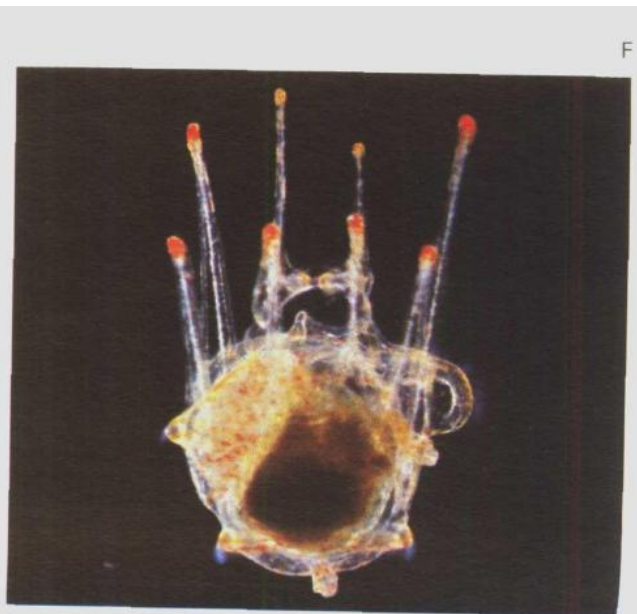
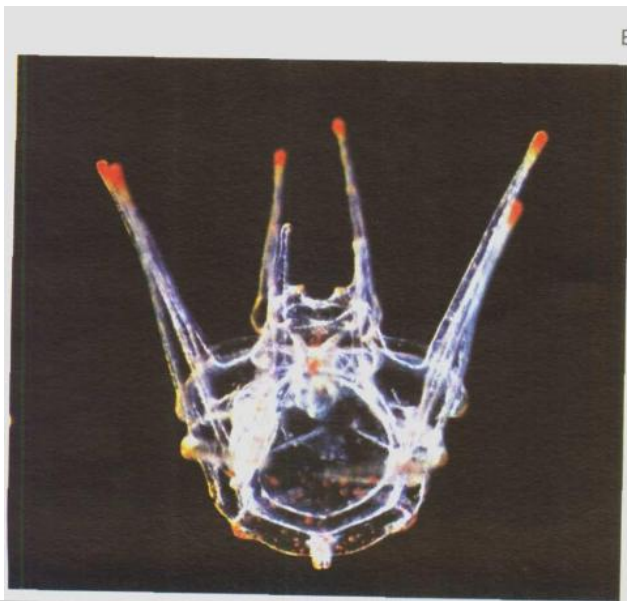
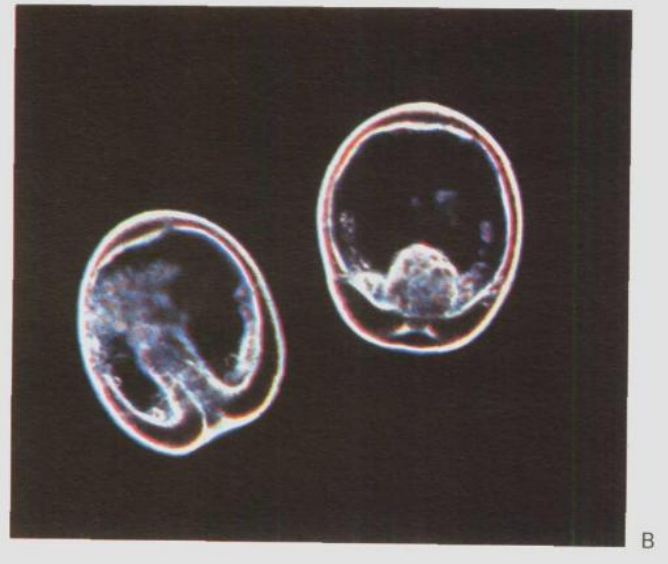
胚胎發育自受精卵(受精)開始，而在胎兒形成時達到最高峯。在性交時，有數以百萬的精子自父方釋出，沿著母方的生殖管道向上游動，最後在卵巢(貯存卵細胞的器官)與子宮(胚胎發育的器官)間的管道中，和卵相會。其中的一個精子會穿過卵細胞，因此精子內 23 條染色體就會與卵子內 23 條染色體結合成為完整的一套染色體——46 條。

受精 48 小時後，受精卵便開始分裂。到了第 4 天時，便發育成 12 個細胞的羣體，這一細胞羣會沿管道進入子宮。兩天後，便又分裂成幾百個細胞，並開始分化。某些細胞會附著於子宮壁內，胚胎便可藉這些細胞自母體獲得養分和排除廢物。此時，整個胚胎大致類似一個三層細胞的中空球體。最外一層細胞最後會變成皮膚、毛髮、指甲和神經系統；中間一層形成骨骼、肌肉、血液和生殖器官；而最內層細胞則分化成肝臟、胰臟與肺臟。

到了第三週結束時，神經系統與腦的三大部分已開始成形了。到了第五週，雖然胚胎只有 1 公分左右長，但已長出手臂和腿，並有手指、腳趾的雛形；此外，眼睛也開始發育。八週後，胚胎大約只有 2.54 公分長，然而大多數的內臟都已形成，胚胎已經有了臉、耳朵、鼻子、口、手指、



由左開始一系列照片，表示多產的海蛞蝓發育的情形。首先是胚胎期，接著是幼蟲期，最後則是幼蟲變態期。大約要經過十二週，才會完成下頁所示 H 圖的最後型態。



脚趾和初期生殖器官。從此，不應該稱之為胚胎，而該稱為胎兒了。

胚胎為什麼會按部正常發育

胚胎是依據記錄在受精卵基因中的遺傳訊息來發育，但科學家至今仍不明瞭為何有些細胞發育成腦組織，有些細胞却發育成肌肉。

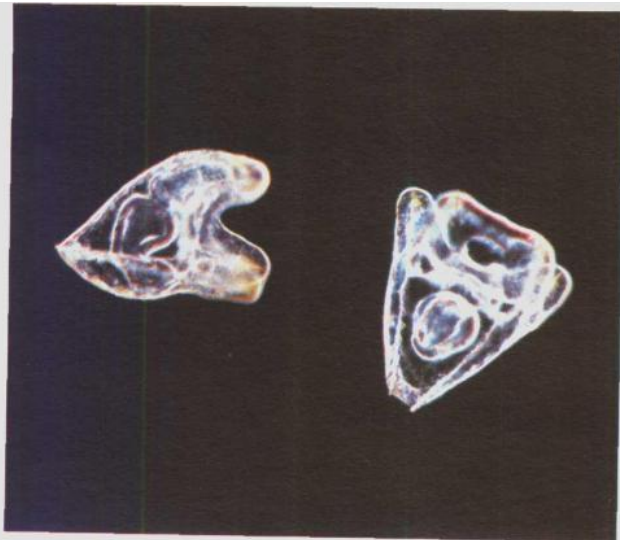
但研究人員已有幾個更進一步的學說來解釋分化的過程。其中一個學說是認為，分化的基礎也許是細胞彼此間可以互通訊息——彼此告知所在位置與正在從事的工作和功能。科學家們曾經做過實驗，從蟾蜍身上取出腹部的細胞，移植到蝶螈胚胎的頭部。這些移植的細胞仍保有原蟾蜍體內完全相同的遺傳訊息，然而，它們在新環境中，並不形成蟾蜍的腹腔，反而發育

成蟾蜍頭部的吸器。

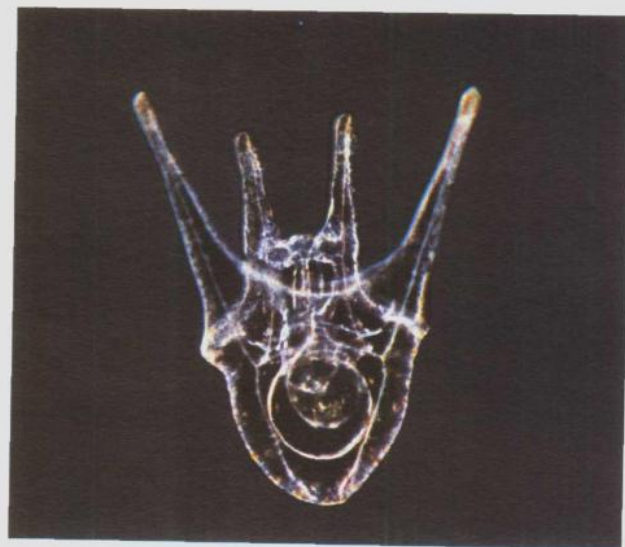
為什麼細胞能夠在適當時候開始分裂或停止分裂——例如停止頭部細胞的分裂，開始分出手指等真正的原因仍是個謎。有些科學家認為發育各時期所花費的時間長短，是由卵來決定的，也許是某個細胞釋出化學「訊號」來指揮其他細胞的活動。

一旦科學家能夠明瞭分化的內情，相信必能夠解決其他有關細胞發育的難題，例如為什麼成熟細胞有時會失去控制而導致癌症，或為什麼胚胎系統會偶然故障，產生畸型兒等。

有朝一日，胚胎學家能夠掌握這些答案時，也許可以對天生有損害的遺傳「電腦」重新做程式設計，以確保出生的嬰兒都是健康正常的。



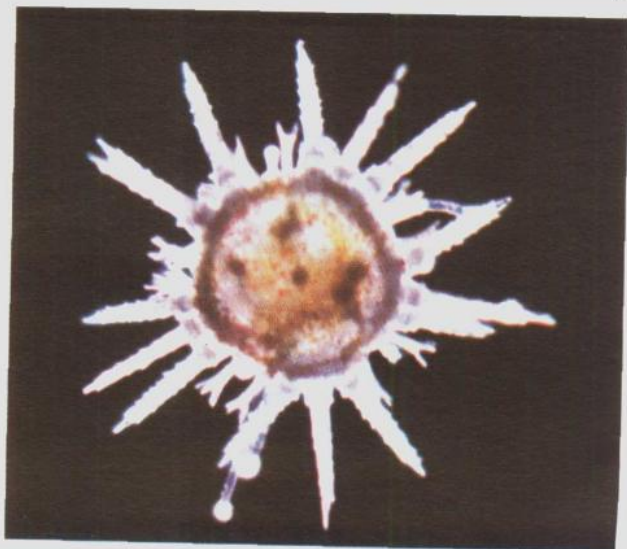
C



D



G



H

船外機 Outboard Motor

現代船外機的應用範圍非常廣。例如在拉丁美洲，人們把船外機裝在 12 公尺長的木舟上，用來載運香蕉；在南美的伐木地區，船外機像塔一樣安裝在重重加墊的圓型小船中央，伐木工人只要站在那裏，引導流木到製材廠；在商業網魚地區，船外機則安置在船身中央的擋水板上。

自西元 1920 年代以來，船外機在世界各地，尤其是歐洲、美洲和澳洲，普遍的被應用在推進遊艇上，從雙人座的獨木舟和小帆船，到適於航海的 9 公尺長遊艇都有。

船外機是一種常架置於船後面的橫樑或旁邊腕木上的推進機器。這種可裝卸的機型重量輕、馬力小，在本世紀前十年，已經發展出目前這種從 11~180 公斤以上的重量，可產生 2~200 以上的馬力。

內燃機

自從西元 1909 年美國威斯康辛 (Wisconsin) 的愛文·路得 (Ole Evinrude) 設計了一部大受歡迎的商業性船外機後，雙汽缸設計的內燃機，始終支配著世界船外機的市場。雙汽缸引擎之所以較受歡迎，是因為重量比類似汽車引擎的四汽缸引擎輕，保養也容易。內燃式船外機由機頭、機身和下層組件等三個主要部分組成一具結實的機器。

機頭的組合包括引擎、啟動裝置、操縱和油門系統。所有船外機是藉著垂直軸承的旋轉力量來產生推進力，而這種運轉是將徒手操作裝置在機頭，並用一條鋼索連接引擎的油門轉動把手或操作桿，藉此加以控制。

機身包括垂直推進軸和旋轉托架。托架是為便利船外機安裝在船上；垂直推進軸則將引擎產生的力量往下傳導到螺旋槳。

下層組件包括變速機箱。變速機箱是使力量從垂直推進軸所銜接的斜齒輪做 90 度的轉向，傳到水平的推進軸。齒輪也是嚙合的，作用是引起推進軸加快一倍半的旋轉。變速機箱中包括前進、空速和逆轉裝置。實際上，內燃式船外機都有三葉式螺旋槳，其葉子的大小變化和螺距的長短，則視引擎馬力而定。

水平推進軸的重要性是不可忽視的。這種設計使推進軸從引擎傳來的力量，產生最大極限的向前推進力。若和船內機引擎

的每一單位重量相比較，則船外機傳送的推進力較大，使燃料補給能有效利用，因而行駛的費用也相對減少。船內機的效率之所以較小，乃是因它的引擎位置比螺旋槳高出很多，使得傳動軸承和推進軸必須安置在朝下的角度，這就是造成馬力損耗，進而使衝力減少的主因。

裝配方法，作法和用具

船外機能有力成長的另一個因素是其裝配簡單，可使船體儘可能高出水面，如此一來，船所遭到的阻力最低，而速度最大。另一方面，引擎能傾斜到 15 度，而使船體升起水面，以減少阻礙，增加速度。

船外機的產型種類有 1~6 個汽缸：單缸引擎可產生 2 馬力，雙缸有 4~60 馬力，三缸有 70~75 馬力，四缸引擎有 90~140 馬力，六汽缸則可傳送 150~235 馬力。而外國製的八汽缸引擎，只限於比賽用時才訂製，其傳送的馬力可達 400 以上。如果需要更大馬力，雙缸和三汽缸引擎常被並排安裝在一起使用。

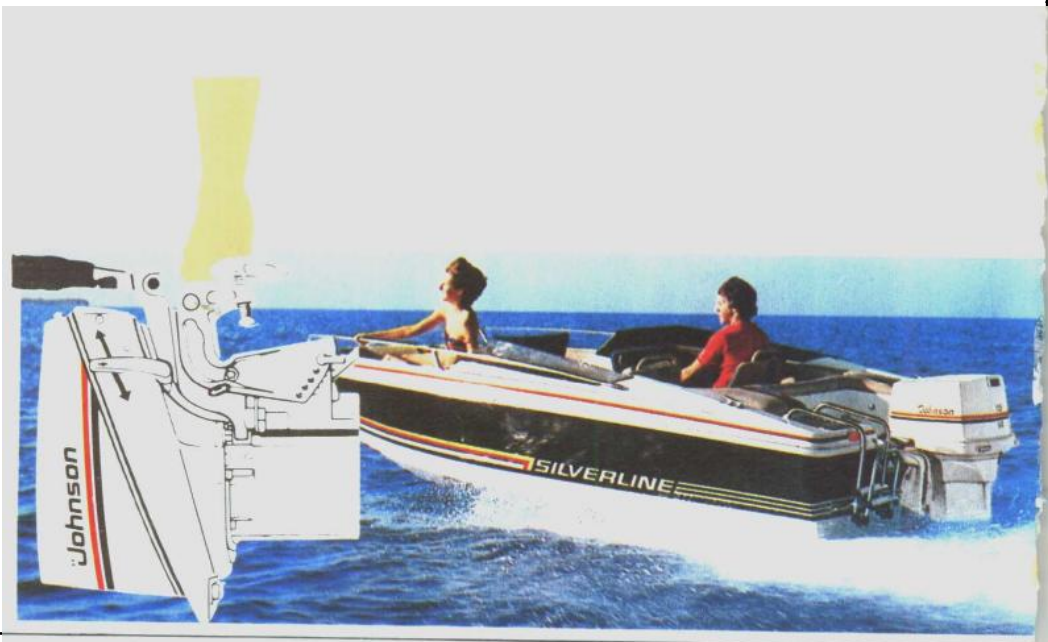
從製造船外機的第一天到現在，其引擎

就一直是用鋁材來鑄造。大部分的螺旋槳也是鋁材製的，但也有一些是不銹鋼製，暴露的部分都塗上樹脂、珐瑯，或包上塑膠、尼龍，以避免受到侵蝕。

除了減少燃料的消耗和提高效率這兩個原因外，船外機因為容易裝置在任何型式的船上，而且可以分開修理、運送和保管，所以比較受歡迎。所有型式的船外機，在停泊、擱淺或拖運時，都能傾斜超出水面。

電動引擎

以電力啟動運轉或電動裝置的船外機，主要用於娛樂性的釣魚艇上，其使用 12 或 24 伏特的標準電池，可產生 9~13 公斤的靜電推力。電動船外機有車牀或橫樑裝置設計，以及包含著啟動電纜的垂直連結軸和下層組件。下層組件包括耐久性的磁鐵馬達、推進軸和二葉或三葉的螺旋槳。電動船外機使用時非常安靜，且和 2~4 馬力內燃機的型式一樣，也沒有逆進齒輪，但機身可以垂直軸旋轉，而在任何方向產生推力。



啓動裝置

變電機(磁)

主軸

啓動拉繩

操縱和油門
控制器

逆轉桿

螺絲鉗

轉環

傳動軸承

活塞

冷卻系統

軸心

水冷系統

排氣裝置

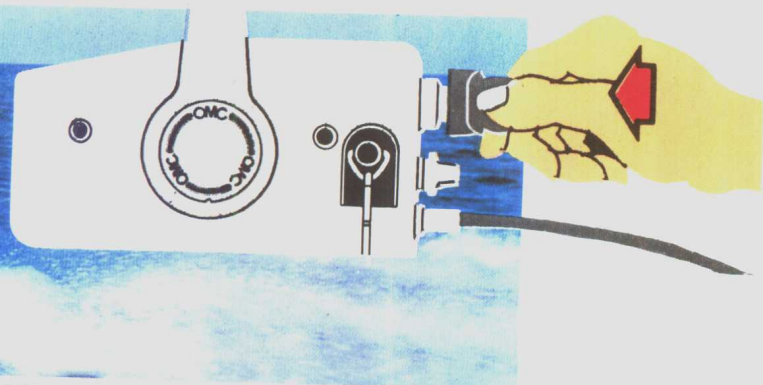
逆轉軸

推進軸

螺旋槳

下：左邊插圖顯示一般船外機翻倒90度，從垂直的操作位置可看到裝置的螺絲鉗和搬運位置。在照片中顯示裝有船外機的小船已調整到最高的速度。右圖顯示船外機的電動點火開關和加速桿。假如引擎非常小，燃料筒可以裝入船外機裏，但大部分燃料筒是單獨分開的，用一條橡膠軟管連接馬達。

右：雙汽缸船外機中央橫截面的縮小圖。



船塢 Dock

西元前三世紀，漢尼拔(Hannibal，迦太基的名將)，利用水運將大象運過羅尼河(Rhone River)。這雖然不是人類第一次利用水來運輸，但它所以會被特別記載，是因為以當時的設備來裝卸這些體積既龐大又笨重的大象是非常困難的。直到16世紀，出現了「船塢」一詞，以描述封閉的人工閘門，船員在天然的不規則海岸上建造入口，如此在裝卸貨物時，便可避免受風浪、潮汐和海盜的侵襲。自17世紀海事活動興起，船塢的構造與技術也隨著船舶的增大而加以擴充、進步。今天，最現代化的船塢設施，已能容納50萬噸載重量的巨大船舶。而在十公頃大的碼頭或突堤碼頭上，運用電腦及油壓操作的巨型起重機，一次能吊起40噸的貨物。

構造

建造船塢首先須考慮是否有堅固的沿岸地區，並且大得足以容納裝卸設備和貨物及船舶。護堤壁的建造須深入海床底下，以支持水線上的陸地不致塌下。雖然幾世紀以來人們都是利用天然地形來建造船塢，但是，今天大部分的船塢都應用混凝土建造而成。潮差也是建造船塢時必須考慮的因素，在某些地方，如澳洲墨爾本和美國波士頓，因為潮水的漲落差距非常微小，因此船塢不需要建造封閉的人工閘門，而能允許最大的船舶自由運輸。然而，在其他地區，尤其是沿著英國海岸線，潮水漲落差距可能大到15公尺，因此船塢得以高牆圍繞，而高牆又須超過最高潮位，並在進口處做一狹窄通路閘門，使在低潮時能維持足夠的水深，而船舶也能保持浮在水上，不致擱淺。

一般船塢，都以一對狹窄通路來封閉，當漲潮時打開閘門，使船塢內的水位和漲潮水位相等；當水位降低了或是為舉升船塢內的水位時，則將進口關閉。這些船塢的幫浦將船塢外的水打進來，以經常維持一定的水位。其他類型的關閉運作是靠暗渠和水閘系統。水流經水道由船塢進入關閉的水門，直到水位相同。水閘是靠電力或油壓來運作，其開啓方式可能是利用樞紐為支點來旋轉，或將其滑行至水門牆然後固鎖，或靠降低吊橋式水閘來開啓。

船塢的類型

當船舶越造越大，貨物運輸的類型越來越繁多之際，船塢和突堤碼頭的範圍也隨之增大，並發展成多用途的卸貨區，以提供多功能的服務。現在標準化的船塢大多設有軌道供吊車和起重機行走，且建有屋頂可保護貨物的艙貯設備，若為穀物和石油等散裝貨物，則須有更特殊的設備。巨大的油輪上裝有幫浦設備以便於石油的裝卸，由於油輪非常巨大，因此在巨大的油

輪上建造長油管到深海去卸貨，比建造巨大的船塢以容納油輪更來得經濟可行。

自西元1960年，人們便開始利用駛上駛下型(roll on roll off)的定期船，以運輸汽車或貨車。它是在船艙有一傾斜彎曲的船橋或聯結通道，當船舶進入突堤碼頭後，將船橋放下且跨在碼頭上，讓該交通工具直接駛上或駛下船舶，而達到裝卸的目的。雖然這類型的運輸非常容易，然而卻需要建造特別的船塢，以供特殊功能的

下：造船場的一幕，顯示利用各種類的運送貨物操縱技術，這對於現代港口是有益的。

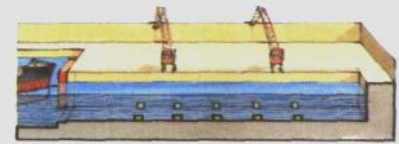


船舶使用。

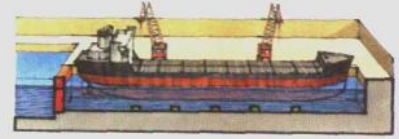
目前最現代的船舶運輸，是應用能裝運種類繁多且能快速裝卸的國際標準規格貨櫃。這些貨櫃由船上卸下後，可直接由鐵路或拖車拖運。因為私人貨物不需各別捆包，因此貨櫃船的船塢唯一需要的設備是碼頭要有8~10公頃的腹地，以利貨櫃存放或容納接運系統，以及動力足以吊起可能重達40噸貨櫃的起重機。

乾船塢

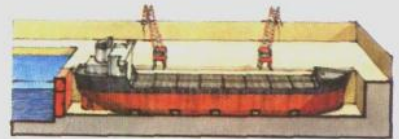
乾船塢是船舶做維護或檢查時離開水面的設備。它是當船舶駛進船塢後，關住閘門，以幫浦將船塢內的水抽出去，使整艘船露出水面，並使船舶隱定在支撐物上。也有一些乾船塢是利用船塢的壓載艙來運作，當壓艙水排出後，可使船塢連帶船舶浮起來，如此則可使船舶露出水面。



船舶進入開啓的船塢



水閘關閉



水由船塢抽出

右：浮船塢：充滿著空氣，這些船塢能夠舉升一艘進入的船舶露出水面。上：水閘式乾船塢：是當船進入後，將水抽出，以利船身的修護工作。



浮船塢



充滿水

船舶進入



抽出水

打入空氣



船塢浮上
舉升船舶



船模型 Ship Models

建造船模型不僅是一種藝術，同時也令人著迷。因為它是原物體的縮影，可以顯示主體外表和細節部分，而不需我們去建造原尺寸的實物。船模型最重要的用途是，造船技師在建造真實船舶之前可以了解造型，尋找船身設計上的瑕疵，並可在水槽內拖曳模型，檢驗該船將來運行的情況，如此將可節省在實際建造時由於錯誤所浪費的大量時間和費用。而愛好建造船模型的人，想法却大為不同。他們想擁有真正的船隻，但却必須將模型縮小成適當的尺寸，以便陳列在房間和客廳裏。因此，造一個船模型能實現他們的願望，並且對手藝和技術也是一項挑戰。

建造船模型是一種非常古老的藝術。埃及人約在 2,500 年前就已經開始建造船模型，把它和去逝的貴族一起埋葬，好讓死者能乘船出海遊玩。中國人也基於相同的理由來建造船模型，並另外做了幾個僕人

模型，在另一個世界服侍主人。有的船模型用金屬做成，有的則用紙，這兩種模型都曾在墳墓與宗教遺跡中發現。

在船模型的歷史中，從埃及時代至 15 世紀，其間有一段漫長的空白。因此，歷史學家對船模型更進一步的發展一無所知，但這段時間所建造的原尺寸船，已在挪威和瑞典等泥煤沼澤地帶和海底發現，由此我們得知在西元 800 年就已經有了海盜船。那個時代的國王和領袖一般都把屍體置於船上，然後將船送入海中。現今所發現最早期的模型，是西元 16 世紀中期，當時的船員顯然把它們當作貢品，藉此祈求航行平安。其中最古老的是卡托洛那模型(Catalona model)，大約建於西元 1540 年，如今陳列在阿姆斯特丹博物館。

第一個船身模型，約在西元 1645 年左右出現，是船舶設計師為了解實體完成的

情況而建造的，這就是海軍總部模型(Admiralty model)。它可能是現存最偉大的模型船，現正陳列於格林威治的國際海事博物館，由字義可知，是皇家海軍根據設計，供將來建造實體船參考用的標準船。

在美國，人們所發現最普遍的船模型稱為半模型(half-model)，最早出現的時間約在 1890 年左右。半模型是設計的第一步驟，由船舶建造者在船舶設計完成之前就雕刻完成。其作法不是由整塊木頭雕刻、磨砂而成，而是用所要求的形狀約略切削的木片一片片組合，然後雕刻和磨砂而成。美國的船舶建造人較喜歡半模型，因為能從中預知所設計船舶的功能，產生直接的印象。

半模型是完整的模型縱向切開成兩半。當船身依照設計雕刻和磨砂後，再測量尺寸，記錄在紙上，接下來，就開始建造船舶。這種製造程序一直持續到 20 世紀，一些最快、最有名的快速帆船，仍是以半模型來完成造型。

第一本描述建造船模型的書，是在 19 世紀後期才出現。最初，模型常配備著精良的裝備以實際航行於水上，直到西元 1926 年，亞米泰哥·麥克肯(E. Armitage McCann)在通俗科學(Popular Sci-



左：世界最大型帆船之一的比例模型。它是亞米雷哥·維斯彼絲號(Amerigo Vespucci)服役於義大利海軍。右最上：美國航空母艦，費雷斯托爾號(Forrestal)的模型。

美國費雷斯托爾號的模型
(比例是 1 : 600)

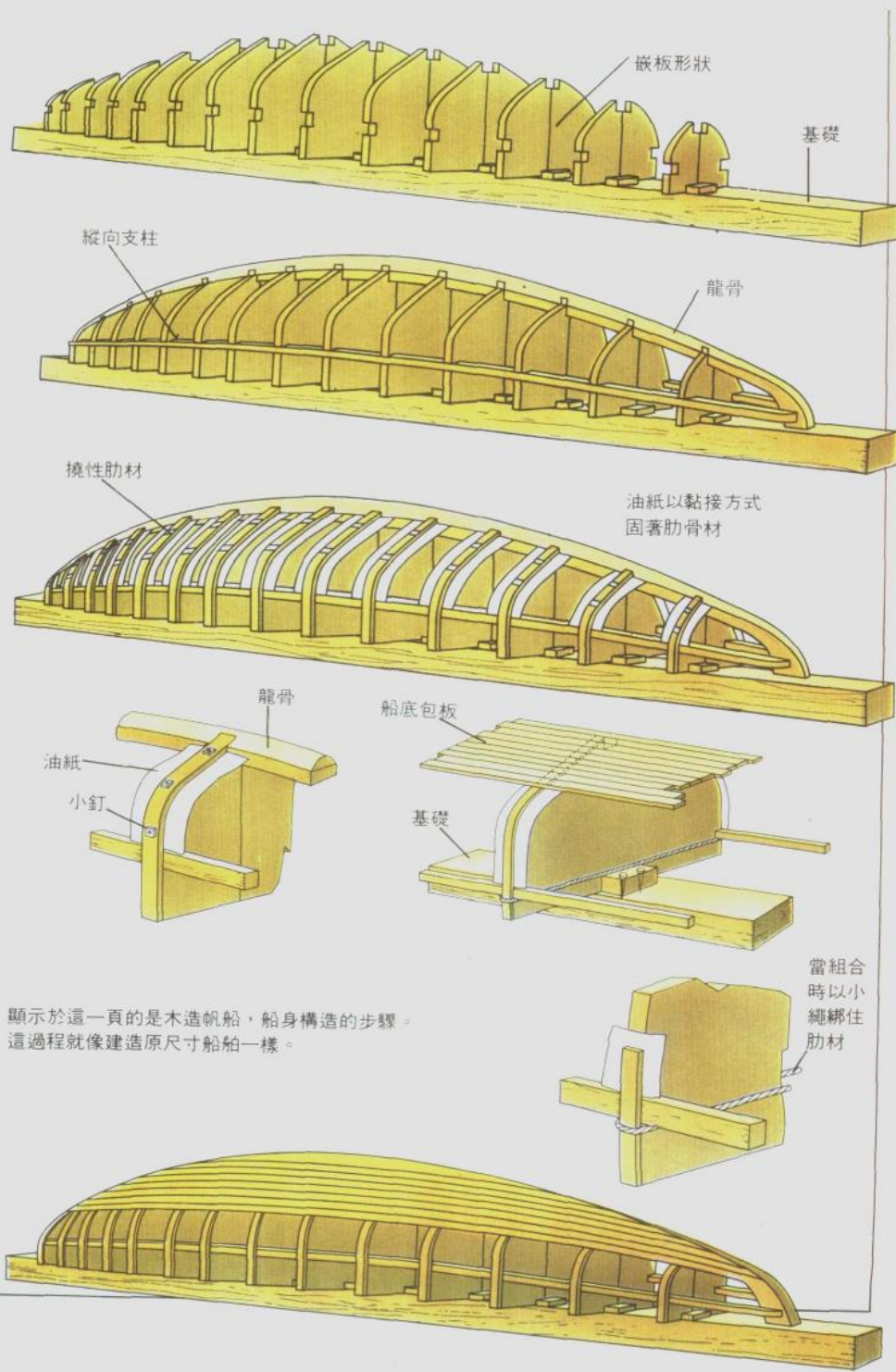


ence)雜誌的專欄中，首先提倡比例模型。建造比例模型不是為了航行，而是依實際計畫以耐心和技术製成的複製品。

在麥克肯製造比例模型船的當時，尚沒有可以配合建造的工具箱，船模型的愛好者必須購買雕刻工具、磨砂紙、當索具的黑線，和到最後步驟不可缺少的比例計畫圖。從事這項工作，必須極為細心，且要有高超的技术和無限的毅力，方能完成一個好的模型。船模型的建造須包括真實船舶所具備的每一部分——錨、船舳(通常做為轉向支柱，如指甲般小)、絞盤、通風機、天窗、錨鏈孔，和其他航行船舶所需的全部行頭。每一部分都是用手工來雕刻。通常以黑線做支索，並將之固著於方形索具上。完成的固定索具和活動索具，往往相當複雜而逼真。

船模型能做得多逼真，端視製作者的意願而定。他們可以用一整塊木頭或木片層層疊起來雕刻出船身的輪廓，也能像造船廠那樣，利用龍骨、船支架和外板來製作。像這樣做成的模型，也許能做得和由單塊木頭雕成的模型完全一樣，只有內行人看得出其中的差別。

隨著時代的進步，塑膠改變了船模型的製造藝術，只要將塑膠溶液倒入鑄模中，就可瞬間完成細部工作，當然，船身是由預先做好形狀、上好顏色的桅、工作場、第一斜桅、絞車，和其它部分所組成。然而，做出更細膩的塑膠模型仍然是一項挑戰，製作者必須細心、有遠見，才能做出優美的作品。



舵 Rudder

細緻的帆船和笨拙的油輪，都有很多共同點，這是難以令人置信的。它們最大的不同只是在於操縱控制設備而已。然而，所有操縱船舶的機械裝置全部依賴舵的作用，才能產生良好的效果。因此，舵是所有航海船隻中最古老、最簡單，也是最必須的一種發明。

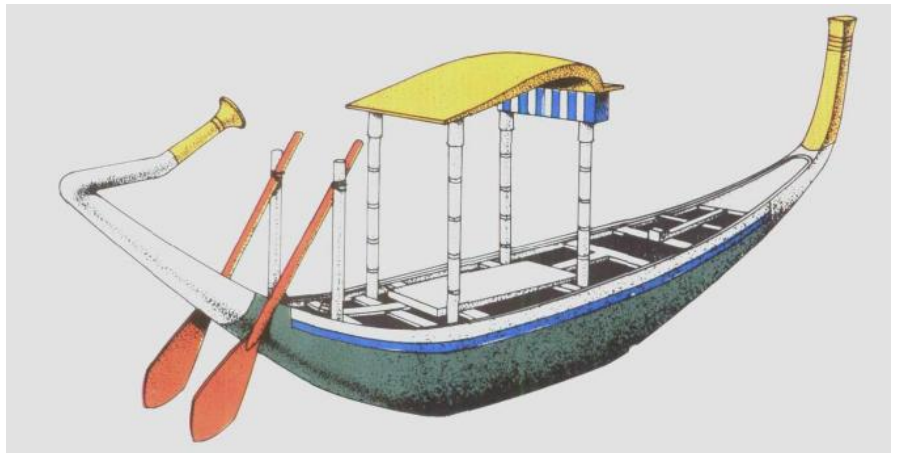
歷史

人們第一次的水上航行，是利用粗糙的槳來推進和駕駛原始的小船；而後，人們發現在船艉設置一分開的操縱槳，槳的支軸就固著於船的艉部，如此將可更有效率的操縱船的航向。為了因應難以駕駛的大船，槳加上了舵柄，藉著槓桿作用使操縱人員對浸入水中的槳施加壓力，結果發展出了單一的主操縱槳。又因為一般人都習慣運用右手，因此槳總是設置前操縱人員的右邊。久而久之，人們便將操縱人員的右邊稱為右舷(starboard side)，其乃是由操舵邊(steerboard side)演變而來的；而船舶的左邊則是用來保護舵，因此古時總是以左邊來停靠船塢或港口，故此為左舷(port side)。

這種單槳形式，直到十二世紀才由歐洲的船舶建造人嘗試在船舶艉部中央設置樞紐(比支軸來得好)，藉以裝置大而平直的舵，而改變了以往的形式。此種樞舵(sternpost rudder)更可堅固且有效率地控制更為巨大的船舶，航行的區域更廣。當然，愈大的舵，舵的表面積也愈大，為了克服人力舵柄不能勝任如此大應力的困難，因此導致其他機械裝置的發明。首先，人們改良了絞車和滑輪等的駕駛設施，並設計出大的操縱輪，藉此增大人力所不及的應力，以使用來操縱舵；而後，又採用蒸汽、水力，和電力的機械裝置來推進舵的運轉，產生了驚人的動力和精確的操縱系統。

機械運作

雖然舵的演變愈來愈精巧、複雜，但它的操作仍是利用相同的機械原理，亦即利用船舶前進的力量，使水流經舵來控制船舶的航向。當舵和船中線擺成一直線時，舵不產生效應，也就不改變航行方向。然而，假如舵轉一個方向，它和水流路徑即成一個角度，導致作用在舵上的壓力不平均，造成壓力較弱的一邊有較多的前進力量，船艉將循此一力的方向滑行，



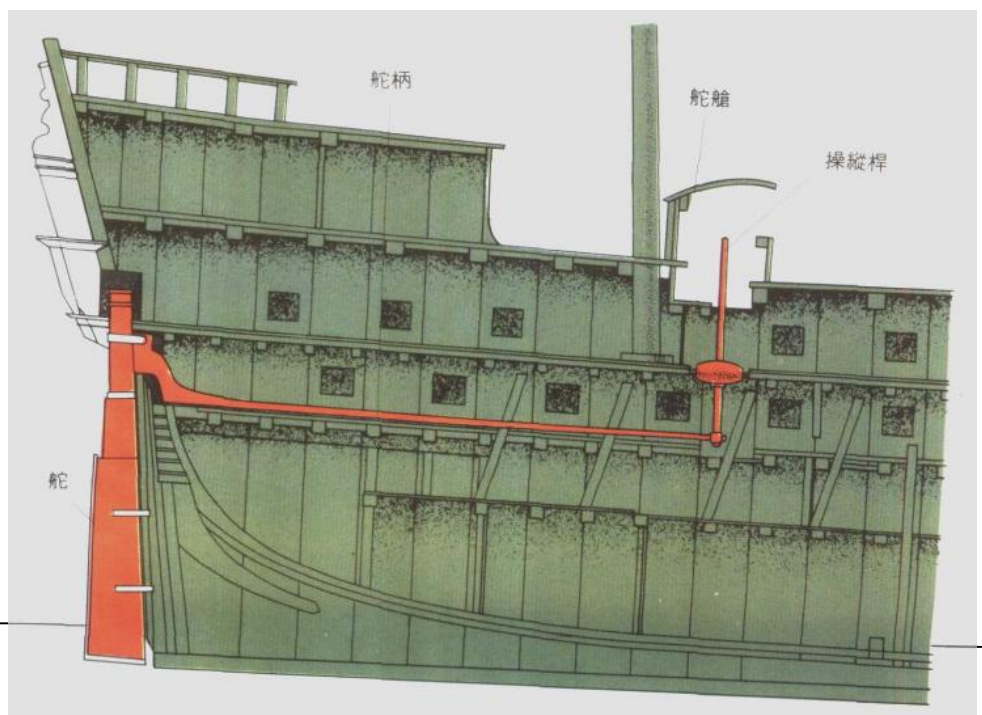
而使船艉移向另一邊，利用這種方法，完成轉向。譬如，假如舵轉向右邊，水流對舵右邊的抗力增加，將會在舵右邊造成更大的壓力，為了減少這局部的壓力，船艉便循著力線移向左邊，而這動作使得船艉轉向右邊。

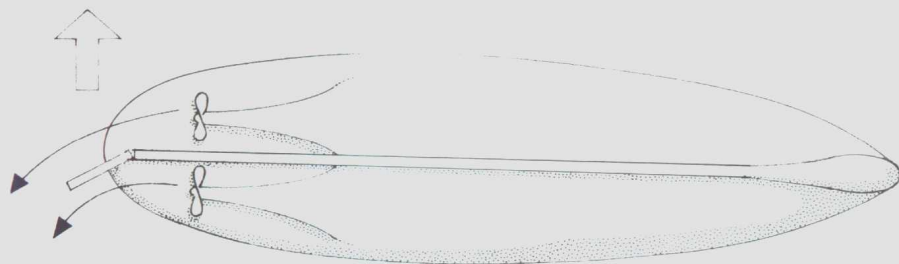
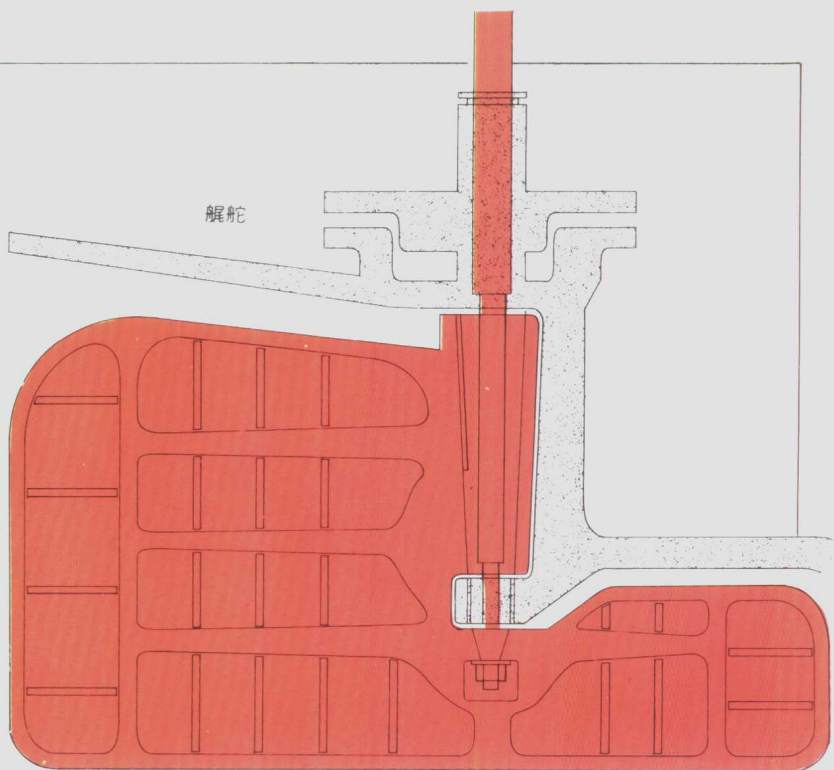
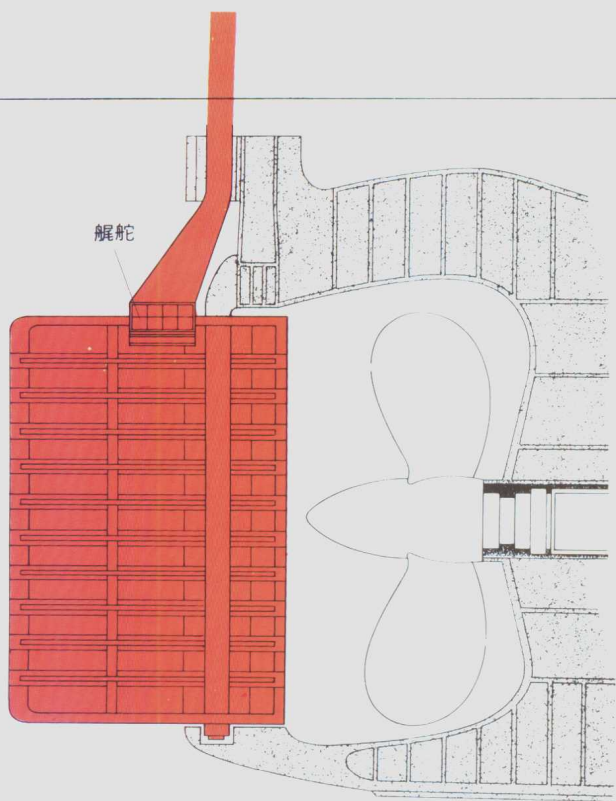
現代的變化形式

幾乎所有在海上航行的船舶，都利用傳統的樞舵裝置，然而有一些現代的船舶則需要特別的裝置，以促成一些新的設計形式和一副操縱系統。通常是在正常舵的構造上附加一些輕微的改變設施，像加節連

繫的舵(articulated rudder)有一副第二樞拍，能夠使舵葉轉動一個更大的角度，而增進能量的應用，以利轉向效應。活動舵(active rudder)則是在舵上建造一個推進單元，利用這第二螺槳或唧筒的力量，推動水流增加衝力和較快的回應效果，使舵效能快速產生，以利船舶的快速轉向。

其次是利用水流噴射的力量來增加轉向動力。這是將元件建在船舷的兩邊，利用螺槳翼來控制水流的速度和方向。這種裝置的好處，即是不需要依賴船舶前進的運作，而能將巨大船艉掉頭轉向或修正航向。尤其在擁擠的港口是最方便不過了。





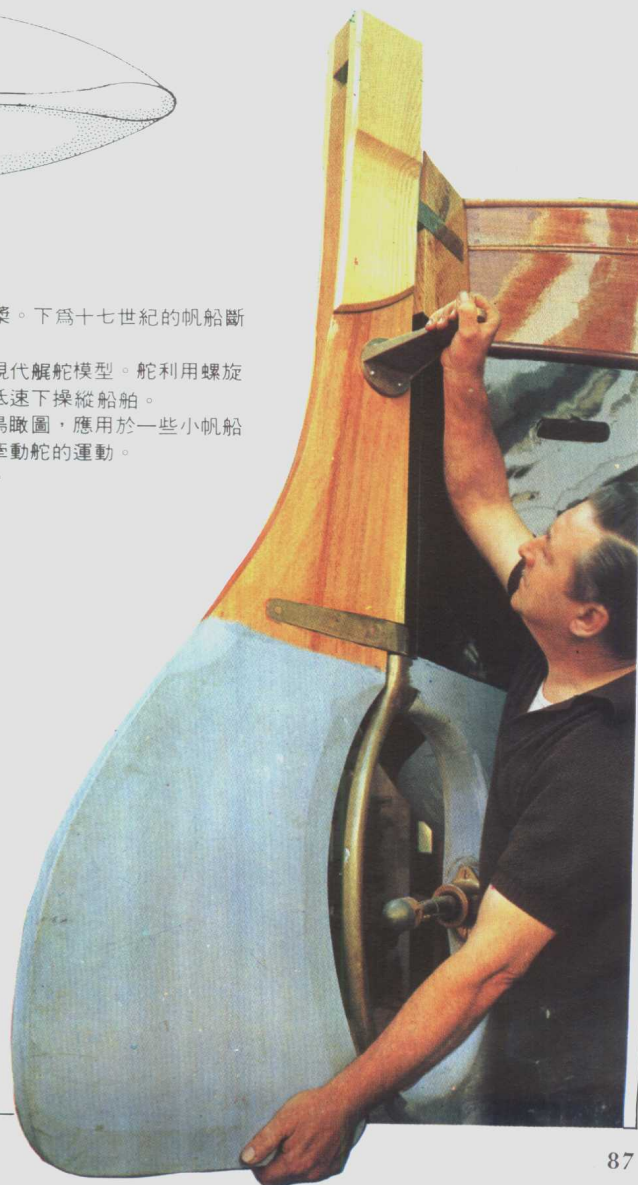
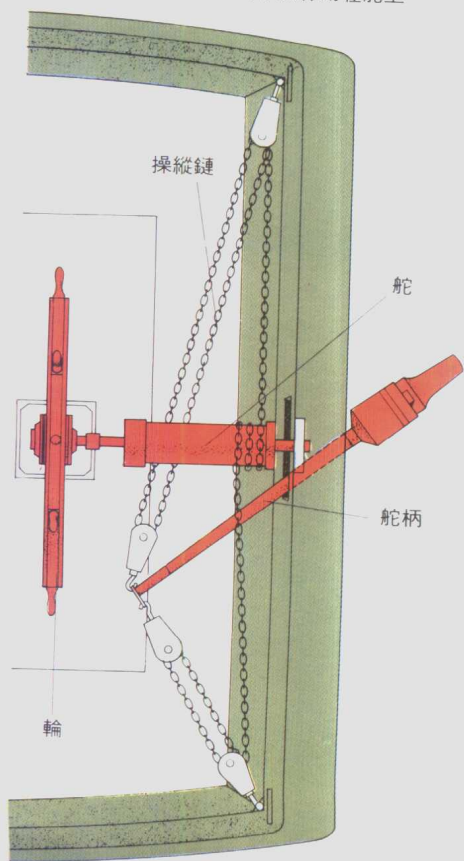
螺旋槳打出水流作用在舵上

左頁：上為埃及船的設備和操縱槳。下為十七世紀的帆船斷面圖，顯示出操縱的傳動裝置。

上：兩副適用於不同大小船舶的現代舵機模型。舵利用螺旋槳打出的水流作用在舵上，而在低速下操縱船舶。

左：一種類型的操縱傳動裝置的鳥瞰圖，應用於一些小帆船上。鏈改變輪子的旋轉運動，而牽動舵的運動。

右：工匠正在替一艘木船安裝舵。

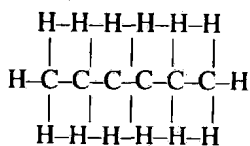


苯環 Benzene Ring

西元1865年，德國化學家佛萊德克·奧古司特·卡庫列 (Friedrich August Kekule) 研究一個問題研究了好久，後來他解決此問題的方式，變成科學上的一個傳奇，即他在心智已紛亂甚至睡著時，却能以無意識的力量來解決問題。

西元1825年，英國科學家麥克·法拉第 (Michael Faraday) 發現苯環的化學組成爲六個碳原子和六個氫原子，其實驗式爲 C_6H_6 (實驗式只簡單的列出分子中每一元素的原子數；結構式則表示出原子在分子中排列的情形)。

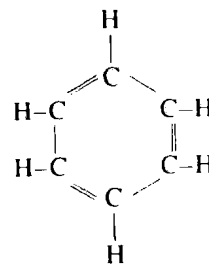
碳原子是以鏈狀相連，每一個碳鍵結兩個氫原子，另有兩個氫原子在鏈的末端。例如己烷， C_6H_{14} ：



卡庫列的問題是，苯環的結構式必須有等量的碳原子和氫原子。因此他用心思考此問題，甚至想像這些原子在他眼前跳舞。

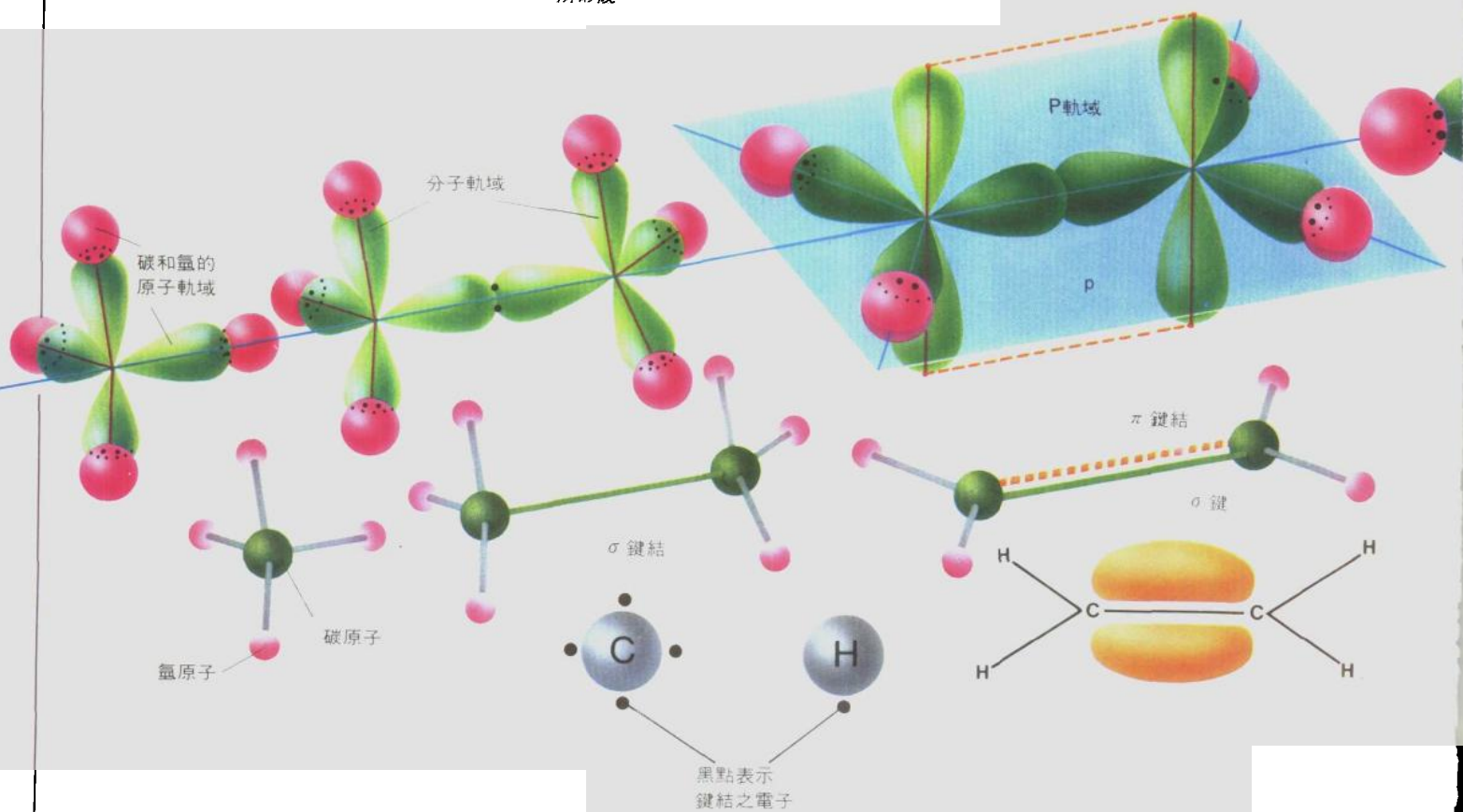
「我掉進幻想中了，看啊！原子在我眼前跳躍，」卡庫列在自傳中寫著：「我看見兩個小原子頻繁的結合成一對，而一個大原子擁抱著兩個較小的原子，有時一個大原子抱著三或四個小原子，而它們全都在一個眼花撩亂的旋轉中跳舞。我看見較大的原子形成一條鏈。」他一回到家中，就畫出他在幻想中見到的原子跳舞的排列形式。另有一晚，他在火爐前打瞌睡時，又看到原子像以前一樣跳舞，但這一次僅有較大的原子——碳原子排成一列，「彼此串聯纏結，像蛇一樣的移動著。但看啊！

那是什麼？其中一條蛇咬著它自己的尾巴，在我眼前嘲弄地旋轉著。」就因爲這樣，卡庫列終於了解了這六個碳原子和六個氫原子排成苯環的問題。



卡庫列的發現是有機化學發展的基礎，並提供了一種可獲得多樣苯環化合物反應的解釋。此種化合物稱爲芳香族化合物 (aromatic compound)，因爲苯和其他環

乙烯中之雙鍵由垂直於其他鍵之平面的 2P 軌域所形成。



乙烯分子由碳環平面下上的 π 鍵結所形成。元素一般形成分子的傾向，導致於它們的外軌域有八個電子，是一種穩定的情況。碳之外軌域有四個電子，因而需要與其他四個原子形成四個鍵，才能夠填滿外軌域。它經常與氫和碳來完成此條件。烷類 (alkanes, 如甲烷和乙烷) 具有碳原子，形成簡單共價鍵，導於四個軌道中出現的四對電子形成的正四面體。在烯類 (alkenes, 如乙烯) 中每一碳具有三個鍵，兩個單鍵，和一個雙鍵。雙

鍵由 2P 軌道重疊而成，連接兩個碳原子。在芳香族碳氫鍵中，六個碳原子形成六角環形結構，每一碳原子上鍵結一個氫原子。三個單鍵和三個雙鍵交替環繞著碳環。有兩種單雙鍵排列的可能 (下一頁的 I 和 II)；這些鍵結來回於兩種形式之間。真實的苯環電子結構是共振混成體，即是這兩種結構的混合。其他可能結構畫在下頁的 III, IV, V。

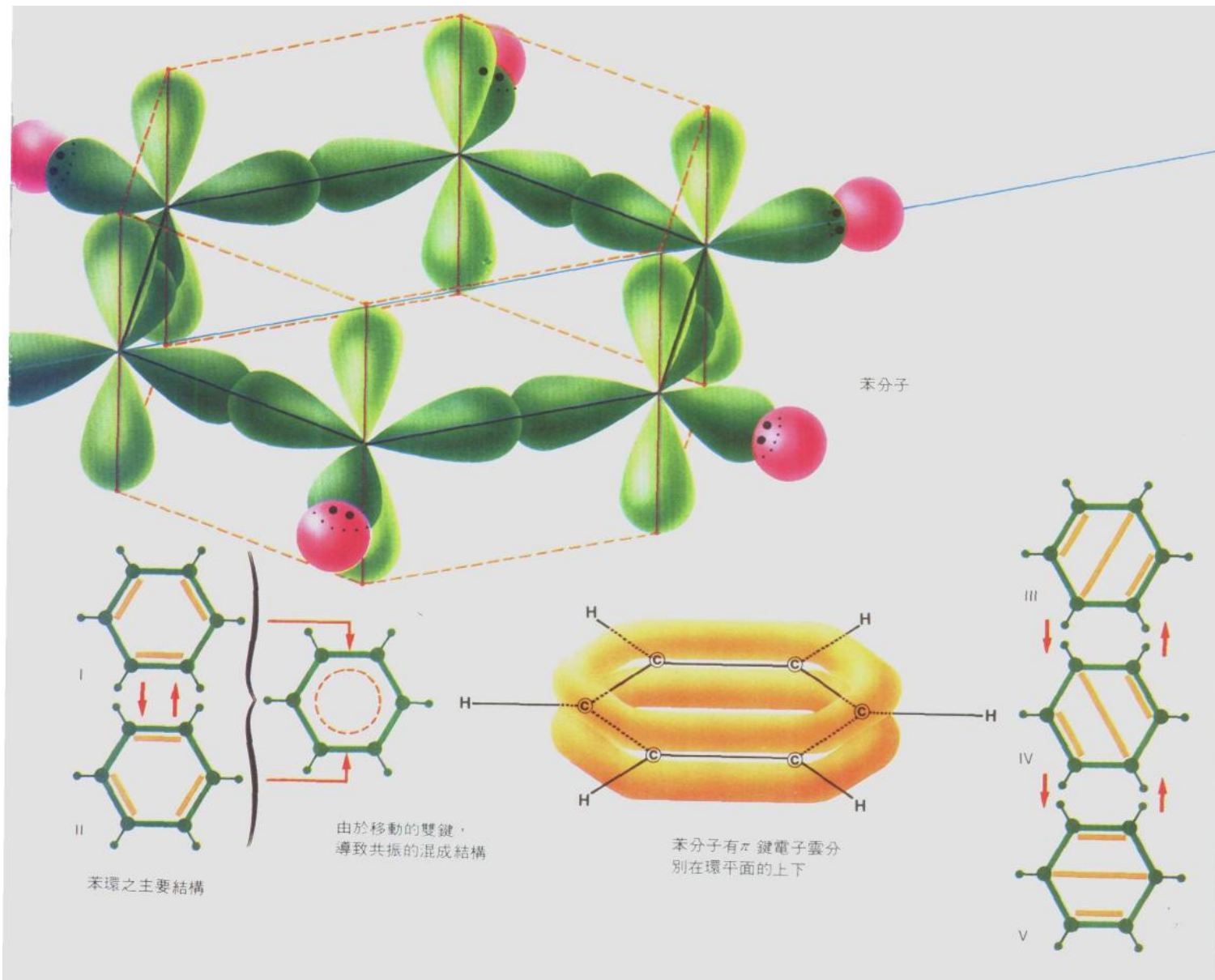
化合物具有刺激性的臭味或香味，其和脂肪族化合物(aliphatic compound)分子之分別，在於脂肪族如己烷，為一直鏈構造(aliphatic 這個字是由希臘字的「油」或「脂」而來)。

苯環之重要性在於它可用其他原子或一羣原子來取代環上一個氫或多個氫，也可將兩個或更多環結合在一起，因此可以形

成的分子數目非常驚人(已知的含碳化合物已超過一百萬種，而不含碳化合物的總數却不超過五萬至六萬種)。

芳香族化合物具有許多相同和相異的特性。以熔點而論，例如 1,2-二硝基苯在 117°C 熔化，1,3-二硝基苯在 87°C，而 1,4-二硝基苯在 173°C；這是具有相同實驗式的有機化合物因結構式不同，性質

就大不相同的好例子；猶如用相同數目的磚塊，經過不同的設計，可以建造出不同性質的房屋和橋樑一樣。



蛋白質 Protein

若是沒有蛋白質，人類便不可能存在，即使存在，也將是不同形式的另一種生命。我們的身體和最微小的生物體一樣，是藉蛋白質來架構的。每一個細胞都有它的蛋白質組織，每一種蛋白質又都具有獨特的構造和功能。植物利用土壤中的礦物質、二氧化碳和太陽光製造蛋白質。動物，包括人類，則需要消耗外來的蛋白質，以作為細胞中蛋白質的原料。

蛋白質構造

構成蛋白質的元素包括碳、氫、氧和氮（通常也含有硫、磷和鐵），這些元素以特殊的分子形式組合在一起。通常稱蛋白質為大分子或聚合物，以表示分子巨大和重複結構的特性。構成蛋白質的分子為胺基酸，胺基酸在自然界中有 100 種以上，其中只有 20 種存於蛋白質中。胺基酸的特性是具有長短不一的碳鏈，碳鏈一端為胺基(NH₂)，另一端為羧基，或稱為酸基(COOH)。胺基和酸基在胺基酸的構造上相當重要。如果想像兩個胺基酸並排排列，那麼其中一個胺基酸羧基的 OH 基，正好在另一胺基酸胺基的氫原子旁邊，經過脫水反應，正好脫去一分子水(H₂O)。如此在二個胺基酸中間就可形成一個肽鍵。二個胺基酸結合在一起稱為雙肽(dipeptide)，同一個鏈中含有許多胺基酸就成為多肽(polypeptide)，為聚合物的一種。

蛋白質分子含有 50 到 3,000 個胺基酸單位。其中有 20 種胺基酸可供我們利用，這些胺基酸可形成許多不同數目和不同組合的多肽鏈，由此可以看出不同組態的蛋白質數目幾乎是無限的。但是，每一種蛋白質仍有固定的長度和特殊的胺基酸排列順序。我們的身體絕不會錯將一種蛋白質誤認為另一種，也不會對這麼多的數目感到迷惑。在過去這幾年的研究中，蛋白質到底如何形成，以及我們的身體(也包括其他動植物)如何合成正確的蛋白質等問題，一直是重要的主題。

去氧核糖核酸所扮演的角色

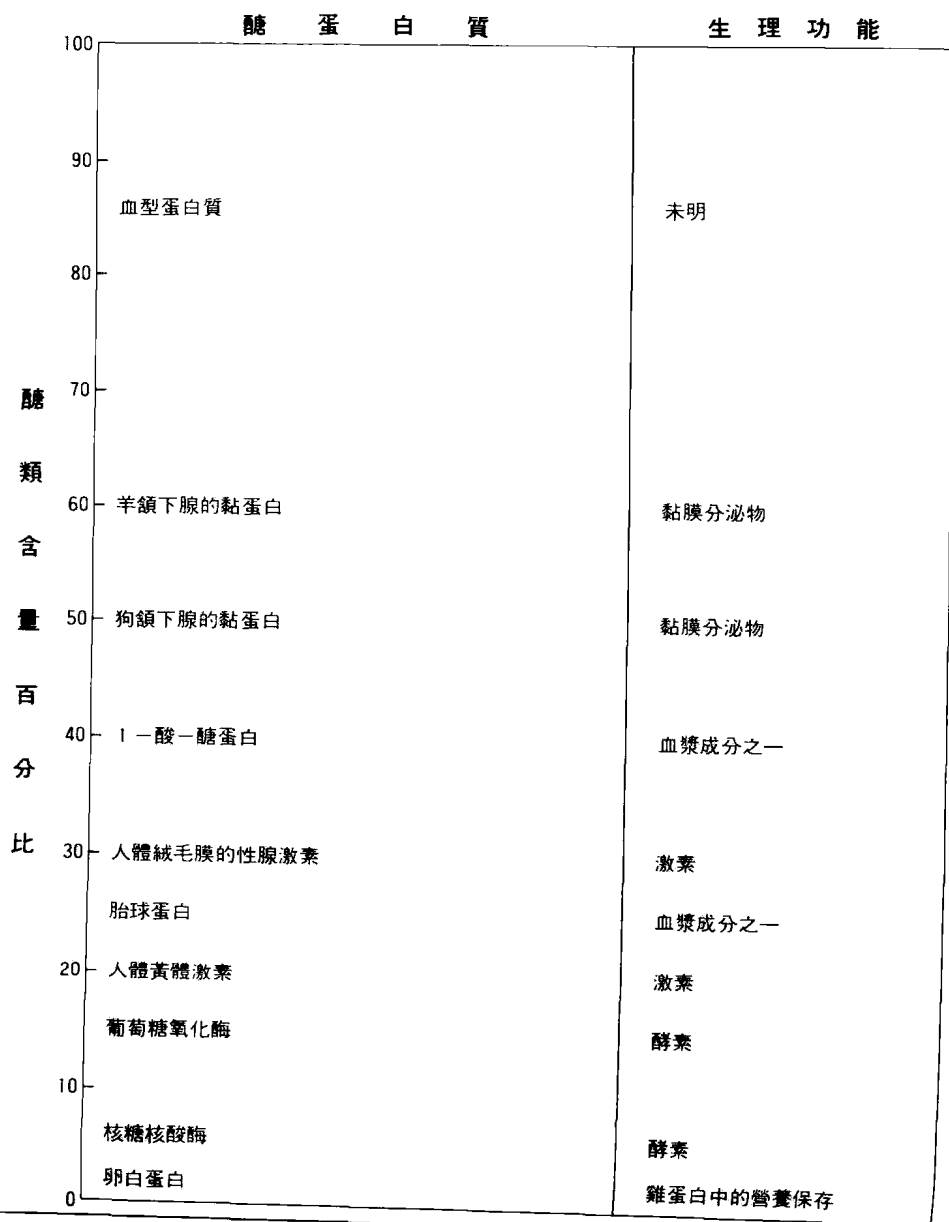
所有細胞的生長和修復都依靠蛋白質供應。根據實驗顯示，我們體內是處於一種新陳代謝的狀態，破壞老的，再生成新的來取代。要維持這種恒動的狀態就需要不斷的供應胺基酸，同時細胞也知道在何時製造何種蛋白質，需要製造多少。我們體

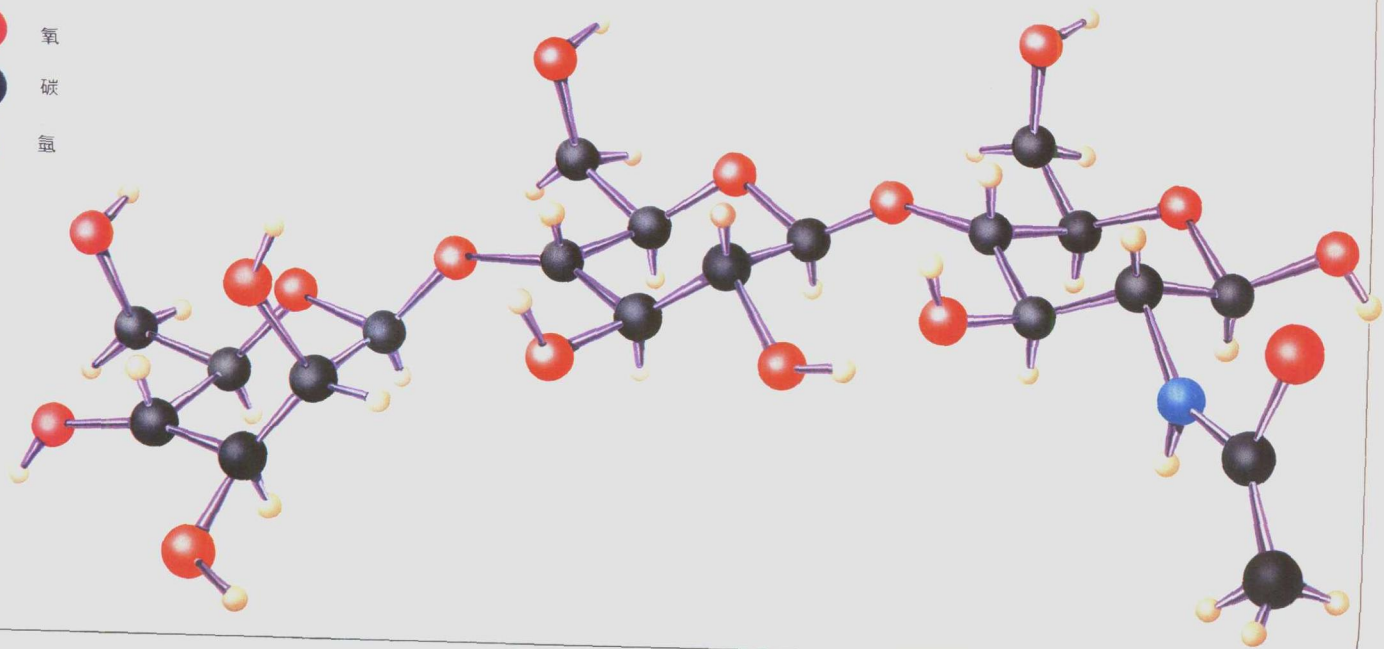
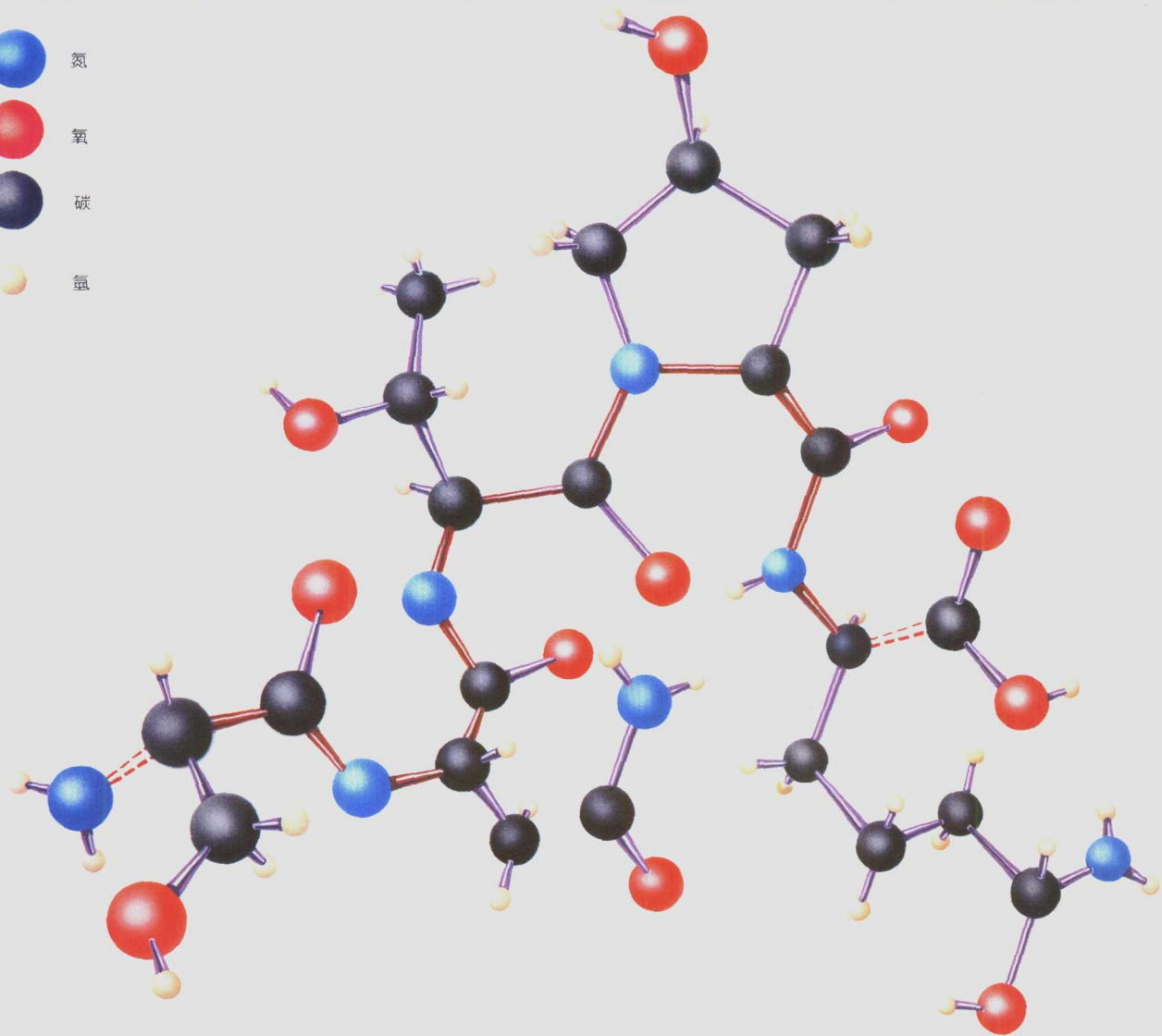
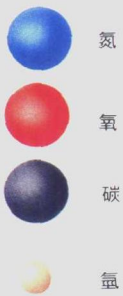
蛋白質分類	
	胜肽和激素類蛋白質
同質蛋白質 (完全由胺基酸所組成的蛋白質)	球狀蛋白質(白蛋白、球蛋白、組織蛋白) 絲狀蛋白質： 水溶性(纖維蛋白原、肌凝蛋白、肌動蛋白) 水不溶性(膠原、角蛋白、絲蛋白)
異質蛋白質 (除含有胺基酸，還有其他組成成分的蛋白質)	色素蛋白質(血紅素) 脂蛋白質 糖蛋白(腦下垂體後葉所分泌的激素) 磷蛋白質(酪蛋白)

上：蛋白質的一般分類。下：仔細分析蛋白質中的醣蛋白質。其中幾種對於生命的功能相當重要，其他的則尚未確定。

右下：醣蛋白質的含醣部分結構，由單醣與蛋白質結合而成。

右：蛋白質的一般構造，由胺基酸互相鍵結，失去一分子的水所組成。





內的總蛋白質，在 80 天之內，就有半數要經歷破壞與取代的過程。去氧核糖核酸存於每個細胞核的染色體中，是細胞製造蛋白質的密碼中心。目前已發現，每三個核苷酸(組成去氧核糖核酸的基本構造者)決定一個胺基酸序列。經由傳譯胺基酸，去氧核糖核酸控制著動植物及微生物體內的蛋白質合成。

酵素和激素

酵素(enzyme)屬於蛋白質，在體內的含量很少，但却是身體活動所必需的。觸媒又稱為催化劑，可以幫助反應發生，但不改變反應結果，本身構造在反應過程中也不會永久改變。許多化學反應可因觸媒存在而加速。幾乎所有的酵素都是蛋白質，其分類是依照它們所催化的反應種類而定。

蛋白質的另一個重要的角色是當作激素(hormone)，許多(並非全部)激素是蛋白質，每一種都能促使特殊器官發生特殊的生理反應；例如消化液的分泌和母乳的製造等。有些激素的機制已很清楚，但有些如何發揮影響力，則目前仍不了解。

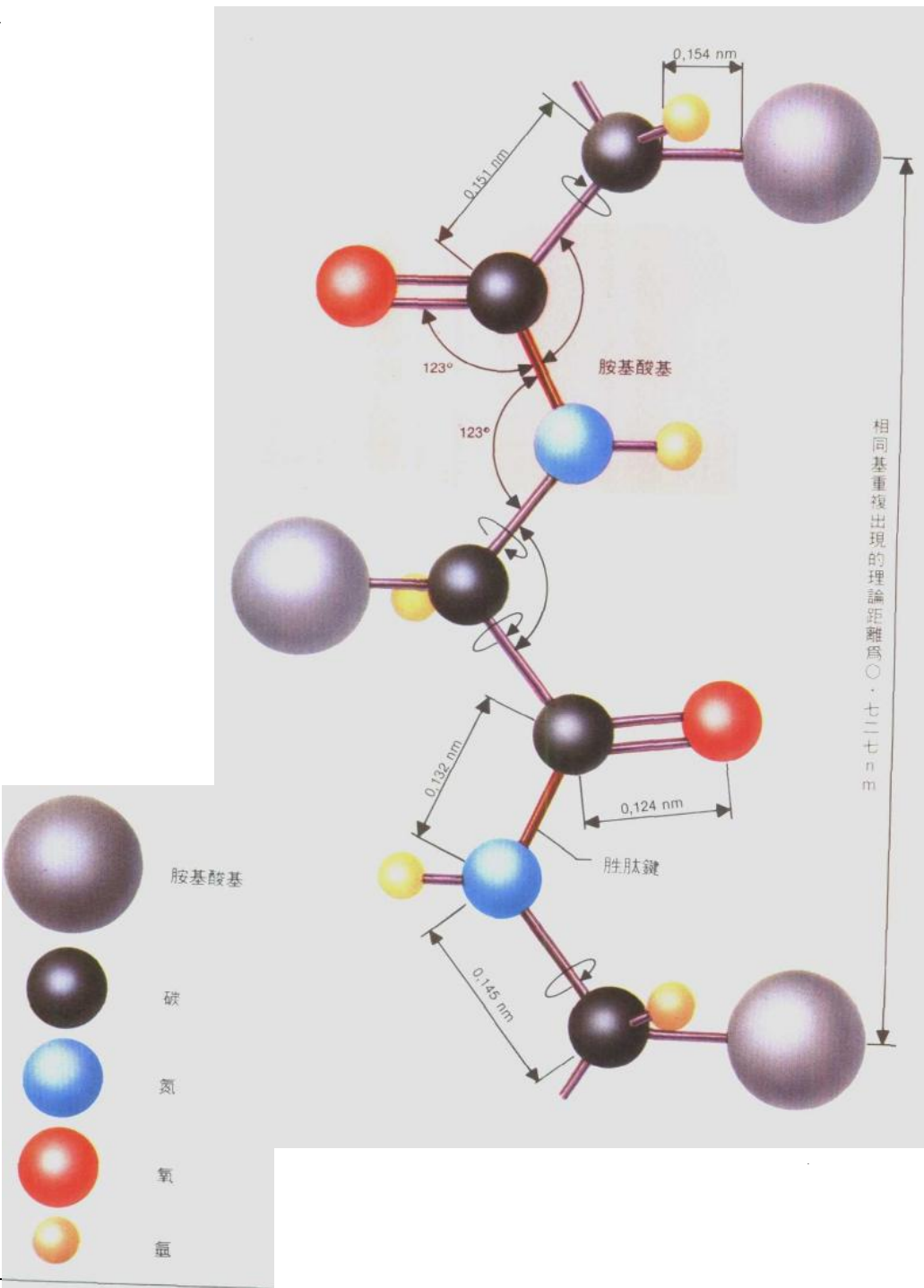
蛋白質與我們的膳食

氮是合成蛋白質中相當重要的元素，存於大氣和土壤中。植物由土壤中吸收含氮化合物，然後在細胞內合成胺基酸和蛋白質。因此農夫須時常注意維持土壤中氮的含量。所幸某些植物的根部，如豆科植物，經細菌的幫助可使大氣中的氮存留在土壤中，使土壤更肥沃。這種肥沃的土壤，不但可供豆科植物生長，尚可提供下一年輪種植物的生長。植物後來就被動物吃掉，人類則又吃掉這些含高量蛋白質的肉類，或者直接吃植物。

許多營養專家用「完全」和「不完全」來描述蛋白質。並非所有的蛋白質都一樣，它們可以由不同的胺基酸來組成。人體合成蛋白質需要 20 種胺基酸同時存在，某些蛋白質會缺乏或完全沒有其中一或數種胺基酸。正常健康的人體，沒有能力合成其中的 8 種胺基酸。因此，若要使身體充分使用所進食的蛋白質，我們所攝取的蛋白質必須是包括 8 種必需胺基酸的蛋白質。大部分的動物性蛋白質(肉、魚、奶、乳酪)和黃豆都含有這 8 種必需胺基酸。攝取由不同植物性蛋白質原料正確組合調配而成的食物，也可獲得完全蛋白質。經由

分析蛋白質很重要的一個技術為 X 射線繞射法，光線通過蛋白質分子之後，使光線偏斜，然後打在照片底片上。經由分析底片，可得到一個理論模型，包括鍵長與角度。

下：圖中顯示出肽鏈中的碳-氮鍵長是介於雙鍵與單鍵之間。同時也可以看出蛋白質鏈的空間排列狀況。胺基酸基和碳、氮、氫、與氧等原子，繞著由肽鏈所形成的軸而旋轉。胺基酸間的距離為 0.372nm。(nm：十億分之一公尺)



幾種蛋白質的分子量

蛋白質	分子量	小單位的數目
Creatin kinase (肌酸激化酶)	80,000	2
Galactokinase (半乳糖激化酶)	100,000	4
Aldolase (果糖雙磷酸醛醇酶)	140,000	4
Pyruvokinase (丙酮酸激化酶)	237,000	4
Aspartotranscarbamylase (天冬氨酸轉氨基甲羰酶)	310,000	6
Apo ferritin (本鐵蛋白)	480,000	20
3-galactosylase (半乳糖苷酶)	520,000	4
Thyroglobulin (甲狀腺球蛋白)	669,000	2
Phagoprotein F (吞噬蛋白質F)	3,620,000	180
Polio virus protein (脊髓灰質病毒蛋白質)	5,500,000	130
Tobacco mosaic virus protein (菸草鑲嵌病毒蛋白質)	40,000,000	2130

左：列表舉出幾種蛋白質的分子量

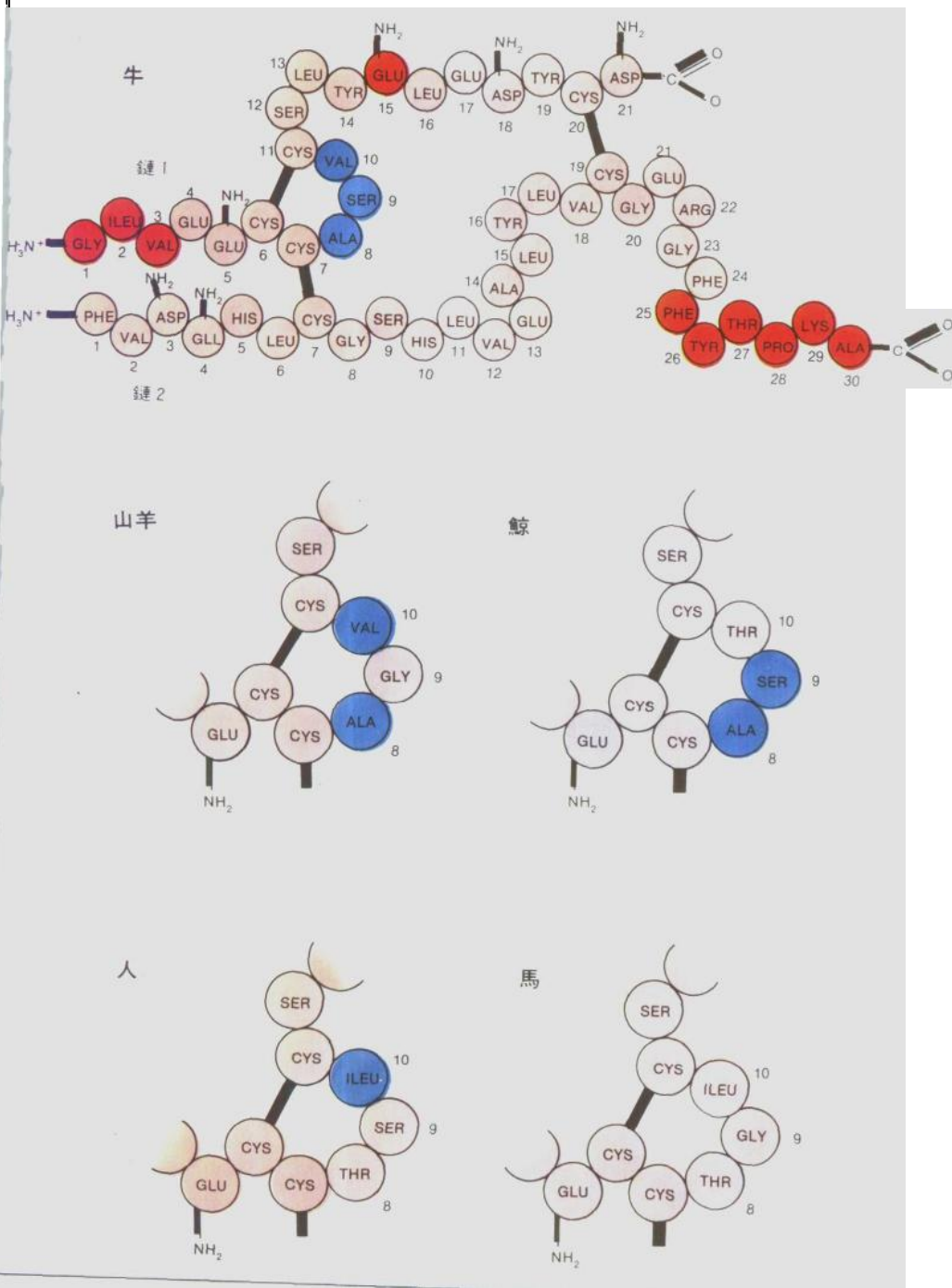
下：圖為牛胰島素 (insulin) 的構造 (最上圖) 以及山羊、鯨、馬，和人的胰島素不同於牛胰島素之構造

這種組合調配，可一次提供所有的胺基酸。在許多動物性蛋白質較難取得或很昂貴的社會中，米和豆的調配一直是完全蛋白質的來源。在素食者和想要減少肉類攝取的人當中，蛋白質的調配也是相當普遍的方法。

我們所攝取的食物並非就是身體所能利用的形式，必須經由消化過程分解為胺基酸，經血液運送至身體各部，進入細胞的胺基酸池中，細胞再利用胺基酸池中的胺基酸合成各種蛋白質。每一個細胞都合成可維持它本身結構的蛋白質，但也有許多細胞合成蛋白質，供身體其他部位利用。激素和酵素就屬於後面這一類的蛋白質，又譬如血紅素 (hemoglobin)，由骨髓合成，它攜帶氧氣跟著紅血球循環到身體內的每個細胞。每個細胞大約含有 2,000 種不同的蛋白質，分別用於細胞內或其他地方。

蛋白質是一種燃料嗎？

蛋白質並不是最經濟的能量來源。人體通常都是利用高能量的脂肪和醣類提供能量。若你的身體開始分解蛋白質作為能量，那你攝取的脂肪和醣類一定太少。當然，由於我們每日對蛋白質的需求量有限，因此一般人對蛋白質能量的需求也相當少。人體內之所以會累積脂肪，是因為所攝取的卡路里超過身體的需要，所以就將多餘的卡路里儲存在體內 (卡路里是度量能量的單位，而非食物的量，1 卡路里為 1 公克水升高攝氏 1 度所需的熱量)。300 卡路里的食物所含的熱量大約和 0.45 公斤的煤相同。據估計，成年人每天所需的蛋白質量為每公斤體重 1 公克。不過，營養學家已逐漸相信，這樣仍然嫌多。體內利用蛋白質的效率是受所吃的脂肪和醣類多少的影響，與維生素及幫助消化的蔬菜和粗纖維也有關係。

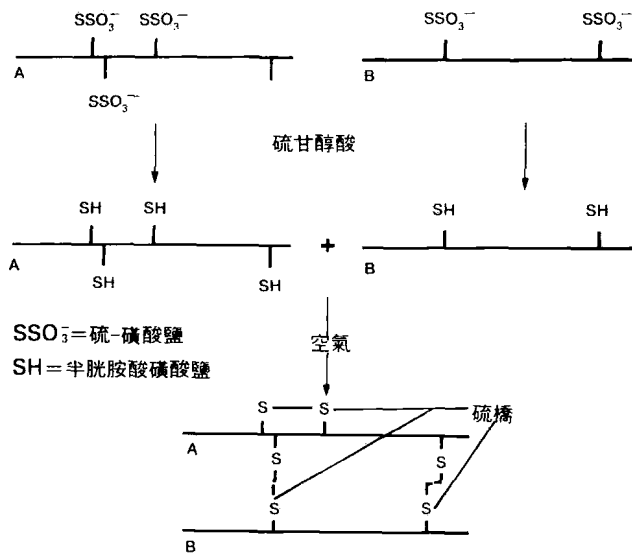


GLY：甘胺酸
 ILEU：異白胺酸
 VAL：纈胺酸
 GLU：麩胺酸
 CYS：半胱胺酸
 ALA：丙胺酸
 SER：絲胺酸
 LEU：白胺酸
 TYR：酪胺酸
 ASP：天門冬胺酸
 PHE：苯丙胺酸
 THR：羥丁胺酸
 PRO：脯胺酸
 LYS：離胺酸
 HIS：組胺酸
 ARG：精胺酸
 MET：甲硫胺酸

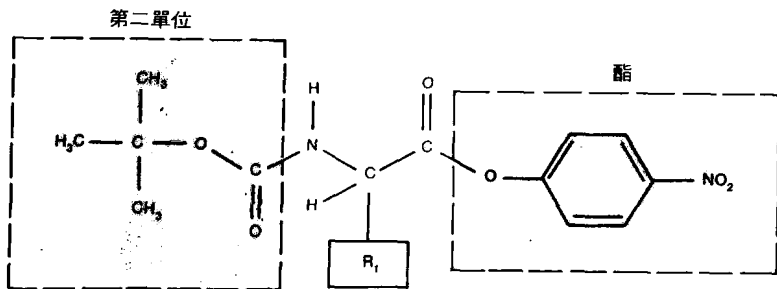
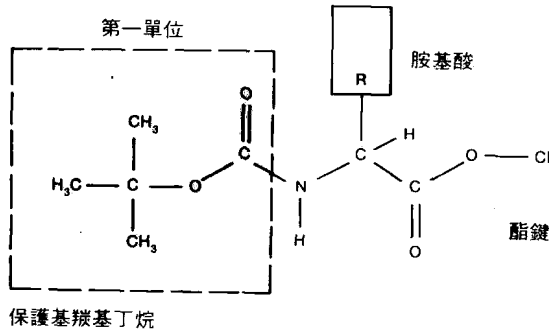
腺嘧啶(T)，DNA 就是由這四種核苷酸一連串所組成的(如……TGGACC TGACC……)。組成 RNA 的核苷酸亦有四種，但以尿嘧啶(U)取代胸腺嘧啶(T)。當 DNA 股指令合成 mRNA 時，可以合成一個與本身很相似的長鏈。若有一密碼 UCC 暴露於外，則可吸引一個具有與 UCC 對應的相對密碼的 tRNA，這個 tRNA 又正好可以攜帶一種叫絲胺酸的胺基酸。因此，由 DNA 所製造出的 mRNA 上的腺嘧啶、鳥糞嘧啶、鳥糞嘧啶的特殊排列，就可確保在蛋白質合成時，使絲胺酸排在適當的位置上。

三個字母的密碼可以決定一種特殊的胺基酸，因為它可以吸引帶有正確三個字母密碼或相對密碼的 tRNA。由於一共有四種鹼基，所以三個字母的密碼組合有 64 種可能(4×4×4)。但事實上只有 20 種胺基酸，所以有的胺基酸可以與不只一個密碼相對應。譬如，由 tRNA 所攜帶的丙胺酸，可以對應於 GCU、GCC、GCG 或 GCA。在這個例子中，鳥糞嘧啶和胞嘧啶必須永遠在第一和第二個位置，至於第三個鹼基是什麼倒不怎麼重要。有些胺基酸可對應到幾個完全不同組合的密碼，有些只有第一個鹼基不同，而有些則只能對應到一個密碼。

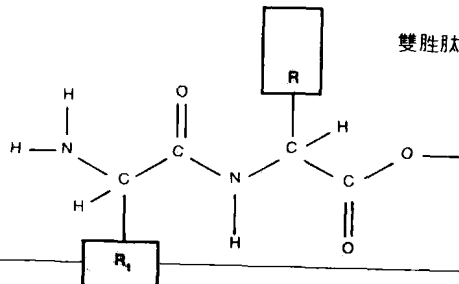
mRNA 通常都較蛋白質分子長——也就是說，它們具有比蛋白質的胺基酸所需的密碼還多的訊息。所以有些密碼用來負責合成時「開始」或「終止」的訊號。「終止」是由無意義密碼(nonsense codon)所指揮，沒有一個 tRNA 會辨識無意義密碼，所以不會再有胺基酸加到蛋白質鏈上。



右和下：有幾種方法可達到蛋白質的人工合成。在固態合成方法中，合成由肽鏈的羧基端慢慢合成到胺基端。如圖所示，由圖的最上端開始，多苯乙烯的苯環為氯甲基所活化。一個胺基酸，其胺基為酯類所保護著，接上氯甲基所活化的苯環而形成第一個鍵結。接著其他的胺基酸也可連接上。一旦雙肽形成之後，保護第一個胺基酸的苯甲基就可被除去，經由這種方式，多肽鏈就可增長。



左：核糖體的酵素可以將肽鏈由位置P移到位置A去，位置A為胺基醯基-tRNA的所在。當這種移位發生的時候，蛋白質的伸長過程就開始了。伸長因子FA-G的作用決定了 mRNA 的轉譯。它可帶領新生成的肽鏈，進一步可再合成蛋白質。



袖珍型計算器 Calculator, Pocket

袖珍型計算器是最近的發明中，少數能風行世界各地，並且不論是對工程師、商人或學生們的日常工作都很有幫助的一項發明。這種電子裝置是以積體電路(integrated circuit)為基礎，操作各種繁複的、不同的算術運算。不論功能大小，大部分袖珍型計算器的體積都不會比香煙盒大，並且都是以電池為電源。

袖珍型計算器的物理性質

大部分的計算器至少有 15 個按鍵，分別表示 0~9 的數字鍵和四則算術運算鍵，另外，一定還會有個「清除」鍵，用來消除正在使用的數字和指令。

在數字和運算鍵的頂端，有一小排的發光二極體(light-emitting diode, LED)或液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)，其功能是将數字顯示出來。由 LED

所顯示的數值最小是 6 位數，最大有 15 位數，另外還有一「浮動」的小數點，能出現在任何數位的右下方。

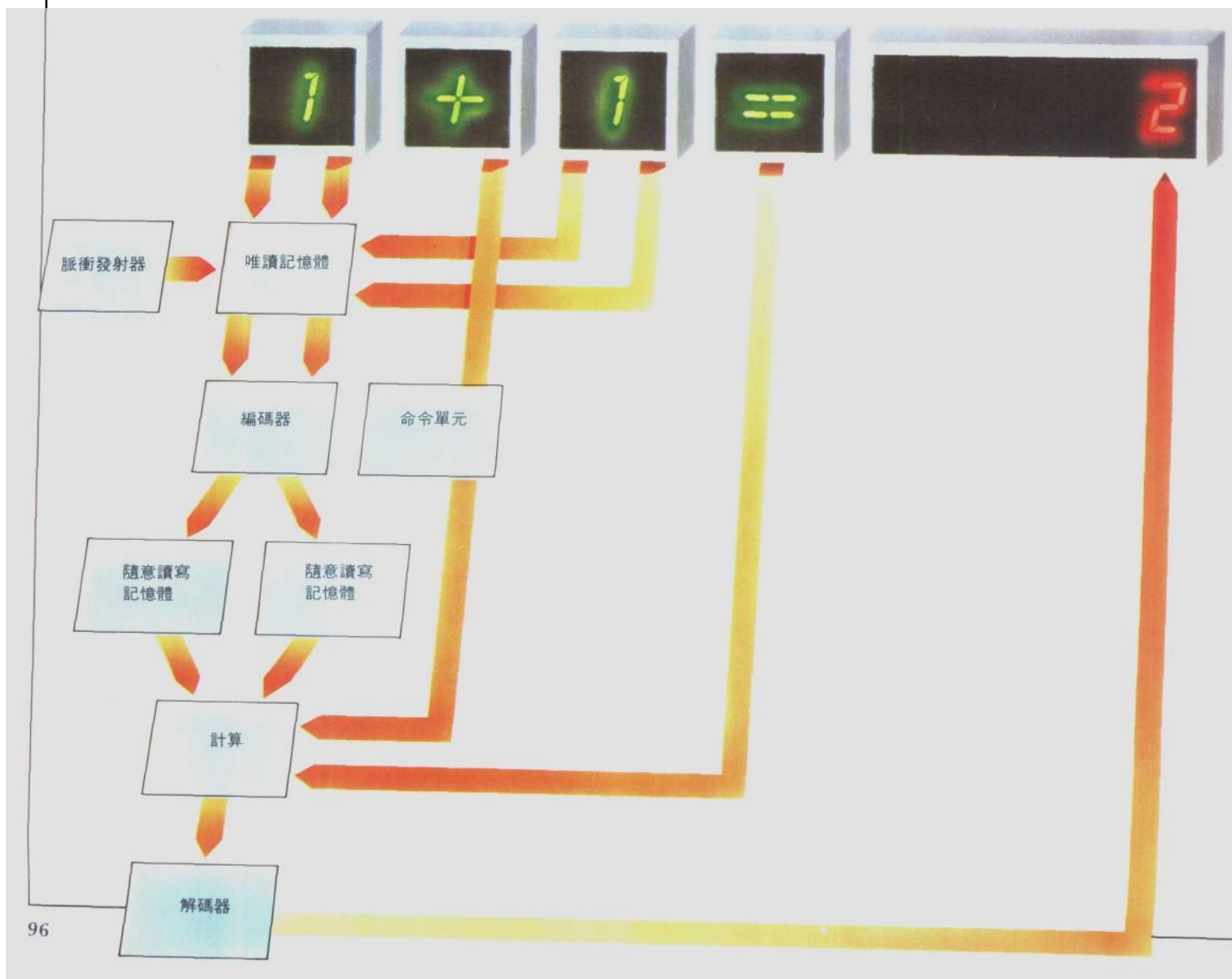
袖珍型計算器的運算功能是由積體電路來操作，其原理與大型電腦是相同的。這些積體電路稱為晶片，如指甲一般大的矽薄片上，包含了 2~256,000 個開關，每一個開關在任何時間都可能是開或關。袖珍型計算器也像所有的現代電腦一樣，將所有的資料數據轉換成一連串的 0 和 1(稱為機器語言)以便處理。晶片上的電路和數據碼上的 0 和 1，有著一對一的對應關係：如果所給予的開關是接通的，則代表其為 1；如果沒有接通，則代表其為 0。

這些電路永遠包含著加、減、乘、除和其他必備功能的指令，這些指令以機器語言的型態表示，可由其他的機器和電腦程

式員進行詮釋。由操作員打進去的數目簡單地貯存在隨意讀寫記憶體(random access memory, RAM)內，這些記憶體提供袖珍型計算器在任何時間所需的資料貯存空間。而在袖珍型計算器的小記憶體裏的這些數目，會再經由算術運算電路處理。一般而言，加法、減法是關鍵性的運算；乘法是進行一連串的增加；除法則是一連串的減法。

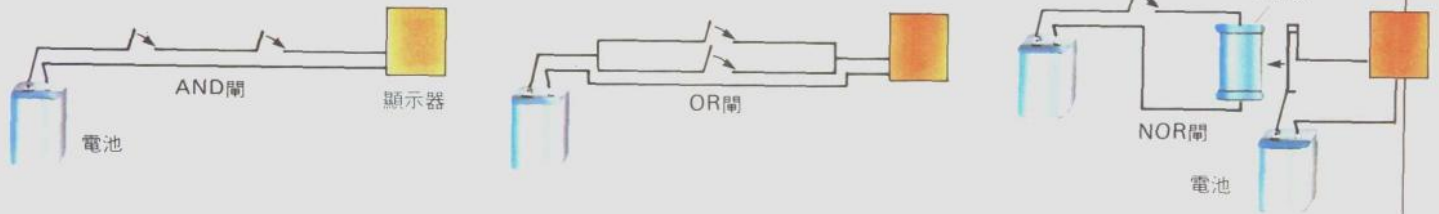
可程式的袖珍型計算器

各種不同的袖珍型計算器，其功能和價格都有很大的差異。大多數高級的袖珍型計算器，比一般功能較少的袖珍型計算器，價格高出 15 或 20 倍。高級的袖珍型計算器像小型電腦一樣，亦可輸入程式。這種可程式袖珍型計算器能貯存加法、減法、均方根、百分比函數和其他的數學





下：三組開關電路利用布氏代數(Boole algebra)來操作算術運算。在袖珍型計算器，有許多各別的開關，稱為「閘」，包含在矽晶片之內。



左：圖上顯示袖珍型計算器是如何轉換輸入資料和指令。如「一加一」，輸出結果為「二」。先根據貯存在唯讀記憶體內的程式，將輸入資料變成二進位數。這些資料暫時保存在隨意讀寫記憶體內，直到計算器來加以處理。然後進行必需的運算，得到二進位數字的結果，再解碼成正常的整數並顯示出來。

式，任何數學公式都能寫成程式。銀行業者常須計算出5年資產的近似值，因此，只要將公式輸入機器的記憶體即可，公式如下：

$$\$A \times B \text{ 月份} \times C\% \text{ 貸款} \times D\% \text{ 通貨膨脹} = \text{總額 } E$$

藉著按下適當的特殊功能鍵，便能將公式輸入袖珍型計算器的記憶體內。想要使用時，只要按一下特殊鍵，便能使整個公式顯示出來，然後再輸入(或按下相關的數字鍵)A、B、C和D的正確值。袖珍型計算器在不到一秒鐘內，可操作所有的算術運算，並將正確的值算出。一般程式袖珍型計算器的記憶體，能夠貯存12

個以上的公式。

特殊功能

因為微電子的改良與進步，使得特殊的積體電路和袖珍型計算器的價格相對地降低。許多袖珍型計算器，尤其是介於廉價品和高級品之間的产品，還具有數字鐘，無論袖珍型計算器是否開啓，數字鐘隨時都維持運轉狀態。許多數字鐘還具有精緻的鬧鈴裝置；有些還可演奏特定的音樂，可設定每小時或每半小時響一次，或甚至設定在某一特定的日子發出配合該日的節奏。最近，有些袖珍型計算器還可玩基本的電腦遊戲，並且顯示在計算器的LED上。

袋鼠(有袋類動物) Marsupial

在世界各地，尤其是澳洲、塔斯馬尼亞和新幾內亞，都有有袋類動物的踪跡。牠們是哺乳動物中非常原始的一羣，皮膚上有毛髮，以乳汁哺育幼子，是恆溫的脊椎動物。有袋類動物和其他哺乳類不同的地方，在於胎兒在子宮內的發育情形。哺乳動物中數量最多且較進步的胎盤類動物，將幼兒留在母親的子宮內，母體利用胎盤和胎兒連接，藉此提供胚胎發育所需的養分。

但是，有袋類則沒有胎盤，當胎兒仍在母體時，母體和胎兒之間並沒有任何的連接，僅靠其周圍的卵黃囊供應必需的養分；然而，因為卵黃囊太小，無法完全供給胎兒發育所需的物質，因此，有袋類動物的懷孕期甚短，依種類的不同約8~40天。胎兒將卵黃囊的營養物用完之後，即被產下，因此新生兒的發育甚差，但以後的發育狀況則和胎盤類胎兒一樣。

新生下來的有袋類胎兒完全沒有防禦能力，更由於牠們的發育仍不完整，因而體型非常小，無疑的，剛出生時，牠們的死亡率非常高。舉例來說，成體的大紅袋鼠有3公尺高，剛出生的小胎兒只有2.54公分長而已。牠們的母親會用舌頭舐出一條路，由其陰道到達胃部外的一個腹袋，袋內有乳腺供給胎兒吮吸。若胎兒強健的話，就會沿著這條路而滑至腹袋內，並用

1. 有袋類 有袋類是指哺乳類動物，身上懷有年幼發育未完全的動物，其乳腺藏在腹袋內。



2. 袋鼯類 外形似鼯鼠，雙眼退化，缺外耳朵。



3. 袋狸類 後肢的第二和三趾癒合，視覺和聽覺非常發達。



4. 袋貂類 後肢不具有相對於其他腳趾之大拇指，尾部蓬鬆且長，不適於抓握樹枝。



5. 負子袋鼠類 後肢具有相對於其他指的大拇指，尾部無毛，但是有抓握樹枝之功能。

6. 袋熊類 後肢很短，大多擁有相對於其他指的大拇指。



7. 大袋鼠類 後肢大型，常缺大拇指；但某些種類仍保有大拇指，不過大多呈相對狀，且比較小。



8. 無尾袋熊類 上門牙大，白齒可以持續再生。



有袋類動物可分為7個大類，其區分和特徵，如上圖所示。下圖由左起分別是：袋鼯，生存於澳洲南部和西部一帶；兔形條紋袋狸，亦見於上述之地區；斑尾袋貂，原產於澳洲的東南方和塔斯馬尼亞。各種動物下方之圖即為其特徵。



袋鼯



袋鼯類



兔形條紋袋狸

袋狸類



斑尾袋貂



袋貂類

嘴吸吮母鼠的乳頭，取得乳汁。小鼠在腹袋內生活達6個月之久，當小鼠的頭部伸出腹袋，即表示牠們能離開母親，獨立生活了。

大多數的雌性有袋類動物都擁有腹袋，但是也有某些例外，譬如，南美洲一種小

型酷似啮齒類的有袋類動物——負子袋鼠，就不具有腹袋的構造。牠們和另一種負子袋鼠是仍生活於美洲的兩種有袋類動物。

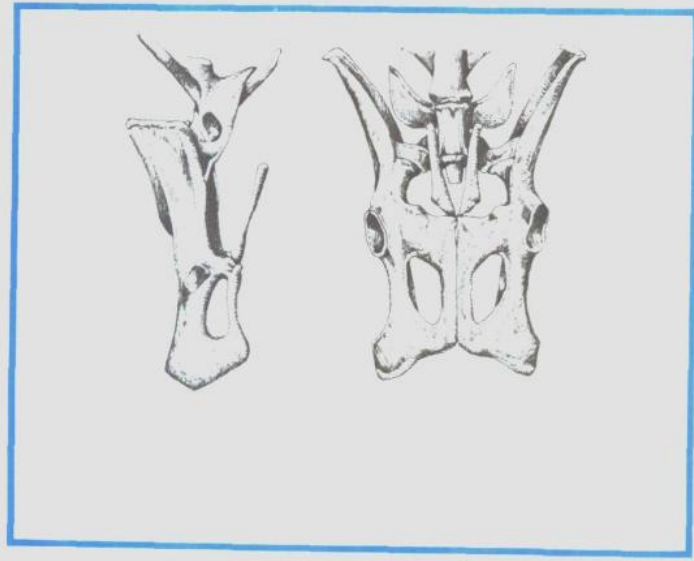
有袋類的特徵

有袋類動物的身體結構，基本上和胎盤類動物非常接近，但是一般而言，有袋類的腦部較小，是智力較低的哺乳類動物；另一個顯著的特徵是，牠們有一對大型而尖銳的爪，可用於挖掘洞穴和攀爬樹幹。此外，有袋類動物的尾部也非常重要，不



上：圖由左起分別是，維吉尼亞負子袋鼠類，牠們將其幼仔背負在肩上；塔斯馬尼亞袋熊；大紅袋鼠，這是有袋類動物的典型代表。袋鼠的幼仔，位於母親的腹袋內，圖中的黑白圖畫，表示各科動物的主要特徵。

下：無尾袋熊。



有袋類動物的骨盤構造非常特殊，具有兩個軟骨性的骨刺，這種構造並不見於其他的哺乳類動物中。骨刺由骨盤向前延伸，具有保護位於腹袋內幼仔的功能。

同種的動物，其尾部的功用也不同；較大型的袋鼠和小袋鼠 (wallaby) 擁有大型而多脂肪的尾部，在跳躍前進時，可做為身體平衡的機構；而較小型樹棲性的有袋類，則具有可握物的尾部，做為在樹枝上行動的幫手。

大多數的有袋類動物以植物為食，為草食性動物，但有時牠們也能適應雜食性的食物，以小鳥、昆蟲和植物為食；這種情況大都是由於植物在某些季節數量太少所致。

雖然目前有袋類的數量還不到哺乳類動物的百分之五，但是科學家相信，過去牠們也曾像今日胎盤類動物一樣的多，由於生殖方式特殊，導致極高的死亡率，所以和胎盤類動物競爭時，因競爭失敗而消失。很久以前，有袋類動物曾是北美洲和歐洲數量甚多的動物，而現在僅剩下兩種負子袋鼠尚生活於樹林間。科學家推測：因為澳洲胎盤類動物較少，故有袋類動物能夠在沒有競爭的環境之下，得到保護並留存於地球上。

目前世界上約有 240 種有袋類動物，從其有限的分佈情形來看，牠們可真是種類繁多，從體型小如樹鼯 (約為 0.5 公升的容器大小)，到重達 90 公斤的大紅袋鼠。較為人們熟知的無尾熊，從外觀看總好像在睡覺似的，極為可愛。無尾熊生性害羞，生長在澳洲的樹林內，以某種特殊的由加利葉子為食，當這種葉子缺乏時，牠們寧願餓死，也不願吃別種食物。



貨幣 Money

在人類歷史上，奴隸、火藥、牛隻、大象，甚至連豬的頸骨都會被當成貨幣來使用。貨幣可輕可重，新赫布里(New Hebrides)以羽毛為貨幣，葉浦島則以石頭為貨幣。衣索匹亞曾經有幾世紀，使用過鹽為交易媒介。十九世紀的婆羅洲，則以上選的人類頭蓋骨為貨幣基準，而以豬和椰子作交易媒介；就像目前許多國家以黃金作為貨幣基準，而以硬幣和紙幣來進行交易一樣。貨幣是人類眾多發明中最具巧思者，雖然它本身與財富無關(除了金塊以外)，但却是交易的媒介和測定財富的方法。

貨幣的定義與淵源

貨幣可以用來表示價格、償債、購物和獲取服務等。為了使貨幣流通，它的形式通常為鈔票、票據及硬幣等。在早期，貨幣多為一些較實用的東西，如食物等，然後漸漸變為裝飾作用超過實用價值的物品。早期金、銀或其他稀有金屬做成的硬幣，都有一個洞，這樣可以串起來，方便攜帶、使用，並可作為身上的裝飾品。

雖然貨幣的名稱各有不同，但都反應物品的數量。如德瑞克馬(希臘貨幣單位)是「一把」的意思，通常指的是一把鐵針。英國的英鎊、法國的法郎、義大利的里拉和蘇俄的盧布都是計算物品數量的名稱。

貨幣基準

貨幣價值通常以黃金為基準，此種黃金可能從未流通過。黃金價位的原理是維持某國貨幣單位的價值和某一定數量黃金之間的平衡。在國際黃金價位下，各種貨幣都可自由交換成黃金，各國進口或出口黃



貨幣的觀念來自廣義的交易觀念。貨幣發展第一個階段是以物易物，就是用一種貨物交換另一種貨物。



貨幣發展的第二個階段是媒介體的發明，此種媒介體的價值是穩定的，並且是被公認的。



下：流程圖(diagram) 顯示銀行系統 (banking system) 如何在現代社會的貨幣流動中扮演一個中心角色。它們在那些有餘款想要存錢的人和想要貸款的人中間扮演媒介的角色。由於此種服務，銀行收受貸款者的利息高於付給存款者的利息，以賺取中間差額。這些利潤足以支付銀行的一切花費。

金也須依據其標準。

西元 1930 年代以前，面額極小的美金紙幣，就可以換得相當金額的黃金。但在西元 1934 年公佈的黃金保留法案則禁止了此種交換。美國財政部負責管理所有的金幣、純金和證券，並把大部分儲存於肯塔基州的諾克斯堡。

貨幣的功能

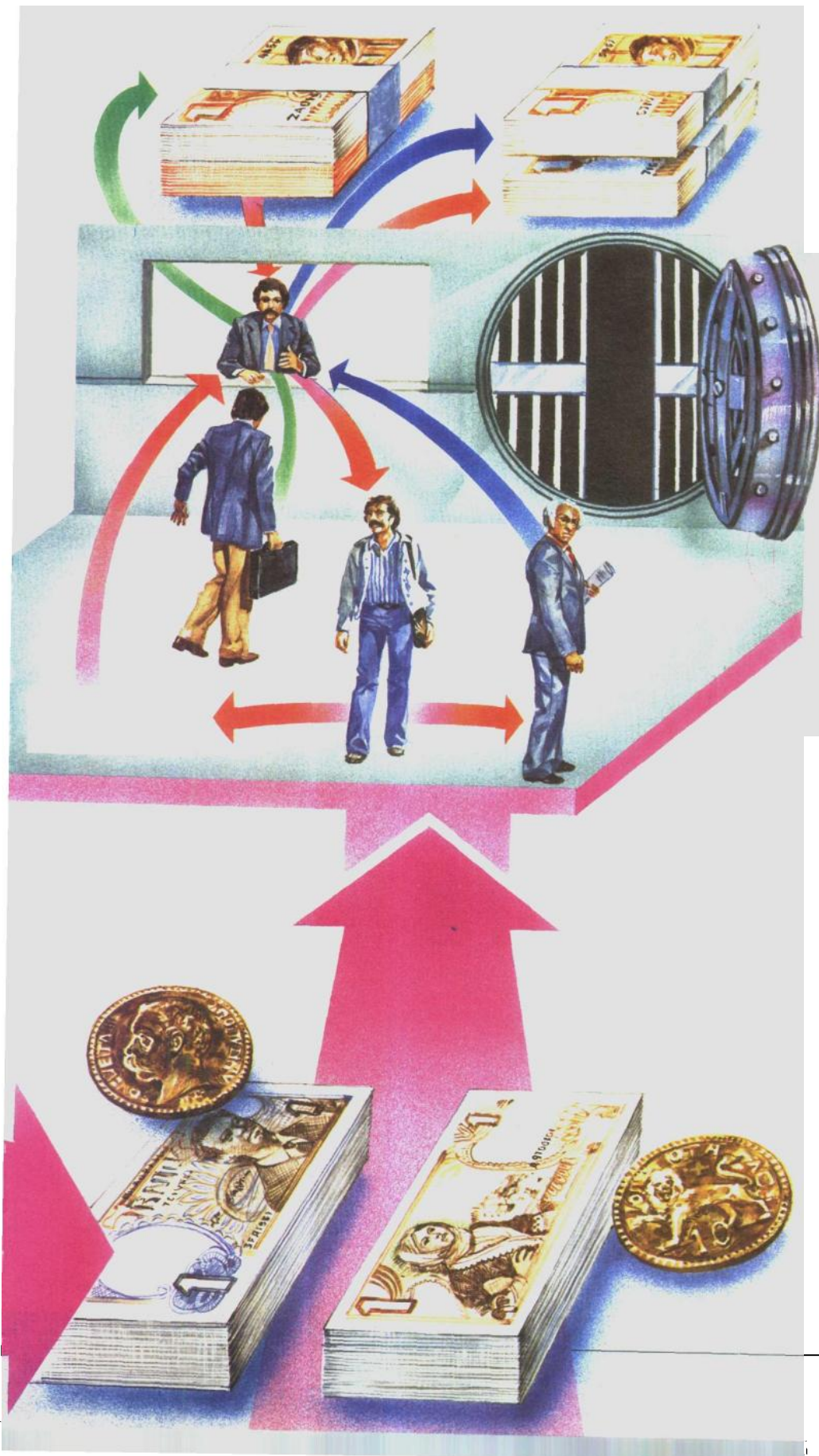
通常我們並不會考慮所接受的貨幣是否可轉換成黃金。我們之所以接受貨幣，是因為可以用它來交換一些有用的東西。因此貨幣的價值可以反映貨物的價值，也可以反映各類服務工作的價值。

貨幣最為人熟知的功能就是交易的媒介。付出貨幣便可獲得所需物品和服務，甚至履行償債。貨幣也可以作為計算單位，幫助我們記賬、計算花費，也可以計算與貨幣基準相比較的相對價額。貨幣另外一項重要功能，即是它有數十種表現方式，隨便舉幾個例子來說，如貨品標價、租金、薪水、保險費率和稅金等都是。

貨幣是一種唯一可完全流動的資產，即立即有效的資產。現金可以在任何時間使用，所以它是一種有立即購物能力的有效資產。一般人將他們的財產或金錢存入銀行以賺取利息，這種利息是銀行運用該筆基金而付給當事人的一種報酬。

一個國家現有貨幣數量的增加，並不表示這個國家有額外的財富。貨幣流通的數量愈多，會導致貨物價格與服務價格的提高，這就是所謂的通貨膨脹。

作為財產媒介體的通常是一小塊金屬，且多為稀有金屬，例如黃金等。這些金屬塊漸漸演變成我們沿用至今的硬幣，為了使用方便，並且使這些金屬能作其他用途，今日紙幣已逐漸代替金屬硬幣。



軟體動物 Mollusk

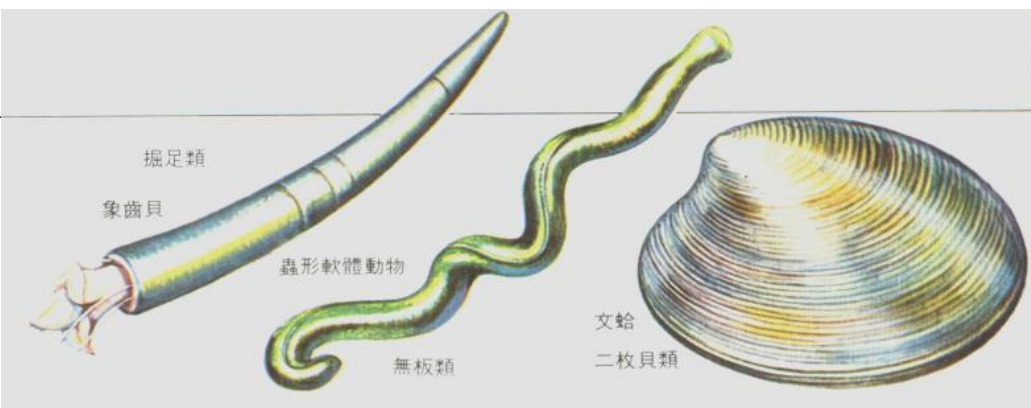
西元 1952 年，在太平洋的海底挖掘出一種小型的單板類軟體動物，稱為新毛貝 (*Neopilina*)，這是軟體動物門中最古老的現生動物。軟體動物的種類很多，較為人熟悉的有：文蛤 (clam)、貽貝、蝸牛 (snail)、蛞蝓 (slug)、海扇貝、鮑魚 (九孔)、烏賊 (squid)、牡蠣 (oyster)、章魚 (octopus) 和海螺等等。事實上，目前約有八萬種不同的軟體動物，牠們的數量僅次於昆蟲和脊椎動物，其種類複雜而多變化。

從化石中得知，軟體動物約在距今六億年前出現於地球，目前，牠們分佈於全世界各地，是所有動物中，適應能力最佳的動物羣。在深海中、淺灘、高山、平地、淡水性的河川或湍流中，乃至小池塘內，我們都可以發現軟體動物的蹤跡。

相似的軀體形式

雖然當我們初次發現章魚和文蛤時，可能會認為牠們兩者並沒有共同的特性，但事實上，牠們都具有軟體動物的共同特徵：擁有柔軟的軀體，以及沒有內骨骼系統。

大多數的動物都有一個頭部，頭上有觸手和眼睛 (但二枚貝類的眼睛，經演化而



消失了)，還有一條帶狀的齒舌、純由肌肉組成的肉足、分泌黏液的光滑皮膚，以及能分泌外殼物質的外套膜。軟體動物的外殼是由碳酸鈣的物質所構成，具有保護動物體的功能。在某些種類中，例如烏賊、蛞蝓和章魚等，殼變得很小，同時也轉移到被外套膜所包圍。

分類系統

現存的軟體動物門可以分為七個綱，各綱的區分完全由其基本特徵，就可區分出來。蝸牛和蛞蝓屬於腹足綱 (Gastropoda)，這些動物有一枚螺旋狀的外殼，一個頭部，足部位於腹部的下方，腹部的體積是動物體的四分之三。文蛤和牡蠣屬於

二枚貝綱 (Bivalvia)，牠們的足部縮小，呈小薄片狀，可做為錨用。體型最大的二枚貝類是巨蛤，出現在太平洋的珊瑚礁內，殼長可達 1.2 公尺，某些東印度羣島的人，利用巨蛤的外殼作為嬰兒的搖籃。

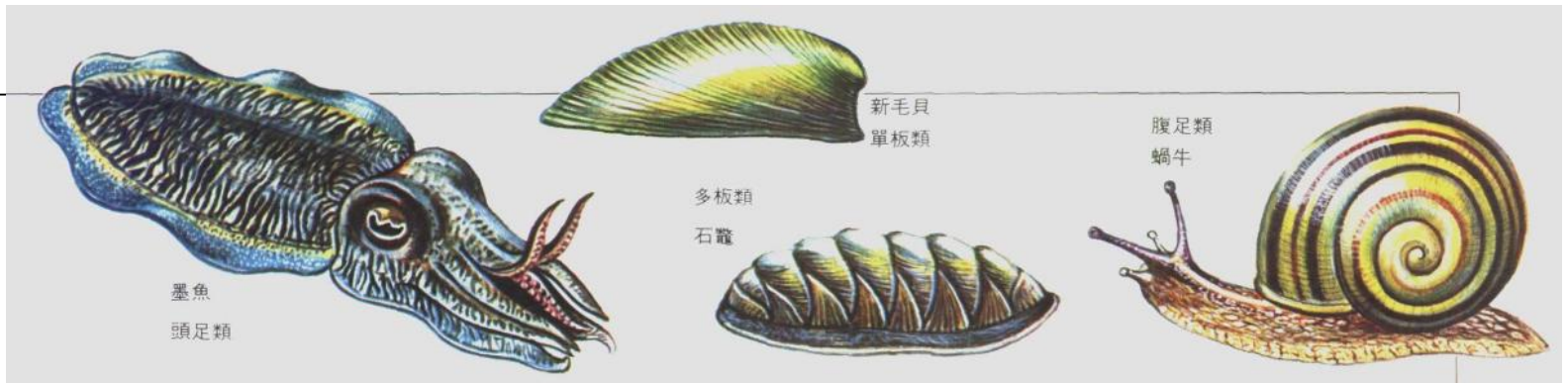
頭足綱 (Cephalopoda) 的動物，是軟體動物中構造最精巧且活動力最強的一綱，有一明顯的頭部和足部，章魚和烏賊是代表動物。另外四個小綱包括前述之單板綱，代表動物是新毛貝；這是本綱唯一的成員，一度曾被視為已經絕種。

軟體動物以各種物質為食，如藻類、浮游生物、海草，乃至於動物性的魚類、蚯蚓和其他軟體動物等等。某些種類是肉食性，只吃肉類；而其他的種類只吃植物，

下：常見的海洋性軟體動物 (圖中的大小並不依比例而縮小)，包括：(1)胎貝；(2)蟲形蝸牛；(3)虎瑪瑠貝；(4)橐貽貝；(5)歐洲海兔；(6)象齒貝；(7)法螺；(8)海扇貝；(9)海蛞蝓；(10)刺刀貝；(11)蟲

形軟體動物，纏捲在藻類上面；(12)章魚；(13)囊舌蟲；(14)石蠶；(15)筆貝；(16)面鬚貝；(17)海蝸牛；(18)紙鸚鵡螺；(19)鸚鵡螺；(20)墨魚；(21)真烏賊；(22)大烏賊；(23)吸血烏賊。





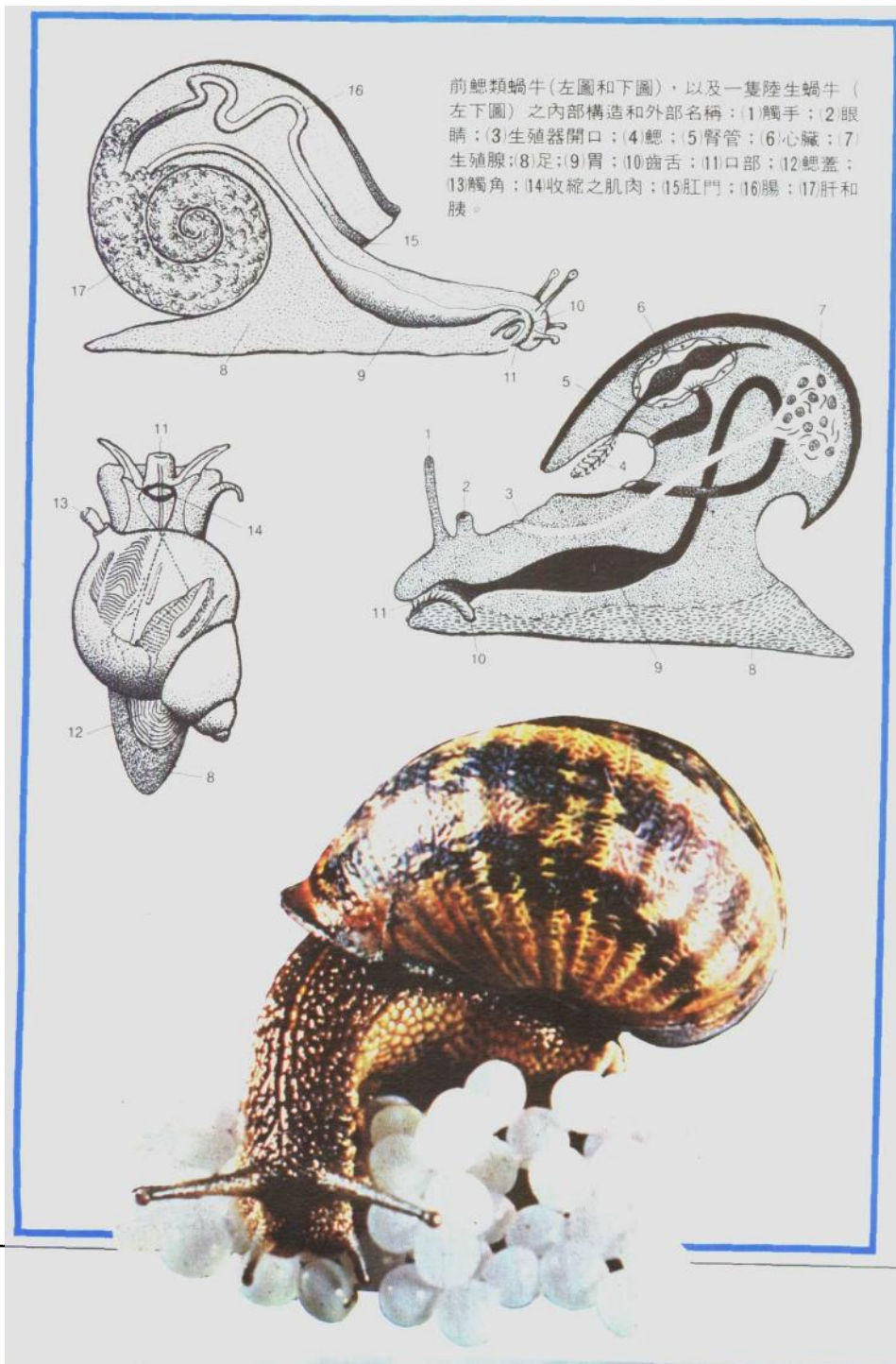
上：這是軟體動物七個綱中之代表動物。掘足綱的動物常被稱為象齒貝，因為牠們外形呈尖頭狀，無板綱是完全沒有外殼的動物，二枚綱、頭足綱及腹足綱是軟體動物門中最大的三綱，其中頭足綱也沒有外殼，但鸚鵡螺是個例外；單板綱中唯一的成員是新毛貝；多板綱 (*Polyplacophora*)

即石蠶，擁有一個由八片骨板重疊而成的外殼；腹足綱的成員包括蝸牛和蛞蝓，包括陸生型和水生型兩大類。

為草食性動物。

軟體動物的器官和哺乳類動物頗為相似，牠們有一個呼吸系統(某些種類利用皮膚呼吸，其他的種類則用肺或鰓呼吸)，一個心臟，一套肌肉系統，一個具有齒舌的口部、消化系統、胃、腎、肛門、感覺器官、神經系統，及生殖系統。

每一種類的軟體動物，並不都具有上述的所有器官，需視各種動物的演化而定。譬如最簡單的軟體動物，將牠們的精子和卵排入水中，在此進行受精作用，並發育成體。而其他的種類，譬如章魚，則演化出雄性和雌性的生殖器官，並以體內受精的方式，進行生殖作用。



前鰓類蝸牛(左圖和下圖)，以及一隻陸生蝸牛(左下圖)之內部構造和外部名稱：(1)觸手；(2)眼睛；(3)生殖器開口；(4)鰓；(5)腎管；(6)心臟；(7)生殖腺；(8)足；(9)胃；(10)齒舌；(11)口部；(12)總蓋；(13)觸角；(14)收縮之肌肉；(15)肛門；(16)腸；(17)肝和胰。

和人類的關係

動物若有某些特性和人類相似，對我們而言將是非常有利的；譬如，大黑海蛞蝓以及章魚與烏賊，因為在實驗室中被用於研究神經系統，因此發現人類有關學習和記憶方面更多的知識。

除了利用於科學方面的研究外，在經濟方面，軟體動物對於人類也有很重要的貢獻。文蛤、海扇貝和牡蠣等含高蛋白質的軟體動物，可以帶給漁民很高的經濟收入，也是人類食物來源之一。烏賊、章魚和蝸牛在許多國度裏，都是一道精緻的佳餚。

貝殼也是一種裝飾物，可以做鈕釦或珠寶首飾等，在較原始的文化國度裏，更可做為通用的貨幣。珍珠是一種高品質的珠寶，是由某些種類的軟體動物(尤其是牡蠣)所產生。

左：這是一種學名稱為 *cryptomphalus aspersus* 的蝸牛產卵情形。大多數的蝸牛進行有性生殖，許多種類更必須經過交配，其他的種類則將卵和精子排入水中，在此精子和卵結合，完成受精過程。雖然，大多數的海洋性蝸牛為雌雄異體，但陸生的蝸牛，則為雌雄同體。

酚 Phenol

西元 1861~1865 年，在格拉司哥皇家醫院(Glasgow Royal Infirmary)約有半數動截肢手術的患者死於手術後感染。主任外科醫生約瑟夫·李斯特(Joseph Lister)和其他外科醫生均為這樣嚴重的感染問題所困擾。因此李斯特便開始進行研究，想要找出真正的原因。當他聽到法國化學家巴斯德(Louis Pasteur)的先驅工作後便推想：傷口是由於微生物入侵後才感染的。他知道有一種稱為石炭酸(carbolic acid)的化學藥品可用來消毒縫合傷口的用具，且可殺菌。於是他便做了一項革命性的改革，就是在傷口上塗抹稀釋的石炭酸溶液，因此便發明了消毒劑(antiseptics)。

西元 1834 年，首先由煤焦油中得到石炭酸，奠定了現代外科手術的基礎，手術後死亡的人數也急遽降低。手術室若沒有石炭酸，就像沒有手術刀一樣不可思議。石炭酸(有時稱為酚酸)已挽救了無數的生命。

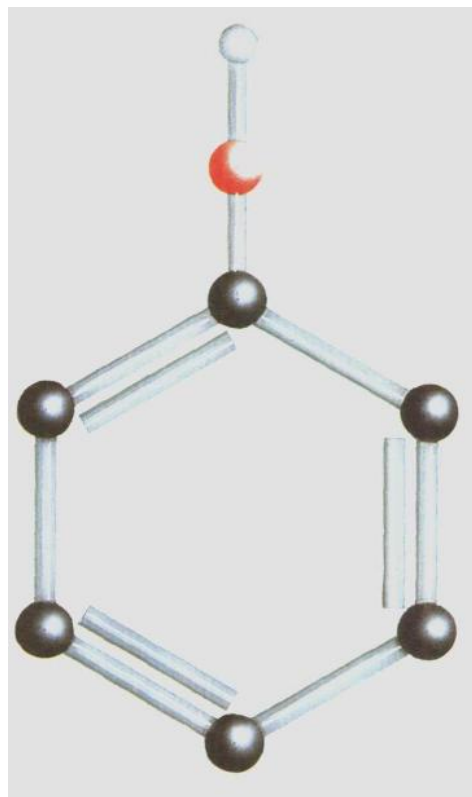
應用性增加

石炭酸現稱為酚，此名與其衍生物共用。高濃度的酚酸度可灼傷皮膚。

酚的衍生物與酚一樣皆可殺死微生物。不只殺菌，10~15 克的純酚足可致人於死。長時期暴露在十萬分之一的含酚空氣中也會導致死亡。因此，外科醫生於十九世紀末便改用他種消毒劑了。

西元 1909 年，美國化學家李爾·拜科蘭(Leo Baekeland)宣佈他發現一種聚合物——電木(Bakelite)。電木為第一種人造的聚合物，是酚和甲醛(一種用來保存

下：酚分子為六角形六碳苯環，為德國化學家佛萊德克·卡庫爾首先提出。簡單的酚分子畫在此頁的下端。它們包括三種單氫氧基衍生物：苯、萘及蒽，均具有不同的環構造，每一個分子皆標示碳原子數字，以表示氫氧基的取代位置。



實驗室標本的化學藥品)的混合物。聚合物是一種很重要的化合物，包括橡皮、絲、纖維素和各式塑膠等。拜科蘭的電木開創了聚合物和膠樹脂爆炸性的發展，也開啓了塑膠的時代。酚—甲醛樹脂(phenol-formaldehyde resin)具有價廉、强度高和抗老化的優點，使它成為工業上不可或缺的物质，如今則多用作絕緣體、黏劑和可塑性塑膠。

結構

若不了解酚及其衍生物的化學結構，酚就不可能在工業上如此廣泛的被應用。酚的化學式為 C_6H_5OH ，其分子結構包含一六角碳環的苯環分子及五個分別接在五個角上的氫，在第六個角上則接有氫氧基(羥基)。物理化學家所畫出的酚分子如下：



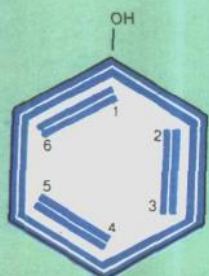
(環形代表六個碳原子所構成的六角形)。

酚的衍生物如萘酚、甲酚和經酚等，是由於羥基或甲基取代苯環上的一個或多個氫，或者連接更多的苯環而形成的。

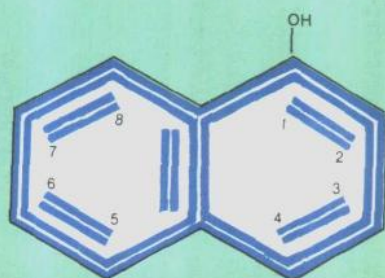
羥基的氫原子很容易斷裂，致使苯氧基離子易與其他物質結合(酚失去一個氫原子便具有酸性)。因酚具此性質與簡單的結構，故能很容易進行化學反應，變成其他物質。

生產

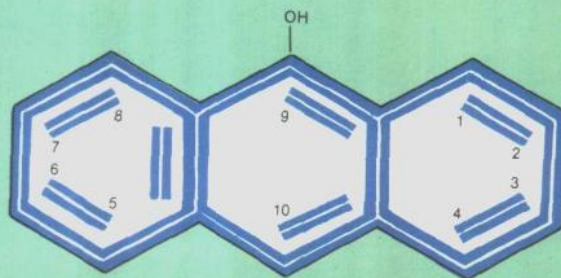
酚類是許多家庭和工廠產品的起始物，



酚



α-萘酚



蒽酚

產品包括尼龍、清潔劑、塑膠製品、抗氧化劑、防腐劑(如 BHT)、油脂添加物、聚脲樹脂、阿斯匹靈、染料、木材保存劑、除草劑、藥物和汽油添加物。每年所生產 70 萬公斤的酚，大多是以化學合成

製成的，但自然界也有一些酚類，如麝香草酚來自麝香草油。雖然酚是因具健康上的功用而知名，但自然界中最普遍的酚却是兒茶酚(catechol)，為自毒長春藤和毒橡樹所提煉的刺激性毒物。

部分酚類之

性質和應用

正式名稱	俗名	結構式	熔點(°C)	沸點(°C)	應用
酚	酚	OH			藥、染料
2-甲酚	鄰-甲酚	OH CH ₃	41	182	藥、染料
3-甲酚	間-甲酚	OH CH ₃	31	191	藥、染料
4-甲酚	對-甲酚	OH CH ₃	12	202	藥、染料
3-甲基 6-異丙基酚	麝香草酚	OH CH ₃ CH ₃ -CH-CH ₃	35	202	香料、藥、化粧品
2-羥酚	鄰-羥酚	OH OH	51	232	攝影、染料、藥
3-羥酚	雷鎖辛酚	OH OH	105	245	藥、染料
4-羥酚	二氫醌	OH OH	110	分解	攝影、抗氧化劑
1-羥萘	α-萘酚	OH	170	分解	染料、藥
2-羥萘	β-萘酚	OH	96	288 (昇華)	染料
9-羥蒽	蒽酚	OH	123	295	染料
			160	分解	顏料

右：以異丙基苯生產酚之工廠，異丙基苯由丙烯和苯反應而得。它經過純化塔和一個氧化過程，而產生異丙基苯過氧化氫。經過酸處理斷裂此分子成丙酮和酚，將此混合物蒸餾去除丙酮而得到純化的酚。



鈾 Thorium

鈾發現於西元 1828 年，具銀白色的金屬光澤。在純物質狀態下，金屬光澤消褪得非常慢。將鈾元素磨成粉末後加熱，會劇烈燃燒產生強烈的白色火光。基於這個原因，鈾可用作手提式氣燈的燈罩。此白熾的燈罩是一種經過化學方法處理的織物纖維，當其被氣體火焰所點燃時，鈾原子會與空氣中的氧原子發生化學反應產生強光。化學反應僅是原子鍵結間發生改變，但是在核反應時，却是原子本身的結構發生變化。事實上，鈾主要的潛力是可能成為核燃料的來源。

原子結構與輻射性

鈾原子與所有的原子相同，含有極輕且帶負電荷的電子，這些帶負電荷的電子圍繞著中心的原子核。在原子核中含有帶正電粒子——質子，和不帶電粒子——中子。每種元素的任一原子均具有相同的原子序，這是指核中具有相同個數的質子，但不一定含有相同數目的中子。原子的質量數是原子核中所含質子和中子數的總和。所有鈾原子的原子序均為 90，但其質量數可自 223 至 234；而其中大多數原子的質量數為 232。同種元素具有不同質量數的原子，稱為此元素的同位素(isotope)。

所有鈾原子的同位素均具輻射性，而且並不穩定，會一直不斷產生自發性分裂，而放射出一種或許多不同的粒子。放射性元素衰變成其他元素時，該元素的原子核

數目減至原來數目之一半所需的時間稱為半衰期(half-life)。鈾 232(^{232}Th ，指鈾的同位素，其質量數為 232)的半衰期非常長，將近 140 億年，約為地球壽命的三倍。大部分鈾同位素的半衰期却極短(例如鈾 223 的半衰期僅 1 秒)，會很快的衰變轉換成另一種元素。

鈾系

當鈾 232 發生衰變時，會釋出一個 α 粒子， α 粒子包含二個質子和二個中子。由於一個 α 粒子釋出，使得鈾 232 的原子序減 2，質量數減 4，而轉變成釷的同位素。此釷的同位素亦具輻射性，能迅速衰變又轉換成另一種輻射性元素。這程序不斷進行，直至變成穩定不具輻射性的鉛為止。

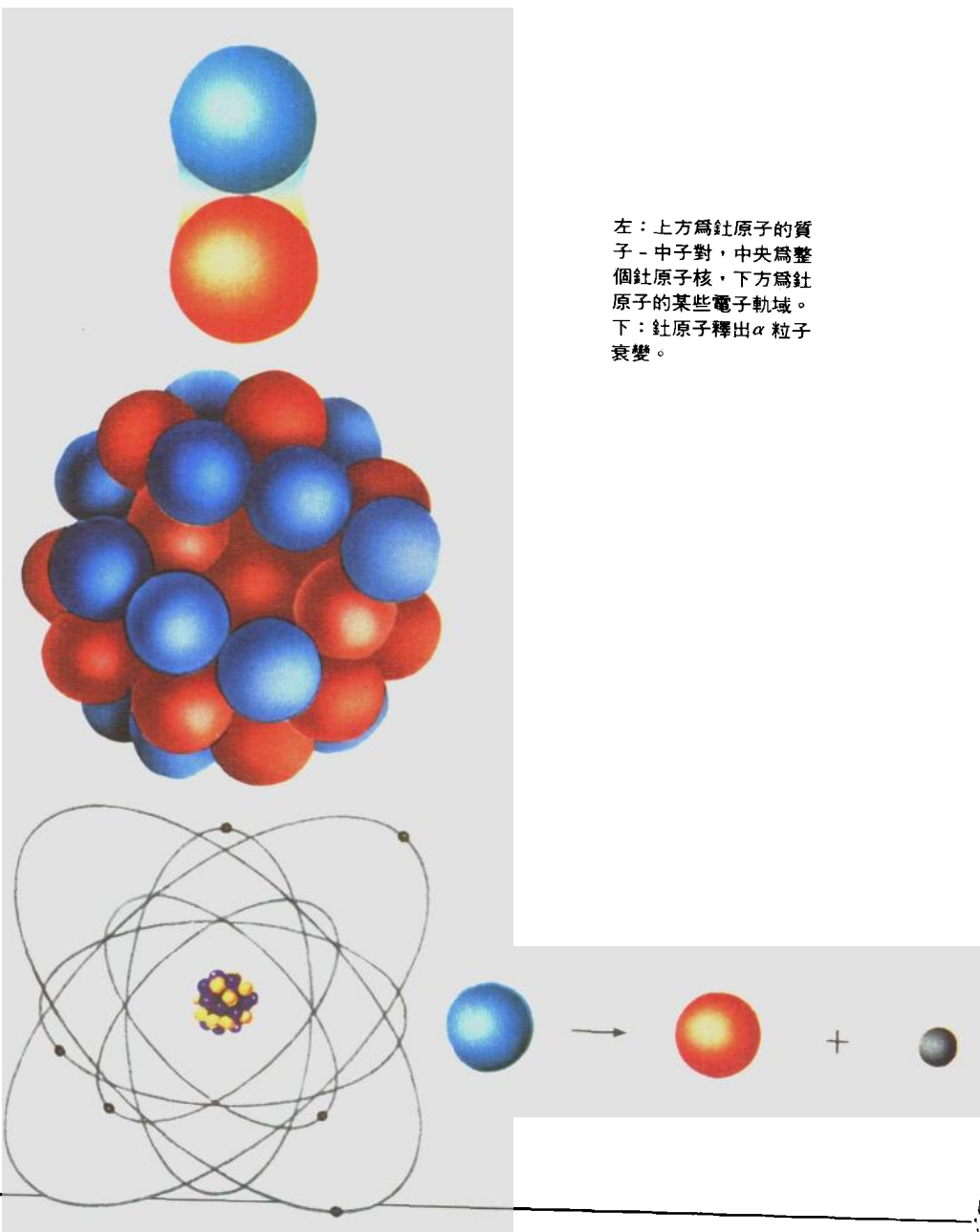
的鉛為止。

這一系列的輻射同位素經此方法產生，稱為鈾系。鈾是自然界三種自發放射性元素之一，能將自己轉換成另一種元素，直到最後形成穩定的元素。在鈾衰變系列中，所有元素的半衰期都很短，要不是鈾 232，自然界就不會有這些半衰期短的鈾衰變系列元素了，就是因為鈾半衰期極長，所以還會在千百萬年內不斷製造這些鈾系列元素，其他比鈾 232 半衰期短的鈾同位素也存在，它們是由自然界中三種輻射衰變系列製造出來的，然而都會迅速消失而轉換成該系中的另一種元素。

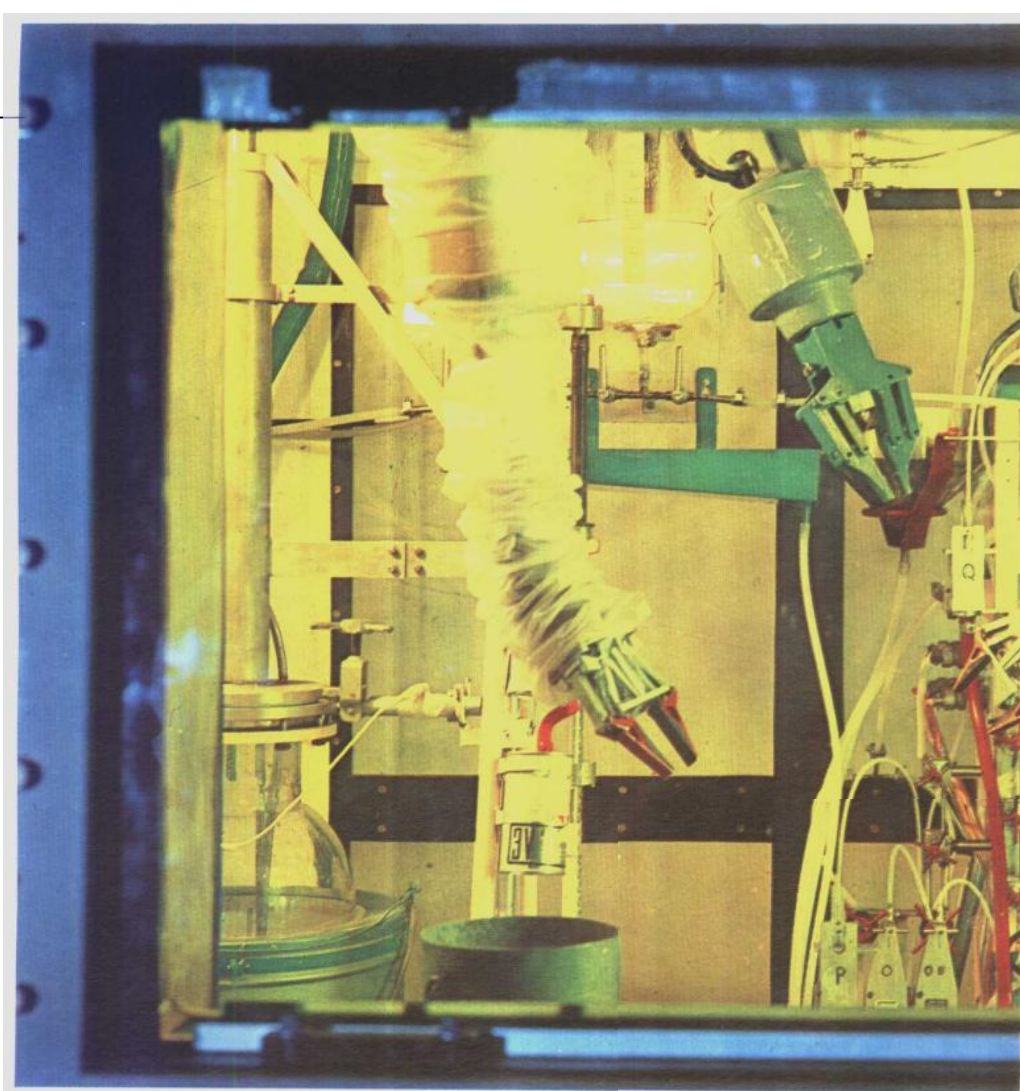
鈾分裂

有些放射性同位素會產生分裂，換言

名稱	鈾
符號	Th
語源	來自德語Thor之意。
原子序	90
原子量	232.038
自然狀態	存在於獨居石、矽酸鈾礦和方鈾石礦中。
發現者	J.J. Berzelius(1820)
製造方法	用硫酸將礦砂浸漬且純化之。
熔點	約1,700°C
沸點	約4,000°C
比重	11.7
特性和用途	是屬於錒系元素之一員，是主要發展中的核燃料。與鎂製成合金，可用於製造引擎和飛機之機身。



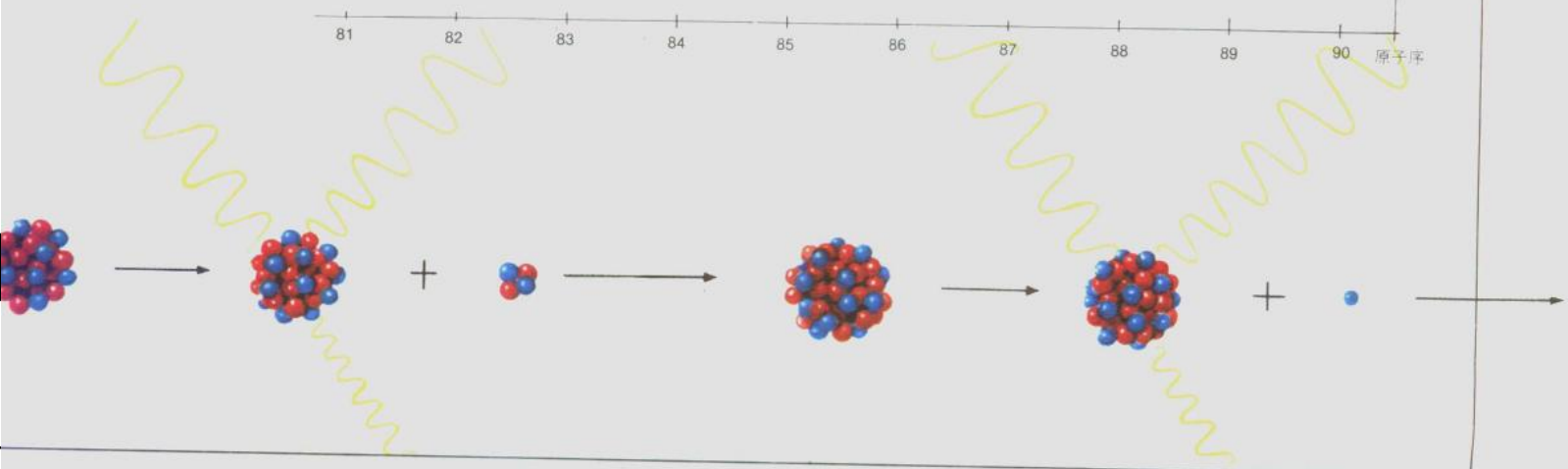
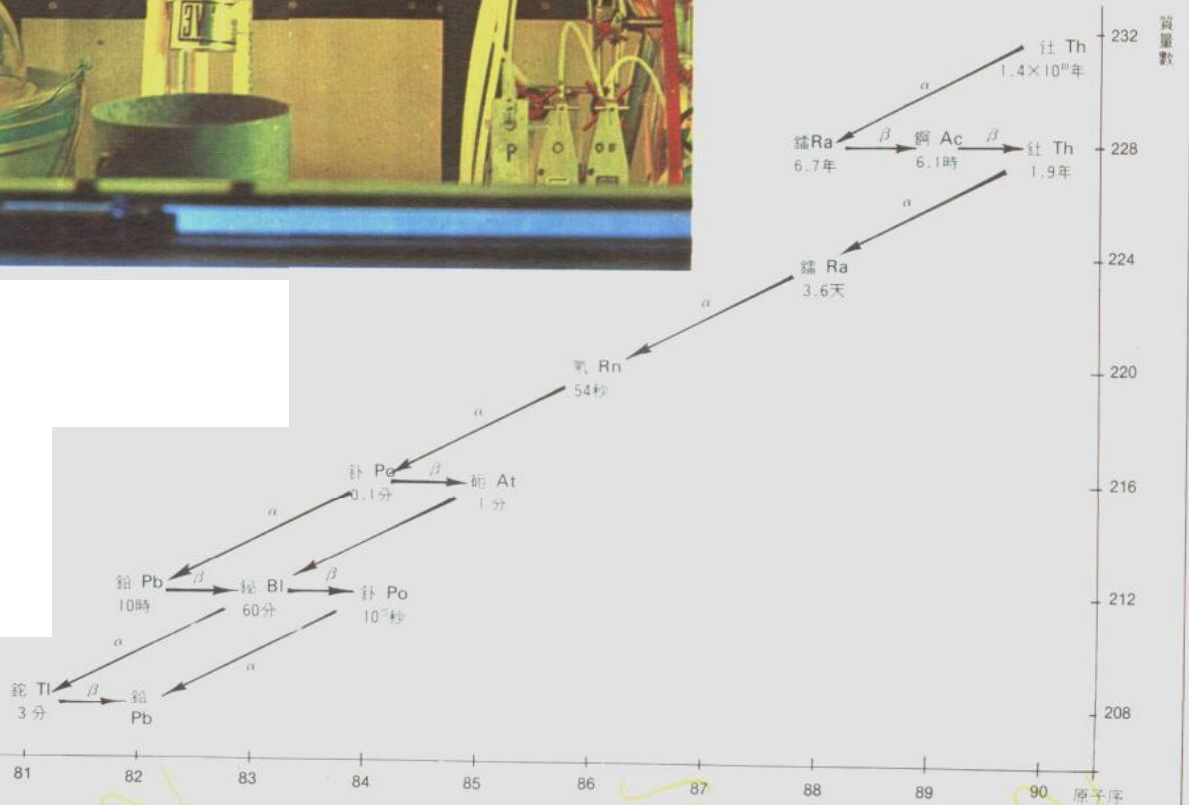
左：上方為鈾原子的質子-中子對，中央為整個鈾原子核，下方為鈾原子的某些電子軌域。下：鈾原子釋出 α 粒子衰變。



之，這些同位素分裂成二個大小幾乎相等的原子核，而不是放射出一羣較小(如 α 射線)的粒子。分裂發生時可以釋出大量的能量，如果小心控制，這些可以分裂的同位素便是很好的能源，用於核能發電廠屬和平用途，若用於原子彈，則具毀滅性。

鈾 235(^{235}U)和鈾 239(^{239}Pu)是常用的二種可分裂核燃料，另一種燃料是鈾 233(^{233}U)。而鈾 232 所以能當作能源，是由於在特殊設計的核子反應器或稱為滋生反應器(breeder reactor)中，它可被轉換成鈾 233。雖然鈾和鈾是最常用的原子能源，但是鈾在地球中的含量約為鈾的三倍，因此，將鈾原子當作核燃料的來源勢必引起更多的注意。

上：機械手臂在密閉環境中，操作放射性鈾原子。
右：此圖顯示鈾 232 衰變的循環直至鉛 208，一整個衰變循環需時為 14,000 百萬年。



鈮·鉍·鉭 Vanadium, Niobium, and Tantalum

西元 1801 年，西班牙礦物學家里奧 (Andrés Manuel del Río) 自認已發現一種新元素。但是一位法國化學家告訴他，其所發現的僅是鉻的不純物。然而鉻元素在四年前已被另一法國人發現是一銀白色的金屬。因此里奧接受法國化學家的評斷，放棄要求專利之權。

名稱	鉍
符號	Ta
語源	來自神話中的人物——丹達羅斯。
原子序	73
原子量	180.948
自然狀態	存於鉍鐵礦、燒綠石雜鉍鉭、鉍鐵礦中。一般都與鉍共同混合存在。
發現者	A. G. Ekberg (1802)
製造	礦砂與苛性鈉融解，再經酸化和連續的分段結晶而得。
沸點	5,425°C
熔點	2,996°C
比重	16.6
特性和用途	不具化學活性金屬。用於特殊用化學儀器，如冷凝器和熱交換器。

往後的一百年間，人們對於鈮、鉍、鉭元素一直只停留在好奇階段，此乃因自然界尚無發現其純元素之存在，況且此三種元素很難自礦砂中分離。因此直到西元 1950 年發展出的採礦方式可製得此三種元素之後，才開始研究有關它們的各種性質及其用於工程材料的潛力。

過渡元素和鈮族

鈮、鉍、鉭是過渡元素的一族。過渡元素是週期表上特定位置的一些元素，而週期表是俄國科學家門德列夫 (Dmitri Mendeleev) 所建立的系統——按照元素的原子構造，將元素排列在各行與各列上。過渡元素位在週期表大約中央的位置，佔有 10 列。此三種金屬的共同特色為：均具有金屬光澤，為熱和電子的優良導體，熔點與沸點極高。

名稱	鈮
符號	V
語源	來自德語的女神名——Vanadis。
原子序	23
原子量	50.942
自然狀態	在褐鉛礦、鈮鉍鈾礦和綠硫鈮礦中。或其他含有鐵、鉍、鉻的礦砂中。
發現者	N. G. Sefström (1830)
製造	加熱鈮鉍鈾礦，在溶液中與苛性鈉混合來分離氧化物，再以鈣鎂燒反應來萃取即可得。
沸點	3,000°C
熔點	1,890°C
比重	5.96
特性和用途	延展性金屬。用於製造催化劑、紫外線濾光器、玻璃和不銹鋼合金。鈮化合物用於陶瓷製造業。

事實上，里奧所發現的是一種新元素。西元 1830 年瑞典的化學家塞佛斯特倫 (Nils Gabriel Sefström) 再次發現此元素是從礦砂殘留物中分離出來的，其化合物溶於水中時會呈現一系列的顏色。塞佛斯特倫將此元素依代表美麗與年輕的斯堪的那維亞的女神 Vanadis 來命名。

此時，另二種相關的姊妹元素——鉍、鉭，亦分別在西元 1801 年和 1802 年被發現。鉍與鉭有很多相同點，性質與鈮元素類似。這三種元素在化學上屬於同族元素。

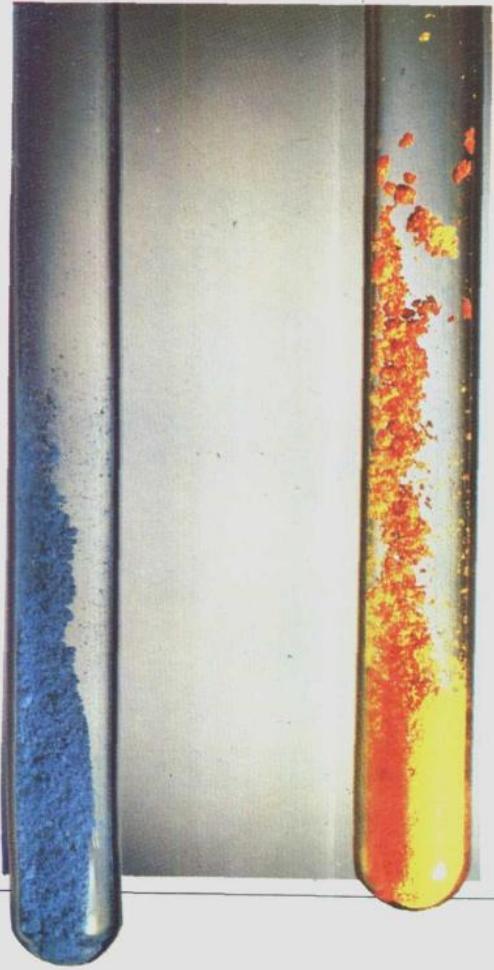
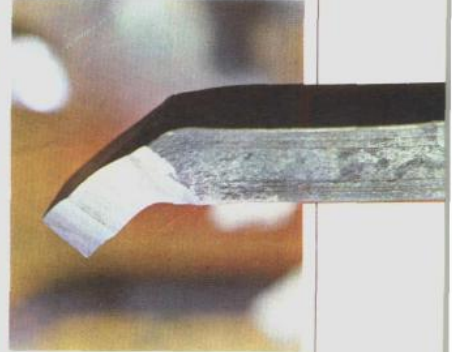
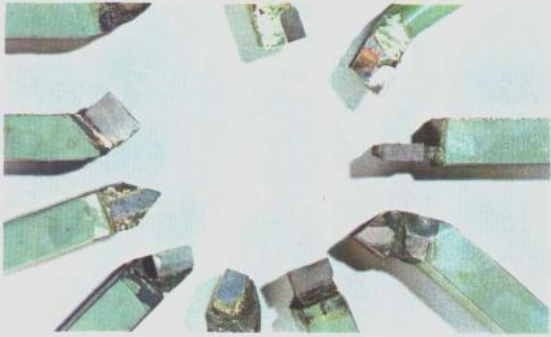
右中：左為黑稀金礦中含有鉍和鉭。右為燒綠石礦砂中含有鉍化鈣和鉍氟化物。右：分別是由鉍合金所製之特殊用耐用性工具(左方)。由鉍合金所製之特殊用耐用性工具(中、右)。



左：褐鉛礦，是鈮最主要的來源。
上：鐵鈮齊。
右：在試管中的硫酸亞鈮(黃色)，在試管中的硫酸鈮(藍色)。

名稱	鉍
符號	Nb
語源	來自神名——尼奧比，為丹達羅斯之女。
原子序	41
原子量	92.906
自然狀態	存在於鉍鐵礦和燒綠石雜鉍鐵礦中。
發現者	C. Hatchett (1801)
製造	氧化物經鉛鎂燒反應後得之。
沸點	4,927°C
熔點	2,468°C
比重	8.6
特性和用途	用於製造特殊不銹鋼合金。





鈮、鉭、鉭均屬於過渡元素中之鈮族元素。鈮族元素在週期表上左起第五列。鈮是此列元素的第一位，之後為鉭，最後為鉭。

產物及其使用

前述的法國化學家將鈮元素判斷錯誤實在無可厚非。因為鈮與鉻確實極為相似，鈮和鉻在週期表上緊鄰著(鈮在鉻的右方)。鉻在形成化合物時具有美麗的色彩，而它本身又有金屬光澤(鉻元素名稱源於希臘文「色彩」之意)。鈮像鉻一樣在常溫下不易腐蝕，且具化學活性，在自然界中未曾發現過它以元素態存在。此元素可自數種重要的礦砂中得到，諸如褐鉛礦、鈮鉀鈾礦、綠硫鈮礦等。鈮是鈮族三個元素中最重要的。一個。

鉭和鉭兩者極為相似，致使科學家困惑了一段很長的時間。因為兩者在自然界的

礦石中是一起被發現的，如鉭鐵礦和鉭鐵礦。

鈮的化合物用於染料、陶器製造和玻璃。然而，今日大多數所生產的鈮都用於製造稱為鐵鈮齊(ferrovanadium)的合金，其傳統的組成為鈮 85%，碳 12%，鐵 2%。鐵鈮齊並非最終產物，此合金是在鈮不銹鋼中當作鈮成分來使用。傳統上，鈮不銹鋼僅含 1% 的鈮，即足以增強不銹鋼的強度、硬度與耐熱性。許多不銹鋼工具在加熱使用中仍需維持硬度時，即可在不銹鋼中加入 0.1~5% 的鈮。因為鈮對於輻射能具有很高的抗退化性，有時亦將鈮用於核子反應爐中。

鉭和鉭皆可用於製造高強度切割工具之不銹鋼，鉭亦可用來製造醫學和化學儀器。

鈮在某些動物的飲食佔有重要地位，諸如雞、鼠、海鞘等，但在人體則不然。

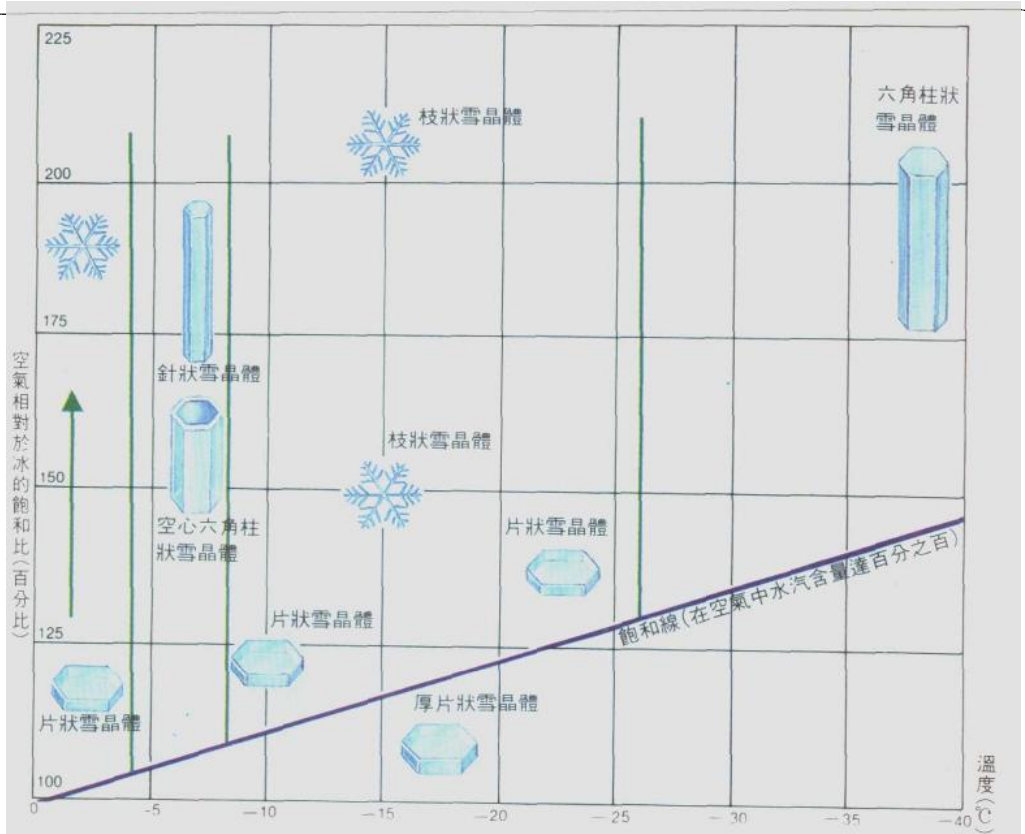
雪 Snow

在詩人的眼中，雪是詩情畫意、變化萬千的，他們認為雪的形狀不相同，千奇百態；氣象學家則進一步從雪的特有結構來加以分類。雪是一種固體的冰狀結晶，它可在空氣中形成，並停留在空氣中，也可以懸浮在雲層中或降落到地面上來。在持久的低溫下大量的積雪，宛如將大地覆蓋上銀白色的外衣，有時持續好幾個月；在極地區域，更經常形成有名的冰帽(ice cap)。

雪的形成和變化

一片雪花大約是由 100 個冰晶所組成，冰晶的結構是非常對稱，一般在兩種狀況下形成，一種是大氣中的水汽在凝結點以下冷卻後，環繞凝結核集合而成，這些凝結核有時是沙或泥土顆粒；集合起來的水汽便有一定的排列下，形成透明的結晶。另一種狀況則是水汽在凝結點以下直接凝固成冰晶。

不論是在哪一種狀況下，冰晶都會形成一種特殊的六角形結構，這是水中氫原子和氧原子的自然組態造成的。冰晶一般可分成七種主要型態，這些型態完全取決於溫度和水汽的含量。從冰晶的型態和大小，我們可以判斷出，孕育這些晶體的雲本身的溫度和濕度條件。針狀雪花是由攝

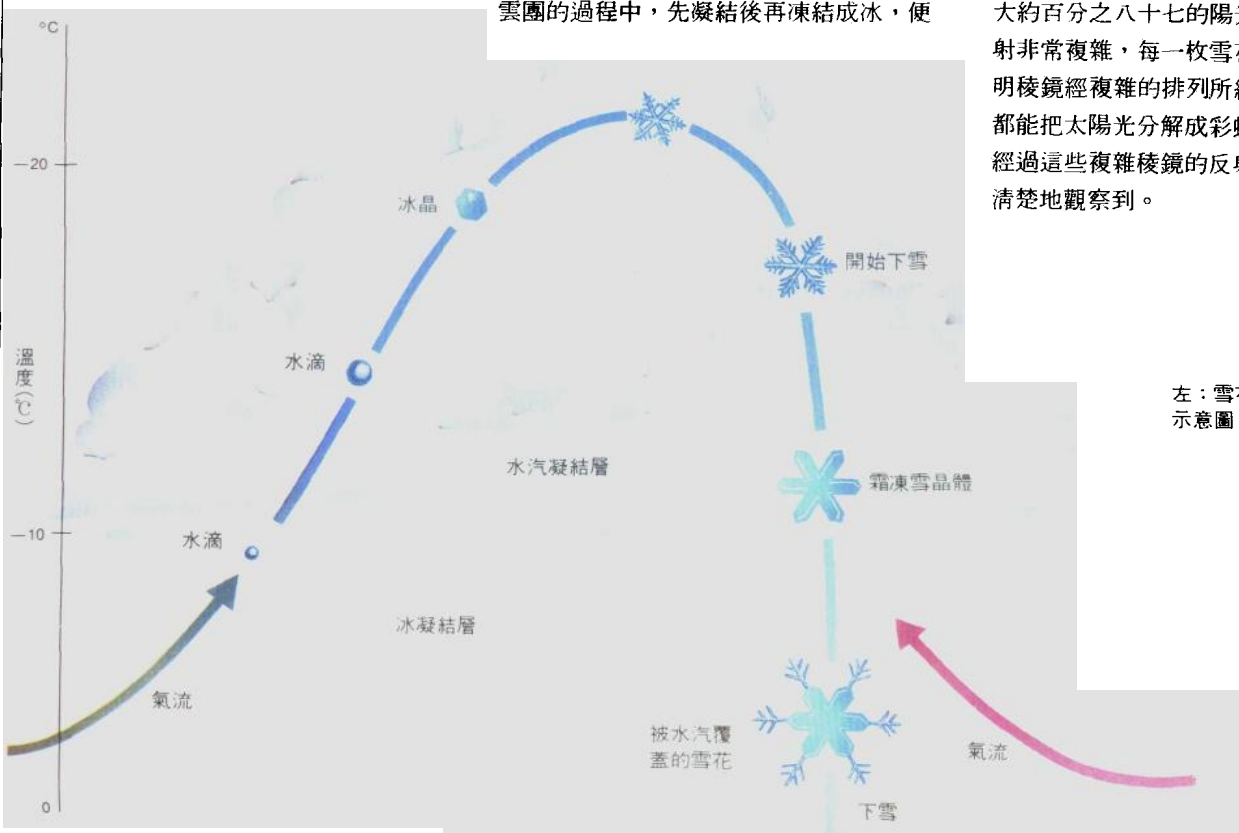


氏零下 3 度到零下 5 度的雲所形成，枝狀雪花或星狀雪花，則是由攝氏零下 12 度到零下 16 度的雲形成的。

除了雪以外，還有其他三種較常見的固體降水型態。在冰晶通過由水滴所組成的雲團的過程中，先凝結後再凍結成冰，便

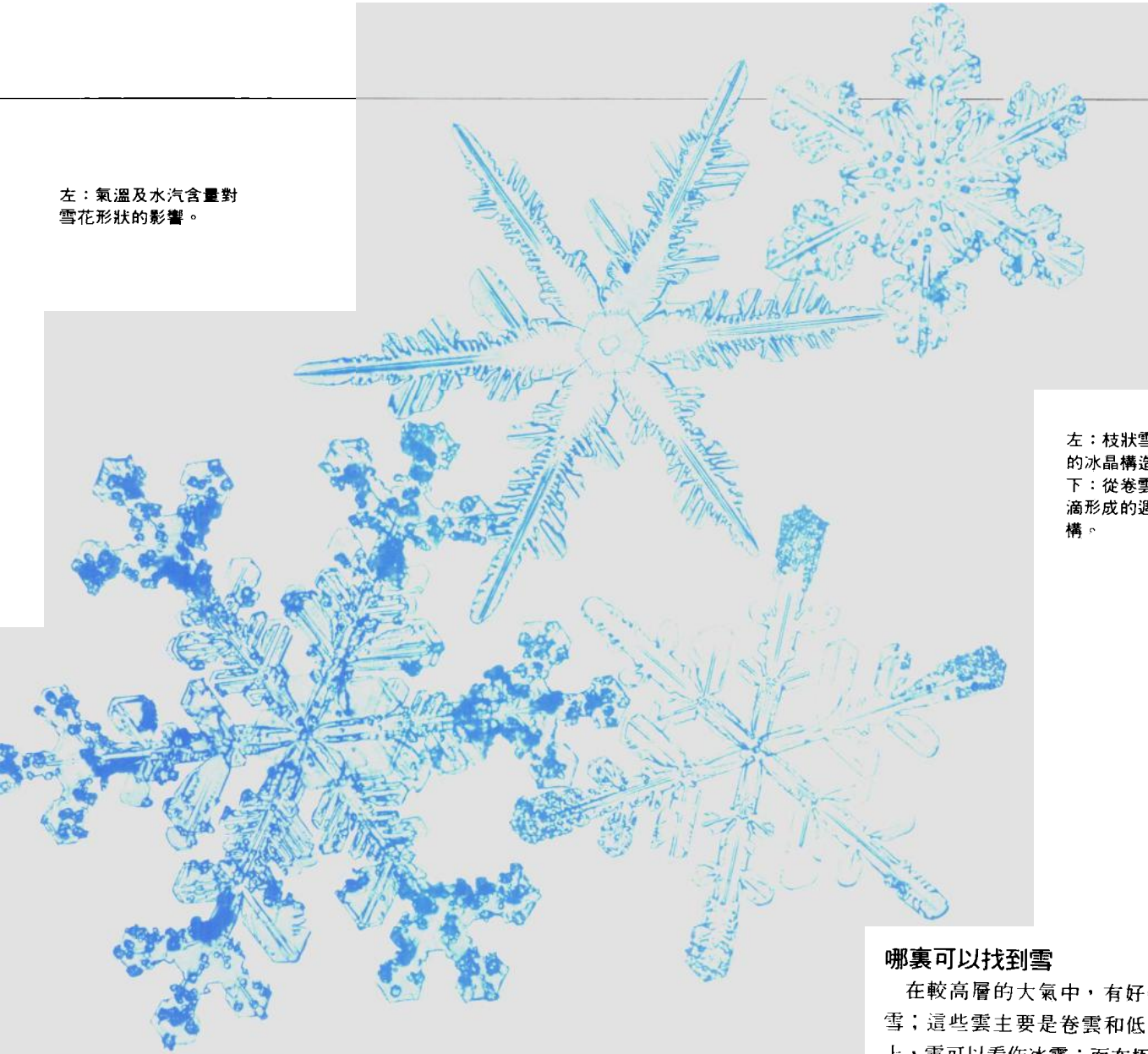
形成了霰(graupel)；而冰珠(sleet)則是凍結的雨或雪花融化後再凍結所形成的；另一種冰雹(hail)，則是一種層狀的冰結晶體。

雪本身是結晶構造，純淨的雪可以反射大約百分之八十七的陽光。雪對光線的反射非常複雜，每一枚雪花就像是許多小透明稜鏡經複雜的排列所組成，每一片稜鏡都能把太陽光分解成彩虹似的七彩顏色，經過這些複雜稜鏡的反射與散射，使人能清楚地觀察到。

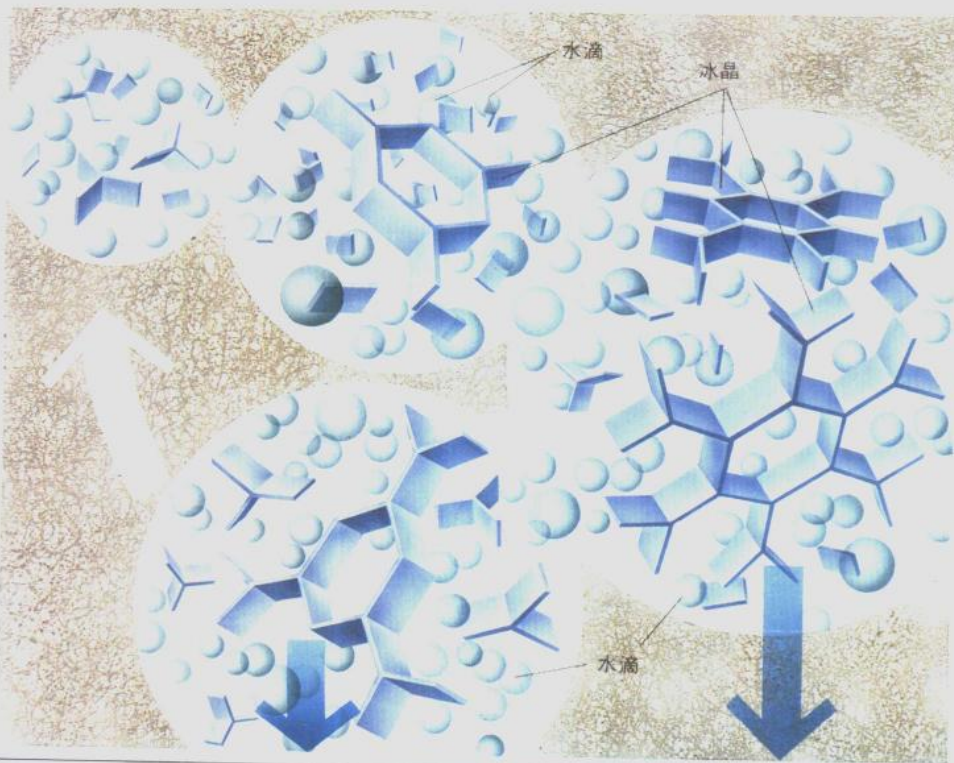


左：雪花的形成和降落示意圖。

左：氣溫及水汽含量對雪花形狀的影響。



左：枝狀雪花變化多端的冰晶構造。
下：從卷雲和高雲中水滴形成的週期性冰晶結構。



哪裏可以找到雪

在較高層的大氣中，有好幾種雲含有雪；這些雲主要是卷雲和低雲；在高山，雲可以看作冰霧；而在極地地區，當暖空氣遇到靠近地面的冷空氣時，形成冰柱和針狀的冰晶並降落到地面，形成特殊的晶塵(diamond dust)。

覆蓋在地面上的雪，只有在低溫狀況下才能長久存在；例如在高山上，由於溫度低，一般積雪都可以保持較長的時間。由於雪所吸收的陽光比土地和海洋所吸收的要少一半以上，又是太陽光的不良導體，所以會失去大部分的熱能而使表面溫度非常低。但如果覆蓋的雪夠厚的話，反而可以保護植物，防止它們受到寒害。

地面上雪的覆蓋厚度和保持時間的長短，取決於許多物理條件，包括降水、風場、氣溫和來自太陽的熱能；而地面上的雪也一直在改變，使它改變的因素有風場、溫度、融化、蒸發和它本身的重量等。世界上許多地方，冬季的降雪是淡水的主要來源，當深厚的積雪在春天融化時，流下山的雪水，便積聚在貯水池或水庫之中，以供需要時使用。

飢餓 Hunger

節食的人往往認為，飢餓純粹只是體內需求能量的一種生理反應，因此總是打算等到真正感到飢餓時才進食。但是，當他們發現竟然一天二十四小時都感覺飢餓而想進食時，便會對飢餓有基本的正確體認：飢餓並不僅是生理上的反應，更是心理上的感覺。飢餓可說是個體攝取養分的神經衝動或驅力，以及由於這些衝動而造成的感覺和不適。

腦部的飢餓中樞

長久以來，科學家便嘗試去了解引起人和動物飢餓的真正原因。西元 1911 年，美國生理學家開農(Walter B. Cannon)發現人感到飢餓時，胃部會有收縮的現象，於是他推測，所謂的飢餓其實就是胃部收縮的感覺。然而，更進一步的研究顯示，即使是作過胃切除手術的病人——他們很顯然不可能再有胃部收縮的經驗——却仍然會有飢餓的感覺。

至今，科學家們相信飢餓是由腦來控制的。腦幹的前突部分我們稱為間腦(diencephalon)，而在間腦的下方有一個稱作丘腦下部(下視丘, hypothalamus)的區域，就是腦內的飢餓中樞。丘腦下部內的腦細胞，因其聚集的位置分成好幾對腦核(腦中樞)，其中內下視丘核是控制飽食的中樞，專司下達停止進食的命令，如果在實驗動物的腦中破壞了這些細胞，此動物會開始不斷地大量進食。相反地，如果外下視丘核遭到破壞，則此動物會拒絕進食，若不強迫餵食，牠便會一直餓下去。由此可見，外下視丘核顯然是進食中樞(腦的其他部位也可能有補償作用)。

通往腦部的途徑

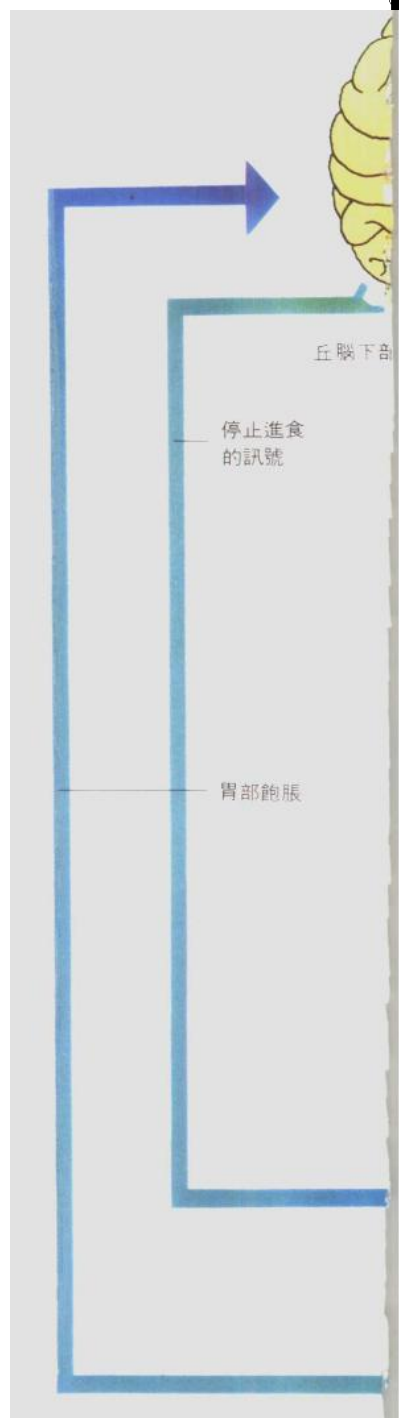
科學家雖然未能完全肯定是什麼訊息刺激進食中樞，但他們相信有四種形式的訊息會引起飢餓或飽食的感覺。當體內游離態脂肪酸濃度上升，或血液中葡萄糖濃度下降時，此類化學性訊息便會刺激飢餓中樞。正如開農博士所研究的，神經性的訊息也十分重要，因為空胃的收縮，是會引起飢餓感的。至於飽食感覺方面，我們知道胃和消化管的脹大——在大吃一頓之後飽脹的感覺——會送出訊息到內下視丘核，告訴我們該是離開飯桌的時候了。溫度的刺激也是一個因素——當一個人真正飢餓時，他血液中的溫度會稍微下降。有些激素是有關消化和進食的蛋白性訊息，

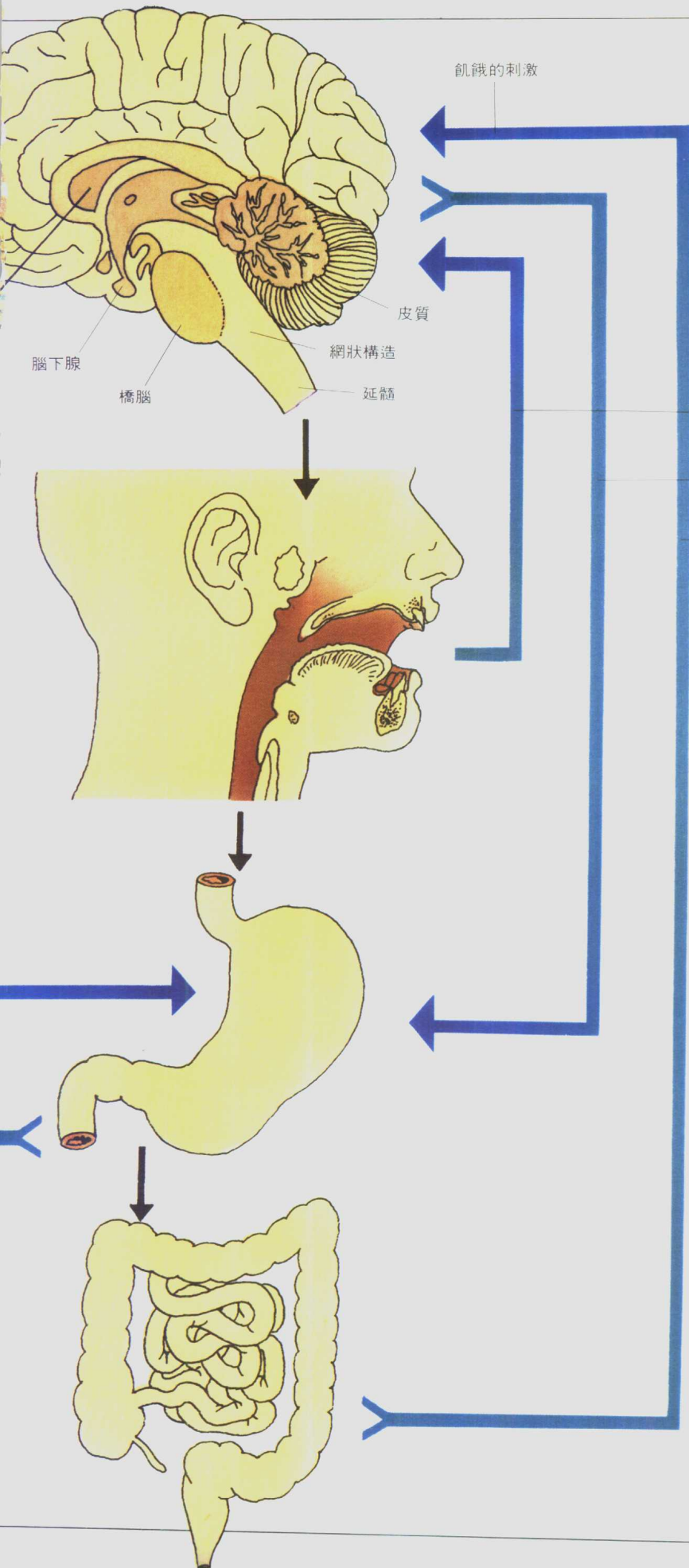
也許某些激素可以協調飢餓感與飽食感間的關係。

由體內各區域都能產生各種訊息傳送到腦中。當看到、聞到或嚐到可口美味的食物所激起的感覺，引發了進食的動機時，我們便會感到飢餓。若消化管、血液與其他貯存能量的部位(如脂肪組織)，發生訊號表示有足夠能量時，大腦便會有飽食感產生。只要飽食感的訊息比飢餓感的訊息強烈，我們就會停止進食。

經過對動物消化管種種實驗之後，科學家們發現，不同的食物所引發的飢餓感與飽食感的訊息，乃發源於不同的器官。把實驗動物的食道切除後，科學家便可以把食物放在口腔中(因為食道已切除，故不會抵達胃部)，或是直接放入胃中(不經口腔)，藉此來決定對某種特定食物而言，是來自口腔的訊息還是來自胃部的訊息扮演著舉足輕重的角色。研究人員已經發現，平淡無味的食物若只放在口腔而不進入胃中，大腦是不會有停止進食的訊息產生的。但是，具有香味的食物所引發停止進食的訊息，却是由胃部以外的器官發出的。科學家們相信這些神經衝動是由口腔、咽喉和胃傳到腦中。不過，實驗顯示，如果胃部神經全部切斷的話，動物仍可正常進食。因此，科學家相信必定有其他途徑來引起飢餓——也許是激素。這種「飢餓激素」仍有待以後的發現。

身體和腦之間的相互作用控制飲食的調節。當大腦接到來自體內「該進食」的訊息時，人便開始去找尋食物。一旦找到食物，便會一直進食到吃飽為止。此時，大腦會接到某一訊息來終止飢餓感。食物的種類和美味會決定個體飲食量，以及下一次飢餓感隔多久才會來臨等。右：圖示有關飢餓反應的各種器官間，相互連繫的關係。



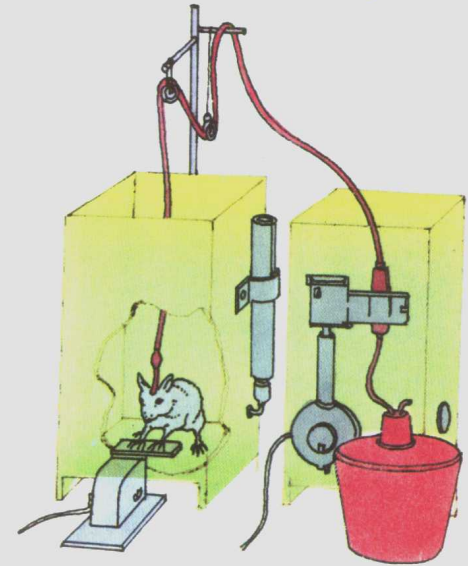
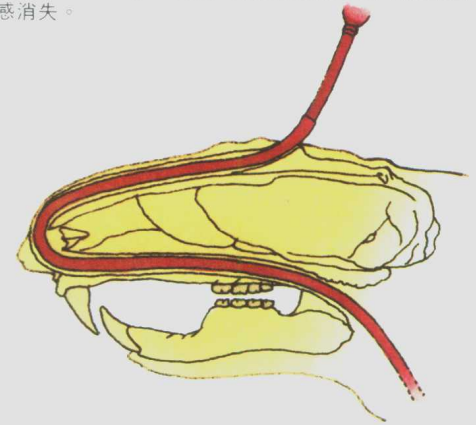


口腔因素

開始進食的訊號

長期進食的效果

下：動物實驗已經證實了目前對飢餓的新學說，就是說飢餓感可發自腦中某些不同區域。對已吃飽的動物腦部某區域刺激後，仍然可以引起極大的食慾。同樣地，對一營養狀況不佳的動物腦部某些區域給予刺激後，也會使動物產生飽食感而不再進食。另一項實驗顯示，即使沒有了味覺和嗅覺的引誘，也可能引起飢餓或使飢餓感消失。



飢饉 Starvation

營養不良 (malnutrition) 的原因與影響，遠比世界上部分地區因缺乏食物而飢饉 (starvation) 致死的問題，更為複雜而難以解決。在許多情形下，人們食物中的蛋白質、熱量、維生素與礦物質雖然不足，甚至有損健康，但仍然可以生存。不適當的飲食乃是由於農業與經濟問題所致，全球都是如此，並不是僅見於貧窮的地區。

量與質的營養不良

即使人們有足夠的食物，也會因缺乏特殊養分而受苦。例如在一些富裕的國家中，絕對素食者就會缺乏維生素 B₁₂，這就是所謂的質的營養不良。飢餓與貧窮的人不僅是質的營養不良，同時也是量的營養不良。全面的熱量攝取不足，對成年人而言，會產生體重嚴重減輕及併發症，對兒童則有礙生長與發育。

營養不良的疾病

蛋白質與熱量營養不良，包括身體虛弱，或孟加拉及拜法拉兒童因嚴重營養不足所導致的瘦弱情形，以及輕度的瓜西奧科兒症 (kwashiorkor)。患有瓜西奧科兒症的兒童不一定是餓食不足，看起來也不像是飢餓，但他們缺乏蛋白質，症狀為浮腫，或身體組織因液體而膨脹，使兒童看起來肥胖。此病症由一位英國醫生威廉 (Cecily Delphine Williams) 首先報導出

來，他是在現在的迦納地區的兒童身上發現此病症的，並以當地的土語命名。以樹薯為主食地區的兒童常患此症，人們認為這有礙心智發育與學習能力。

癩皮病 (pellagra) 乃因缺乏菸鹼酸 (維生素 B₃) 所致。此種疾病對皮膚和其他器官有影響，常發生於烏干達、肯亞、坦尚尼亞與南非貧窮地區以玉米為主食的人口中。腳氣病 (beriberi) 為以精製米為主食的人們常見的病症，乃因缺乏存於穀物中的硫胺酸 (維生素 B₁) 所致。餵乳的母親如缺乏硫胺酸，也會使嬰兒發生相同的病症。

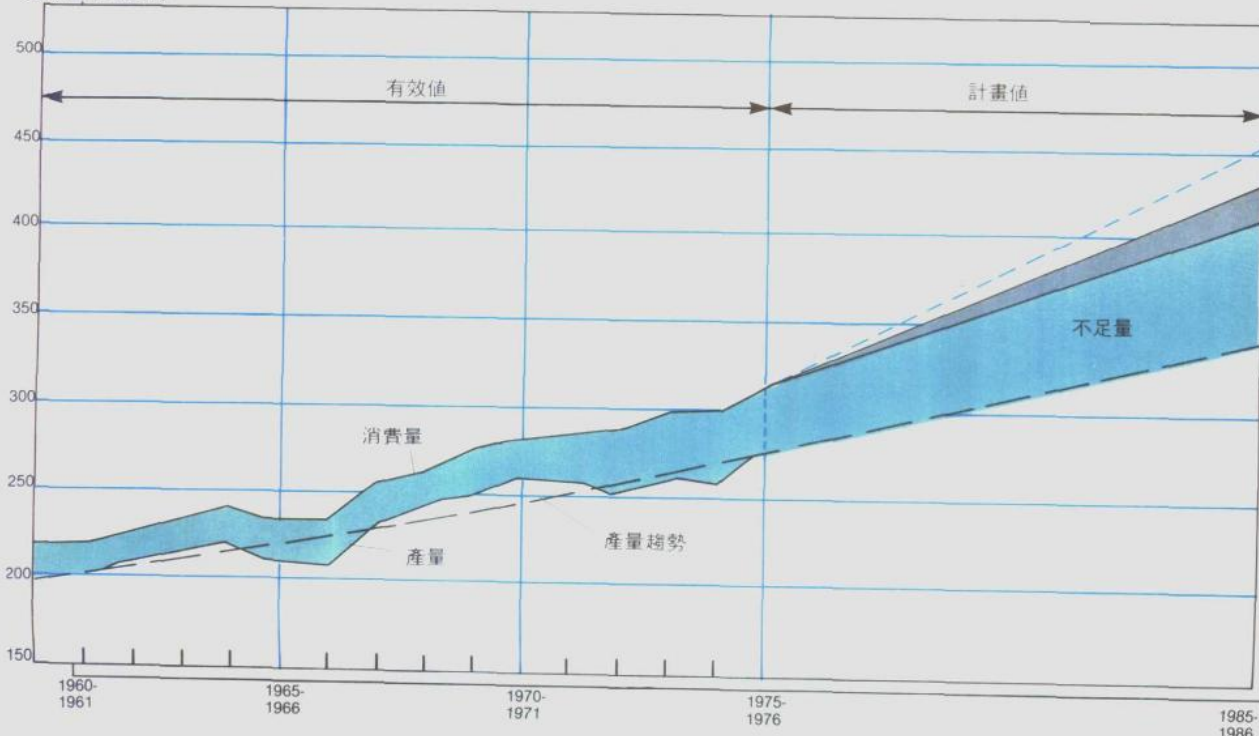
營養不良與生活方式

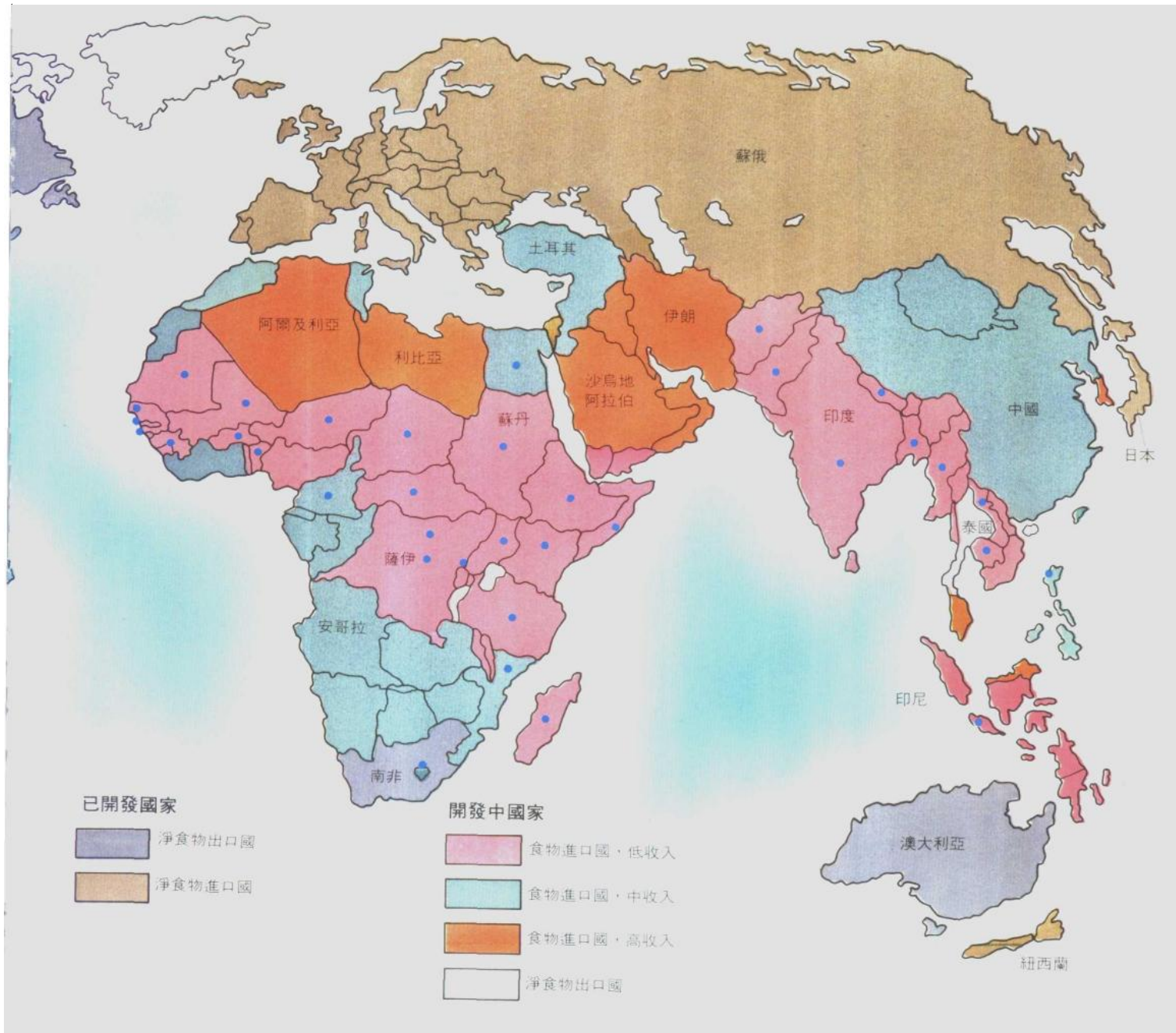
在世界上許多地方，營養不良是一個持續多年的問題。例如在馬達加斯加，一年只有七個月有米吃，在缺米期間，人民則以豆類、蜂蜜、樹薯及玉米為食，這些食物都缺乏某種維生素與礦物質。

因為許多地區的人民以非土產的穀物，如粟、高粱、米與玉米，及塊莖類，如樹薯及番薯為食，而此種食物對肥料的依賴極大，當作物欠收或肥料價格高漲時，這些人民將一無所獲，因此他們只能靠每天不到 2,000 卡的熱量與少許的蛋白質維生素。例如在衣索匹亞，人民以粟及高粱為主食，平均每日食物可提供 2,077 卡的熱量，73.7 克的蛋白質及 39.7 克的脂肪，由於蛋白質、維生素、與鐵的過度缺乏，



穀物量 (百萬噸)





上：本圖為聯合國糧食政策研究所繪製，顯示出貧窮的開發中國家糧食的缺乏是如何的嚴重。在1980年代初期有四十三個國家(如圖中藍點所示)受到長期糧食的缺乏，對人口已形成危機。

左：近年糧食消費與計畫生產估計之比較圖。以三種不同需要量與消費量說明表示之。實線為假定個人需要量沒有增加，灰色部分為假定有限度的增加，藍色虛線表示需要急速增加的結果。

致使當地人民容易受到傳染病的感染

營養不良與人口

當人們有能力增加食物生產時，人口也在增加。目前世界人口達四十億，每年並以百分之二的速率在成長，亦即每三十七年將增加一倍。開發中國家的增長率每年為百分之二點四，而世界的食物生產每年增加百分之二點八，開發中國家則為百分之二點七。除此之外，少數逐漸富裕的國

家，為了供應肉食者的需要而以穀類飼養家畜，因此難以生產足夠的穀物供應貧民作為食物。

當世界貧窮地區的農業技術改進後，將可生產更多更好的作物；再者如果所有國家的人民改以較為經濟而具有多種養分的食物，如海產與穀類為食物的話，則飢饉的現象或可減少。

參閱第十三冊 160 ~ 163 頁營養 (Nutrition)。

魚雷·水下兵器 Torpedo and Other Underwater Weapons

人類想造出摧毀水面或水下船隻的武器，已有相當一段時間了。魚雷是其中最早的一種，但當時的魚雷與今日採繫留方式，等待船艦碰撞而引發的水雷相同。西元 1776 年，美國康乃狄格州的大衛·布希耐爾(David Bushnell)，建造了一艘稱爲「海龜」(Turtle)號的潛艇，攜帶一枚前述的魚雷去攻擊英國的「老鷹」(Eagle)號巡防艦，可惜未能如願。西元 1801 年，發明汽船的羅勃特·富爾頓(Robert Fulton)也建造了一艘能攜帶魚雷的潛艇，順利攻擊試驗船成功。西元 1864 年，美國

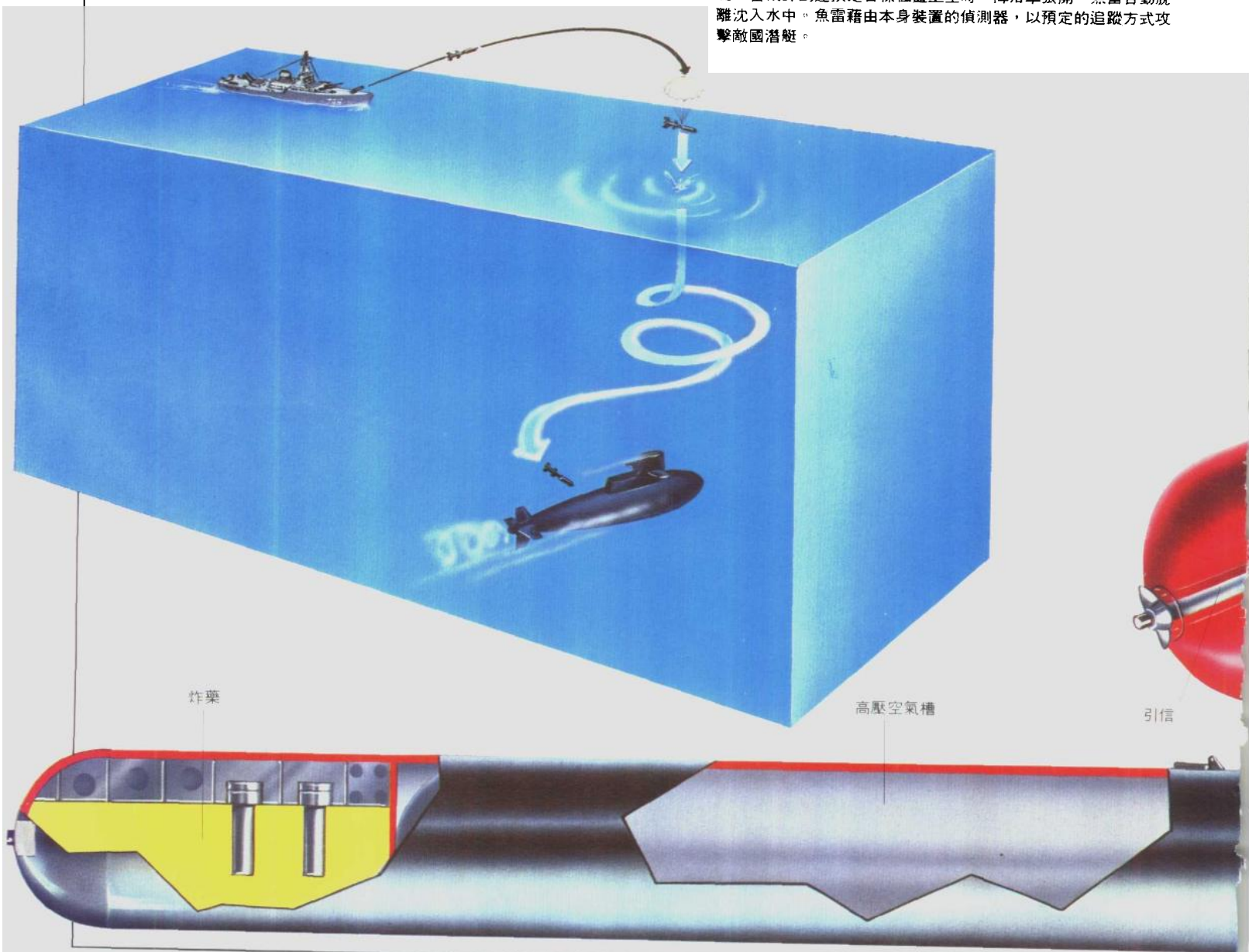
南北戰爭期間，南軍一艘攜帶魚雷的潛艇擊沈了北軍一艘巡防艦，但自己亦同歸於盡。到了西元 1866 年，一種真正具有動力的魚雷才首度問世。這枚名叫白頭(Whitehead)的魚雷，是英國海軍工程師的傑作，靠單螺旋槳、空氣壓縮引擎推動；這種形式成爲往後各式魚雷的基本模式。由於此一關鍵性的發展，海軍武器系統中的水雷，才得以從昔日的被動形式轉爲主動攻擊式的魚雷。

U 式潛艇海上封鎖

第一次世界大戰時，自我推動及可操縱的魚雷一躍成爲海軍武器的主力。德國便會利用魚雷的致命效果對英國進行嚴密的海上封鎖。

到了第二次世界大戰時，配備魚雷的潛艇在交戰國雙方都成爲海戰的主力，而空中發射的魚雷也廣泛使用於海面作戰上。那時候，魚雷利用陀螺儀(gyroscope)操縱，並使用較安靜的電動推進器，最大航程可達 9,100 公尺。更進步的發展是魚雷的歸向裝置，可歸向追蹤敵艦推進器的聲音或敵艦引擎所散發出的熱。在第二次世

左：美國反潛武器系統操作情形。當聲納或其他偵測器測定出敵國潛艇位置後，即發射由短程飛彈攜帶的反潛艇魚雷攻擊敵國潛艇，當飛彈到達預定目標位置上空時，降落傘張開，魚雷自動脫離沈入水中。魚雷藉由本身裝置的偵測器，以預定的追蹤方式攻擊敵國潛艇。



界大戰中，從潛艇、魚雷艇(PT boat)，或戰機所發射的魚雷，在日本偷襲珍珠港與美、日中途島戰役中，都扮演著決定性的角色。而德軍在大西洋戰役中，利用U式潛艇(U-boat)攻擊載運武器與補給品支援英國與俄國的商船隊，也幾乎獲得勝利。

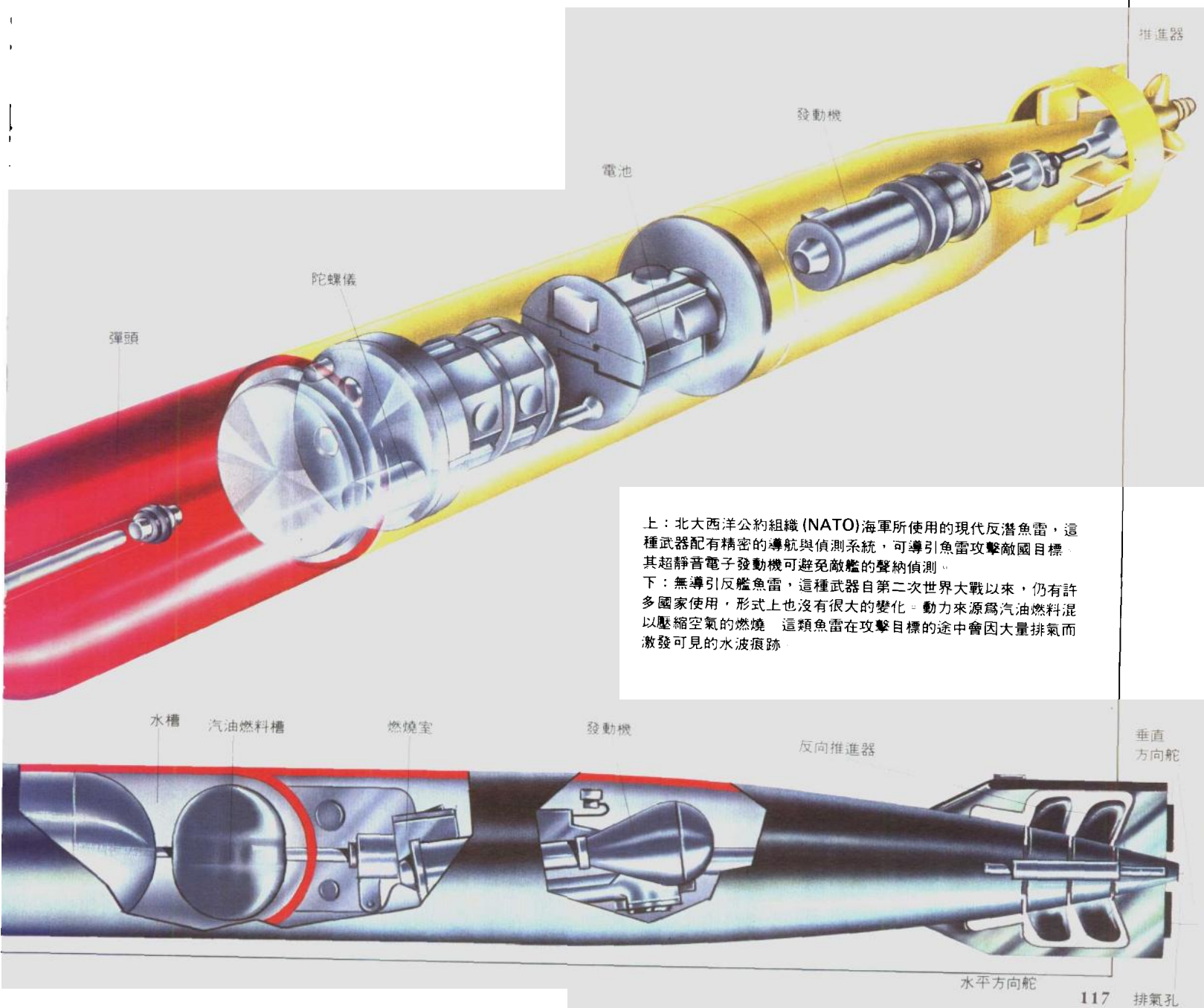
飛彈魚雷

戰後的數十年間，海面下戰爭的發展導出更具毀滅性的武器。魚雷經改良後已可用於攻擊潛艇，即所謂飛彈魚雷(partial

missile)。這種飛彈魚雷從水面發射攻擊遠方目標，到達目標上空後再進入水中擊毀敵國潛艇；當然還可以裝上核子彈頭。這種利用火箭推動的魚雷，可從海岸上發射攻擊遠距離的海面，或水下航行船艦。目前美國海軍所使用的現代化魚雷有48型多目標用途魚雷，與反潛艇所使用的46型魚雷。

原始的魚雷，亦即水雷(naval mine)，也同樣發展為精密的武器。新式的水雷利用近發引信(proximity fuse)裝置，當航行船艦接近時，或是船艦上的磁場觸動

引信時，水雷都會自動引爆。在這類進步的水雷中，最有效的一種是受水壓影響而引爆的壓力水雷；這種水雷用以封鎖港口或船艦停泊處時最為有效。第二次世界大戰時，美國在日本海域所佈下的水雷至少摧毀了半數以上的日本商船。就這一點而言，現代化的魚雷當可視為具備機動性與導向裝置的一種水雷。



魚類 Fish

西元 1939 年，一羣漁夫在東非洲捕獲一條體型碩大、外型醒目的魚。牠有四條腿狀的槳足，生物學家稱這種魚為腔棘魚 (coelacanth)，這種曾被認為在一億年前就已絕種的魚類，可以說是地球上最古老的動物之一。

魚類的演化

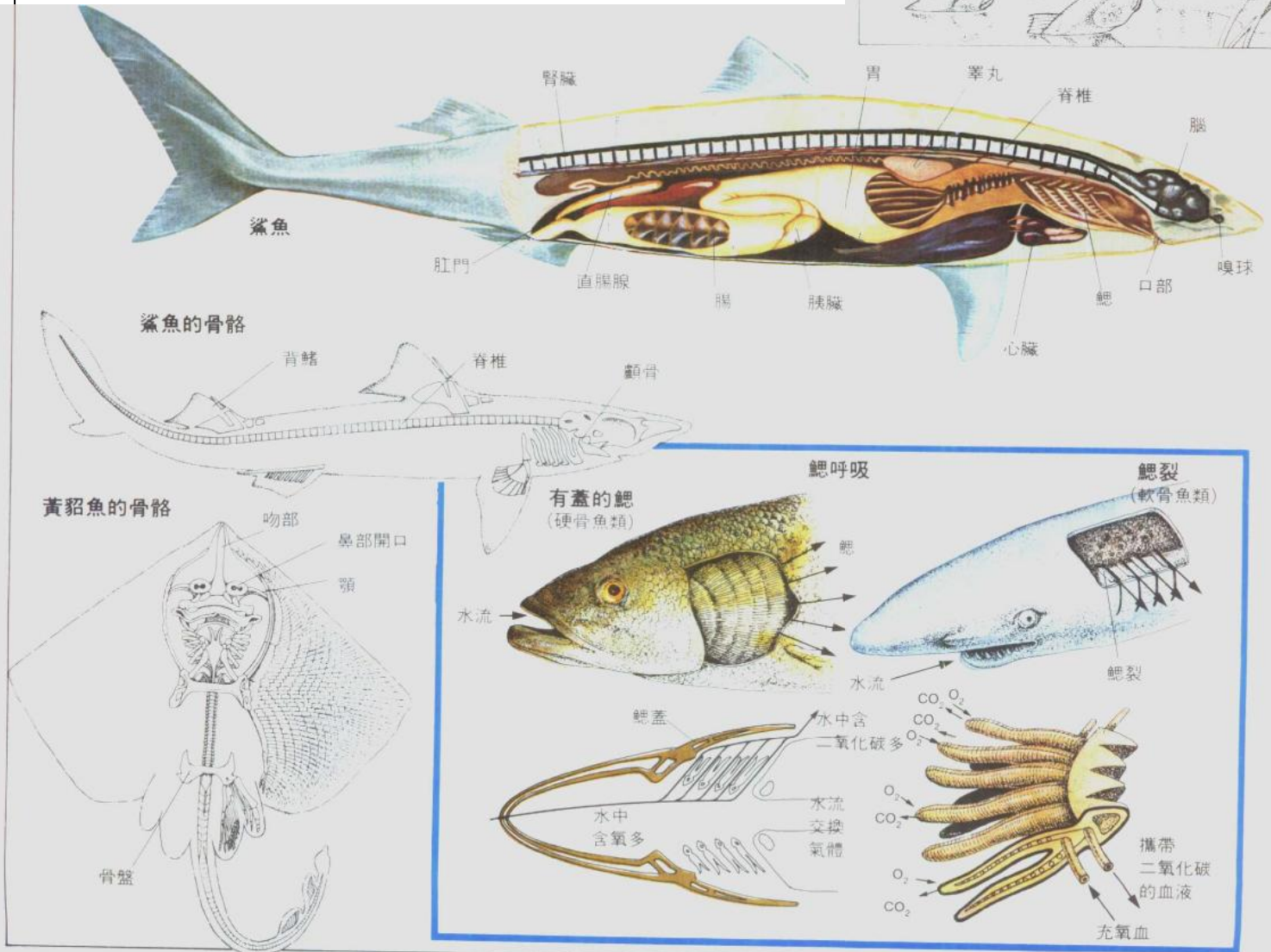
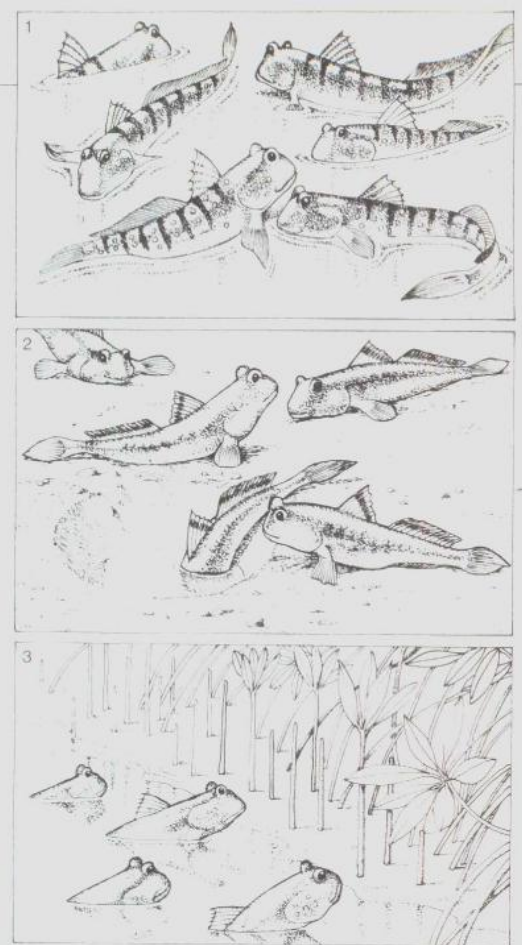
距今大約四億五千萬年前的古生代 (Paleozoic era)，發生了一件演化史上的大事——魚類出現了。這一羣會游泳的生物，擁有內骨骼系統，及各種複雜精細的器官和附肢(鰭)，這些構造和高等進步動物的演化有關。最早期的魚類，已擁有各種器官，可以執行許多的功能，如取得食物、消化食物、排泄廢物、血液循環(有通氣性的鰓、清洗系統和肝臟)。牠們為兩性生殖，行體外受精。有腦部和神經系統，可以綜合外來的訊息。感覺器官則包括眼睛和堅韌的感覺器。魚類擁有浩瀚的海洋，在開闊的天地裏自由自在地穿梭來

去。

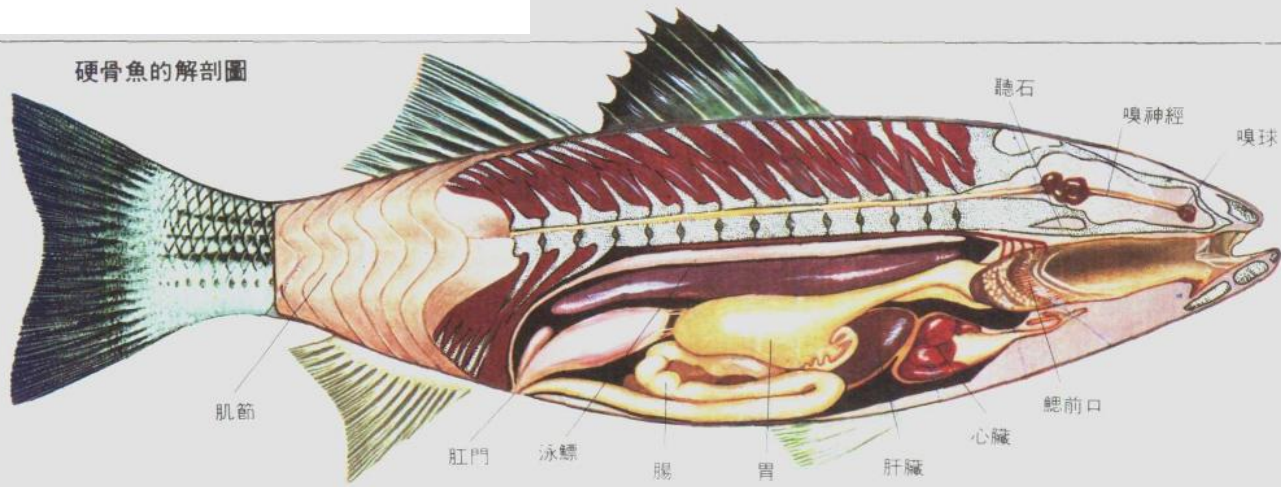
在演化史上尚未發生前述的大事之前，最為複雜精細的生物，是會游泳的節肢動物，牠們是現存的蟹和龍蝦的祖先。這些節肢動物的體型，有一個很大的缺點——骨骼屬於外骨骼，體外有盔甲似的硬殼，這雖然有助於防禦敵人的攻擊，但是生長時却必須歷經複雜且危險的蛻皮過程。在蛻皮過程中，身體沒有外殼的保護，極易受到天敵的攻擊。

動物為了要有支架來支持軀體的肌肉和器官，在結構上必須靠某種骨骼系統來固定，於是內骨骼應運而生。魚類關節性的內骨骼系統，使牠們得以持續生長，此外，關節還可做高效率的波狀運動，有助於魚類的快速行動。而魚類流線型的外表，更是適應這種運動方式的另一種演化。所以即使魚的體型龐大如鯊魚，仍然可以快速前進。

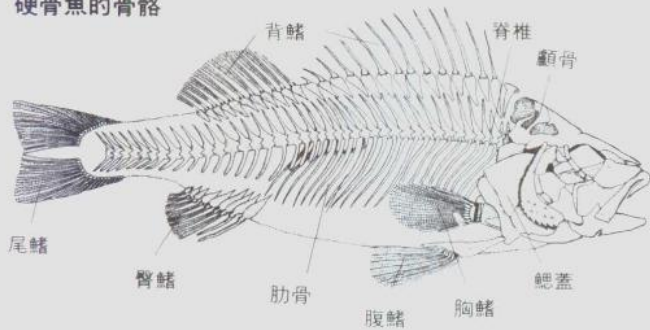
地球上的第一批魚類，並沒有完全放棄節肢動物的外型，牠們演化出適應環境的



硬骨魚的解剖圖



硬骨魚的骨骼



前頁及上：這是典型的硬骨魚類構造解剖圖，牠們屬於脊索動物門的硬骨魚綱，顧名思義，這類魚的最主要特徵就是擁有一副堅硬的骨骼系統。魚類另一個主要的綱是軟骨魚綱，成員有鯊魚和黃貂魚等，牠們的骨骼系統屬於軟骨性；前頁有這種魚的詳細解剖圖。前頁右下圖的方格裏是這兩大魚類呼吸系統的差異。前頁右上連續三圖是外眼魚(Periophthalm)的活動情形，這種魚可以在空氣中停留很久，牠們的鰓已非常適應陸上運動，甚至有爬樹的能力。

硬型外套，上面有半活動的鱗片和硬板，現存的許多魚類仍有鱗片，以保護皮膚。最原始的魚類是一羣無顎的無頷魚類(Agnatha)。八目鰻(lamprey)就是現存的兩種無頷魚類之一，牠已經成功地地球上生活了四億五千萬年之久。介皮綱(ostracoderm)的魚是另一羣早期魚類，牠們仍保有盔甲似的硬板，一開始生活得很好，但是在距今約三億七千五百萬年時就絕種了。

這些具有骨板的介皮綱魚類，演化成有顎的盾皮綱(placoderm)後，已沒有重盔甲的煩惱，體型變輕，行動更為敏捷，能迅速躲避橫行海中的巨型節肢動物的大爪攻擊。暴魚(Dinichthys)是最成功的盾皮綱魚類，長達9公尺，是一種不可思議的生物，軀體上只有頭部和胸部留有盔甲，行動快速，甚至能夠攻擊和牠同樣體型的鯊魚。盾皮綱魚類不久即絕種，但是鯊魚卻生存下來。鯊魚的皮膚平滑、沒有鱗片，就某個演化的角度看來，牠們是地球上最成功的生物。鯊魚和鱗類最特殊的地方是內骨骼由軟骨組成，軟骨比硬骨輕，且較柔軟。魚類軟骨的質地，和人类的鼻骨相似。據推測，所有早期的魚類都擁有軟骨組成的骨骼系統，這些魚類組成軟骨

魚綱(Chondrichthyes；希臘文中，condros是軟骨，而ichthys則指魚類)。

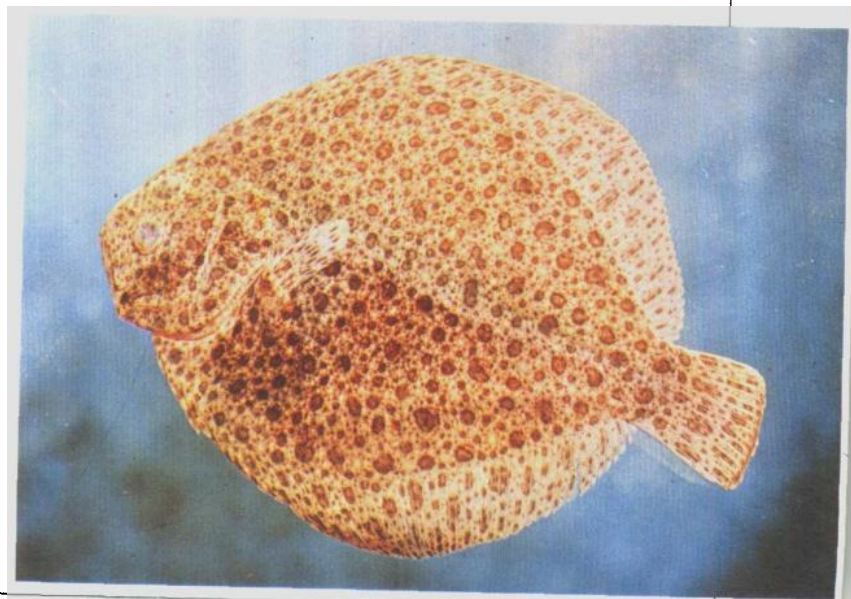
硬骨魚類

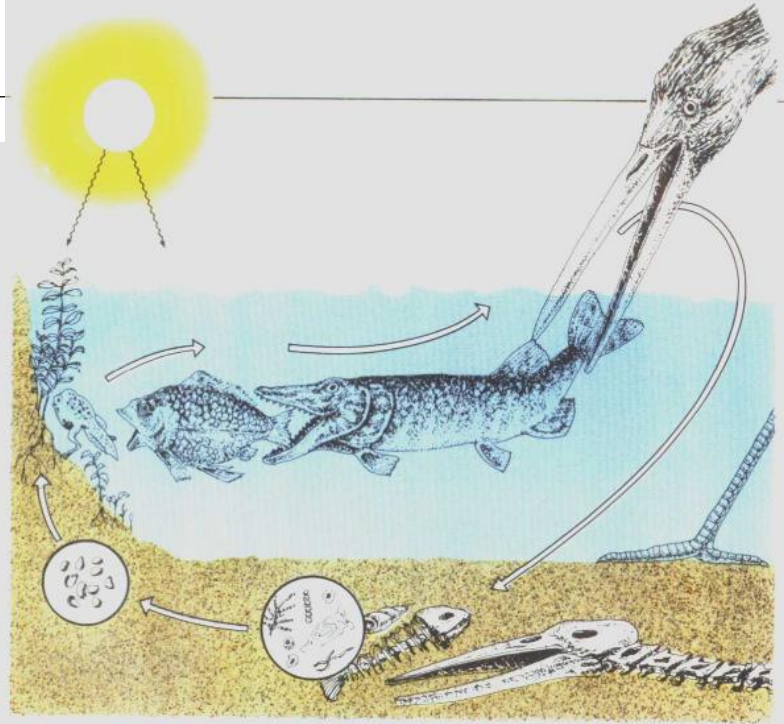
硬骨魚類(Osteichthyes; osteon在希臘文是硬骨的意思)約在三億兩千五百萬年前出現於地球，是目前各種魚類的祖先。硬骨魚類可分成兩個亞綱，分別是條鰭魚類(Actinopterygii)和肉鼻魚類(Choanichthyes)，前者包括我們所熟知的條鰭

魚，而後者則為一羣呼吸空氣的魚類。雖然條鰭魚類的數量和種類較多，也較重要，但就科學而言，肉鼻魚類顯然較引人注意，因為這羣魚類為動物(兩棲類、爬蟲類、鳥類、哺乳類，乃至人類)提供了一條由海洋到陸地的演化坦途。

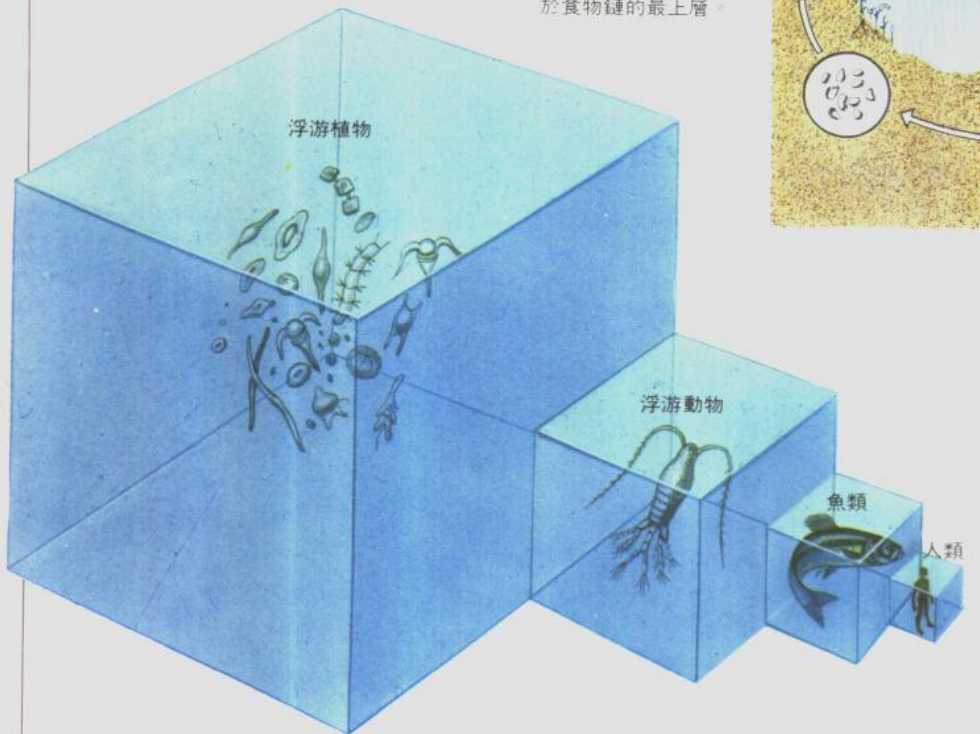
目前地球上有三品系的肺魚(lungfish)，分別生存於澳洲、非洲和南美洲。雖然牠們離開水後，在空氣中無法存活很久，但仍可以鑽入淤泥，躲避乾旱的環

右：這是另外一個特殊適應的例子。比目魚為歐洲性的鱈科魚類，牠們的軀體有一側已發展成與海底景色非常相似的偽裝性色彩。這種魚常側著身體游泳，使有偽裝作用的一面得以向著敵人，因此成魚的眼睛都已轉移至身體的同一側。





右：太陽能以及水和空氣中的化學物質，為水中的食物鏈，提供了必需的養分。水中食物鏈的基層為包括浮游植物和細菌在內的微生物，大型的肉食性動物則位於食物鏈的最上層。



魚體表面滑潤，減少游泳時的磨擦力。各種魚類的體表顏色變化很大，熱帶魚的顏色，尤其鮮艷，在珊瑚礁羣聚的地方，這種體色可產生偽裝作用。

魚類能因應特殊情況，演化出各種特殊的解剖構造，這些構造大都有助於獵食和攝食。譬如，蝠魞(manta ray)擁有大而凹的口部，可以捕捉大量的浮游生物；鋸鱗(sawfish)的喙部大而長，邊緣有銳利如剃刀的牙齒；鯊魚的牙齒排列規則，前端的牙齒變鈍或掉落後，馬上會長新牙；琵琶魚(angler fish)的頭骨上，有奇特的突起，像一條短線上鉤著釣餌，可以引誘獵物來到附近，達到攝食的目的。某些深海性的腐食魚類擁有發光(磷光)器官，可以吸引配偶或獵物的注意。

境，而生活於澳洲的肺魚，還有爬樹的能力。另一枝內鼻魚類是腔棘魚，要不是被人捕獲，早就被視為絕種了，目前牠們已受到立法的保護。由現有的標本顯示，腔棘魚重達 90 公斤，體長超過 1.5 公尺。

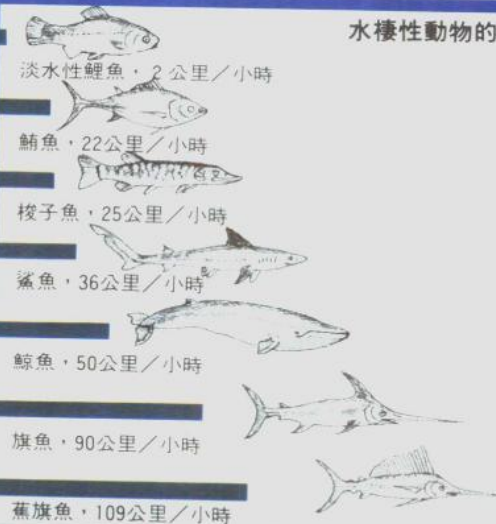
上：食物鏈中各個階層之間的能量傳遞效率並不高，往往消耗很多能量。被浮游植物吸收的太陽能（上圖的最大方塊），經過浮游動物、魚類，而至人類之後，約只剩下十分之一的能量。

結構解剖

魚類的內骨骼系統是由眾多的骨骼所組成，脊椎骨上連頭骨，下接尾鰭，以肋骨連接，棘間骨支持軀體各處之鰭。在背部的鰭，稱為背鰭，腹部下方的鰭，則為腹鰭。

鱗片是一種保護性的外皮，由具有外骨骼的無脊椎動物演化而成。鰻魚的鱗片微細，鯨魚沒有鱗片；不同種類的魚擁有不同的鱗片。當鱗片變成化石之後，可做為分類的依據。鱗片上常有一層薄薄的表皮，表皮上有各種色彩，並分泌黏液，使

水棲性動物的速度記錄



本圖是幾種魚的游泳速度（公里/小時），一般而言，淡水魚的速度較慢；而最快的泳者，其速度和陸地上跑得最快的動物齊鼓相當。

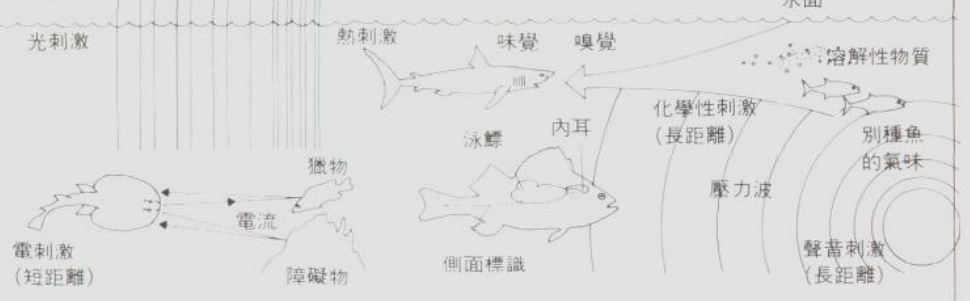
比目魚 (flatfish) 與其他鱈科魚類一樣，眼睛在生長過程中，產生了奇特的移位現象。比目魚的幼魚直立游泳，眼睛分別位於頭部的兩側，和平常所見的魚類沒什麼兩樣，但是為了適應側臥於海底的習性，原本位於下方的眼睛失去功用，因此逐漸移位到上半邊來。比目魚另有一特性，即身體靠海底的一側，顏色呈白色，而另一側則是有偽裝效果的棕色。

現代的魚類

我們已鑑定出大約三萬種魚類，牠們生活在海洋、淡水河流和湖泊。脊椎動物中，以魚類的種類最多也最複雜，尤以熱帶海域中的魚為最，這種現象我們可以由電視的介紹，或親自潛水的經歷，得到相當的概念，這也正是生態學原理中，一個明顯的例子。熱帶地區的生物種類多，但族羣量(即個體數)並不多，而高緯度地區則相反，生物種類少，但族羣量卻很大。這個定律除了魚類符合之外，樹木、植物，以及各種生物也適用。生物地理學 (biogeography) 是科學的特殊分枝，就是探索動物和植物在地球上的分佈情形。

由魚類的地理分佈，我們可以看出大部分的種類只分佈於特定的地區，很少有由一地遷移至另一地區的情形，這些區域分為七區，分別是北美洲、中、南美洲、非

感覺管道



一般而言，魚類和海洋性動物感覺的來源，包括視覺、聽覺和一個化學性感覺(類似人類的嗅覺和味覺)。某些魚類甚至擁有一套感覺系統，能估測電場的所在，不過這種能力只限於短距離內。

聽覺是魚類最重要的感覺，因為水是聲音的良好導體，大多數的魚類是藉聲波產生壓力，造成體內泳鰭的振動，而偵測出聲波的存在。泳鰭和內耳相連，可將信號傳給內耳。魚類的耳朵不像哺乳類一樣開口在外。

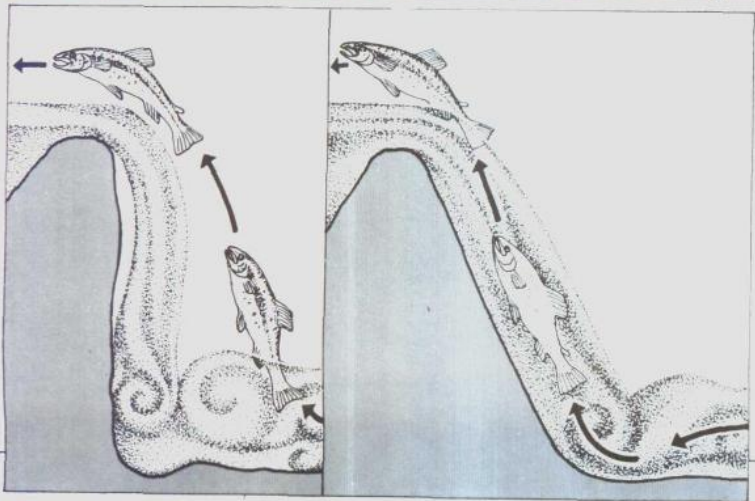
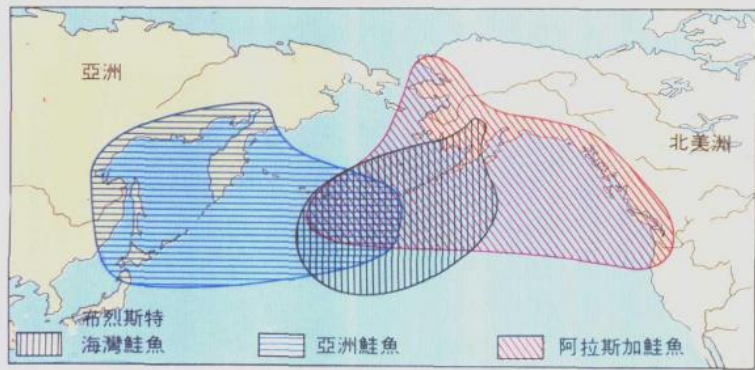
洲、馬達加斯加、澳洲、東南亞，以及歐洲和其他的亞洲地區。雖然某些魚類游泳能力很好，但是牠們大都傾向於生活在某一特定溫度的海域內攝食。

食物鏈

海洋中的食物鏈 (food chain) 是指生物以別種生物(通常比自己小)為食物的方式，也有人稱這種連鎖關係為食物塔，因為塔下必須有大量的食物，才能支持塔頂較少的動物量。食物塔的初級生產者，大多是海洋或湖泊中能進行光合作用的藻類，有時稱之為海洋牧場。這些藻類是單細胞動物(如有孔蟲和輻射蟲)的餌食，然

後依「大魚吃小魚，小魚吃蝦米」的順序，串連成鏈，然後大魚再被海鳥捕食，接著哺乳類以海鳥為食，最後人類再吃哺乳類。在現代的工業世界中，這一連串的關係產生了一種潛伏性的中毒危機。某些工業性的廢物(如水銀之類)，可以進入食物鏈的單細胞生物內，雖然含量可能極微，但隨著食物鏈的轉換，這些毒素逐漸累積在動物體內，到達較高級的掠食者(譬如旗魚)中時，毒素的含量可能已超過安全標準。

一般而言，這種污染只發生於肉食性魚類，而草食性的魚類，大都以浮游生物為食，此外，更有鯰魚之類的腐食性魚類，



左上：三種鮭魚在太平洋遷移的界線圖
鮭魚會離開鹹性的海洋，到淡水的溪流內，進行生殖產卵工作。
上：遷移中的鮭魚。
左：鮭魚在生殖季節進入淡水性溪流，溯溪而上時，會採用跳躍的方式，克服障礙，到達目的地。

又如鸚鵡魚摘取珊瑚礁上的水螅為食，牠們受到污染的影響較小。魚體內除了有受污染而來的毒素外，某些被人類視為美食的魚類，還存有特殊的自然毒素，有時候這會使牠們逃過人類的捕捉。這種毒素可能是由於魚類吃入某些特殊的食物產生出來的。

魚類養殖 Fish Farming

魚類養殖就如同畜養其他家禽一樣，都是在控制環境下進行。魚類養殖乃是使魚成為人類所需的食物資源和經濟來源。由於傳統的捕魚措施，會減少魚類族羣，因此魚類養殖益形重要。

魚類養殖的歷史

最早的魚類養殖方式是將野外捕得的幼魚，放到受保護的環境下飼養。在這裏，魚類可以安心地生長到成熟的階段。魚類養殖的最早記錄出現在四千年前的我國；在我國，這是一種古老且為人熟知的技藝。一世紀時，古羅馬人養殖鱘魚和烏魚兩種名貴的魚，做為國際貿易的貨物；中世紀時代的僧侶，從飼養良好的養殖池中撈取魚類為食，過他們禁慾式的生活。在十八世紀以前，魚類養殖的方式較為隨便，十八世紀以後，才開始採用科學方法，直到最近才變成大規模的企業化經營。這種演進的基本原因是最近半世紀以來，人口急遽增加，以及工業發展需要更多的海岸地區，使得水棲野生動物的族羣逐漸減少，因而造成魚類養殖的快速發展。

現代的魚類養殖

現在許多魚類養殖都是自給自足的，也就是說養殖場不僅飼養魚羣，還利用人工受精方式，產生子代，並加以飼養。許多魚類養殖場都有自己的孵化場(hatchery)，在此，工作人員從魚體中擠出精子和卵子，以人工方式進行受精之後，將受精卵飼養在實驗室淺池中。經過培養後，受精卵孵化成小魚，再把魚苗放在養殖池中飼養。這些魚苗的生長週期(即魚苗長至可採收，運到市場出售的大小)，一般約6~9個月。由於目前可用的土地和水域逐漸減少，加上地價昂貴，因此養殖場均希望能用最小的空間，得到最高的漁獲量，一個養殖池裏通常養著許多種魚類，因此池內必須有足夠的水流經過，以達適當的溶氧量，並將廢物運出水池。某些鱒魚的養殖池內魚隻很多，以致一到餵食時間就羣集而至，「魚」潮洶湧，蔚為奇觀。生長週期結束之後就可以採收，採收的方式一般都用張網、抽乾池水，或將魚類直接抽入卡車，再運送到加工廠。

魚類的養殖，並不單是將魚放在特殊的小池中飼養，而是還需要很多的技術才能成功。養殖魚場的經營者必須對養殖魚類

由於過度的獵捕，以及河川水質的污染，世界的許多國家，已採用人工養殖方式，來恢復原本鱒魚在自然河川和湖泊中的數量，以做為人類食物的來源之一。這兩頁的照片是鱒魚養殖的各項過程。



所需的生物和環境非常了解，譬如，魚類對水溫非常敏感，因此，經營者必須知道哪一種溫度可以讓魚類長得最快、最肥美，也就是說魚池的水溫必須維持恆溫，溫度的變化不超出2~3℃的範圍。對於企業化經營的魚類養殖場而言，儘管已有改良水質，再循環利用的水質處理方式，但是淡水的需求量仍然很大，每天約需數千加侖，有時更高達百萬加侖。

就像作物和家禽的經營者一樣，魚類養殖者也需仰賴科學家提供新式改良品系的魚，這些魚品系對疾病的抵抗能力較強，肉類的生產量也更高。

水棲性的野生動物族羣逐漸減少，而野外捕魚作業又所費不貲，未來魚類養殖的面積將大規模地擴張，並導入機械自動化的作業方式，因為這種方式遠比人工操作節省經費。此外，水再循環的方式也將逐漸改進，以補償淡水的短缺。相信隨著科技的進步，不久的將來，魚類會像小雞一樣很容易飼養。



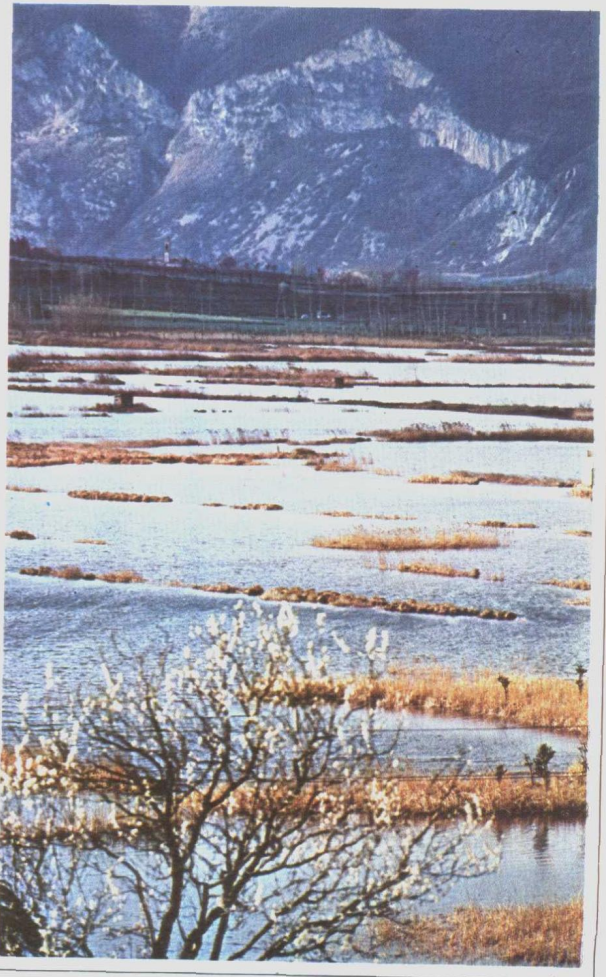
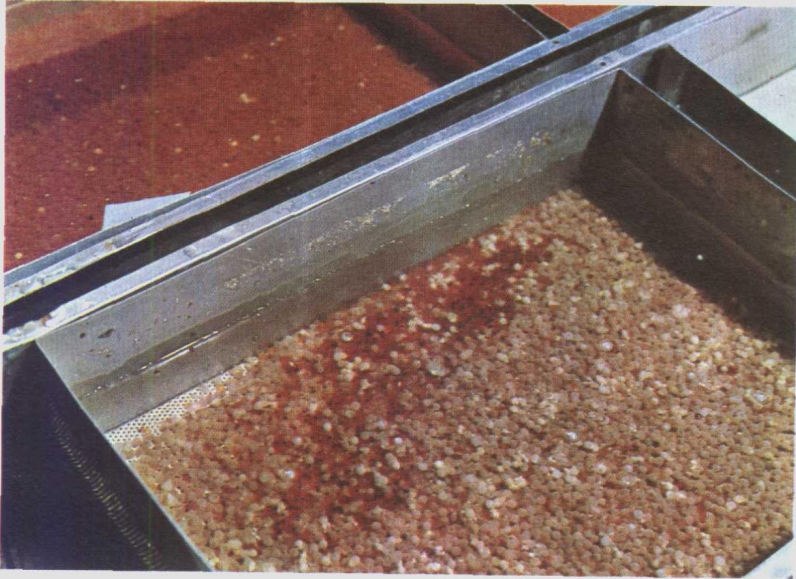
中：鱒魚養殖場的工作人員在池中捕捉成熟的鱒魚，以採集牠們的卵和精子。

右：工作人員正在從雌鱒魚中擠卵，等一下還要從雄鱒魚中擠得精子，之後將精子和卵作人工受精。





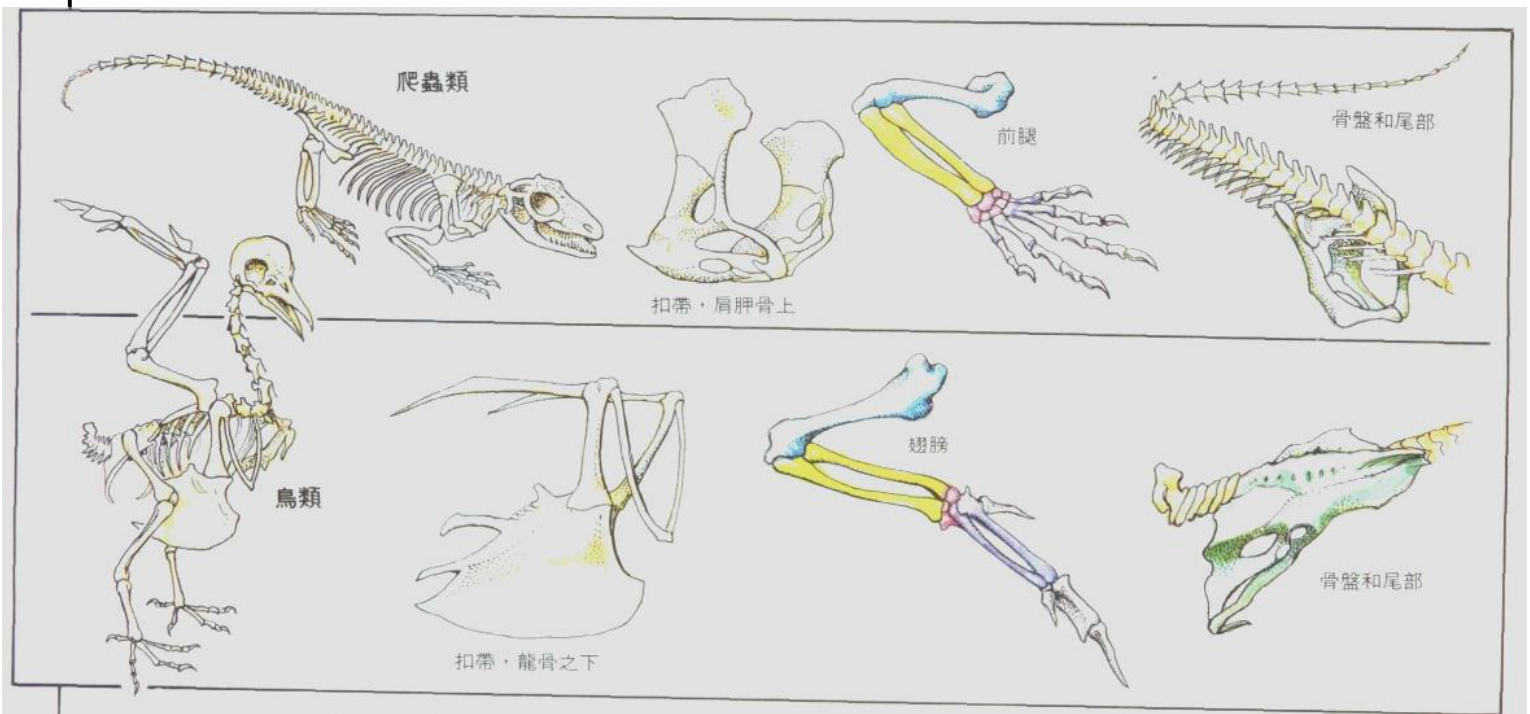
左上：精子與卵混合後，工作人員小心地攪動，以利受精，然後將受精卵移至圖中的大桶內，作進一步的發育。
左下：由孵化池將孵出的幼鱒，再放回湖泊或溪流中。陸地的發展，以及淺沼澤的開墾(如下圖所示)，使得鱒魚的自然棲息地逐漸地減少，所以必須以人工養殖的方式，來維護其族羣量。



鳥類 Birds

比較而言，鳥類是地球生物的新客。最古老的鳥類化石是始祖鳥 (Archaeopteryx)，出現在距今約一億五千萬年前，當時正是爬蟲類動物主宰大地，和具有 8 公尺寬翼面的翼龍橫行於海上的時候。事實上，始祖鳥非常接近爬蟲類動物，牠們的頸骨上有牙齒，並擁有一個長形的骨質尾部，上有鱗片被覆，這是爬蟲類動物的特徵。在鳥類特徵方面，最明顯的是牠們擁有一對寬廣且被有羽毛的翅膀，和頸骨形成的嘴，以及一對大眼睛。雖然全身都有羽毛，但這種古代鳥類並沒有發育完善的肌肉，用以做長程的飛行，所以始祖鳥只能利用翅膀，做簡單的滑翔，從樹上滑下，直撲大型獵物。始祖鳥的兩個翅膀上，各有三隻細長的爪，可用來握拿食物或攀緣樹幹，類似今日的飛狐。

就現有的化石資料顯示，鳥類是在距今六千至七千萬年前演化出來的，至距今二千萬年前到達全盛期，直到今日，牠們仍是動物中演化相當成功且數量眾多的一羣。



。脊椎動物中，鳥類的種數僅次於魚類，約有九千種，總數高達一百億。鳥類生活的空間非常寬廣，世界各地都有，從極地的水域到沙漠和熱帶的森林都可以發現鳥的踪跡。

鳥類的解剖

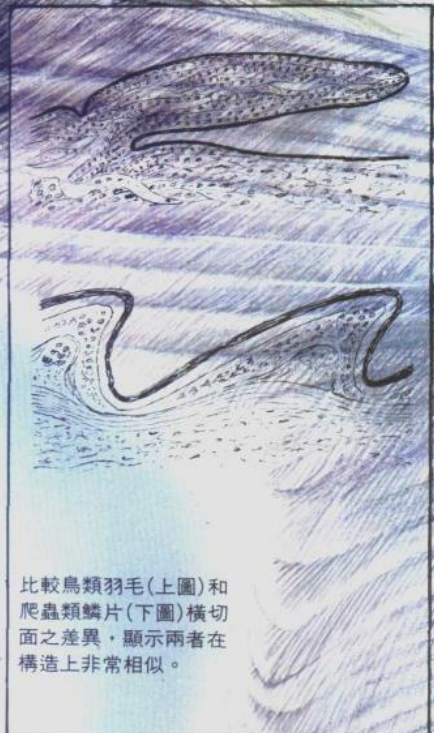
鳥類成功的秘密，在於牠們擁有一身多用途的羽毛，這羽毛是由爬蟲類的鱗片演

變而成，有四個重要的功能：(一)形成絕緣層，包圍軀體；(二)形成翼面和尾翅，幫助飛行；(三)使身體防水；(四)羽毛的顏色，可以提供有效的偽裝，或展示求偶行爲。鳥類的外翅羽彼此部分重疊，使鳥類流線型的外形有助於飛行。較小的羽毛稱為翎羽，密佈於全身，形成主要的絕緣層。翎羽也是幼雛鳥身上最先出現的羽毛。

要能飛行成功，鳥類的骨骼必須輕而堅

硬，某些骨骼癒合，可以加強整體結構的強度，如骨盤就是一例。鳥類骨骼輕，因為是中空的，但支架的骨骼則無此性質。由肺部延伸所形成的氣囊分佈於各組織間，也有減輕重量的功能，並可使組織得以直接接受氧氣的供給。

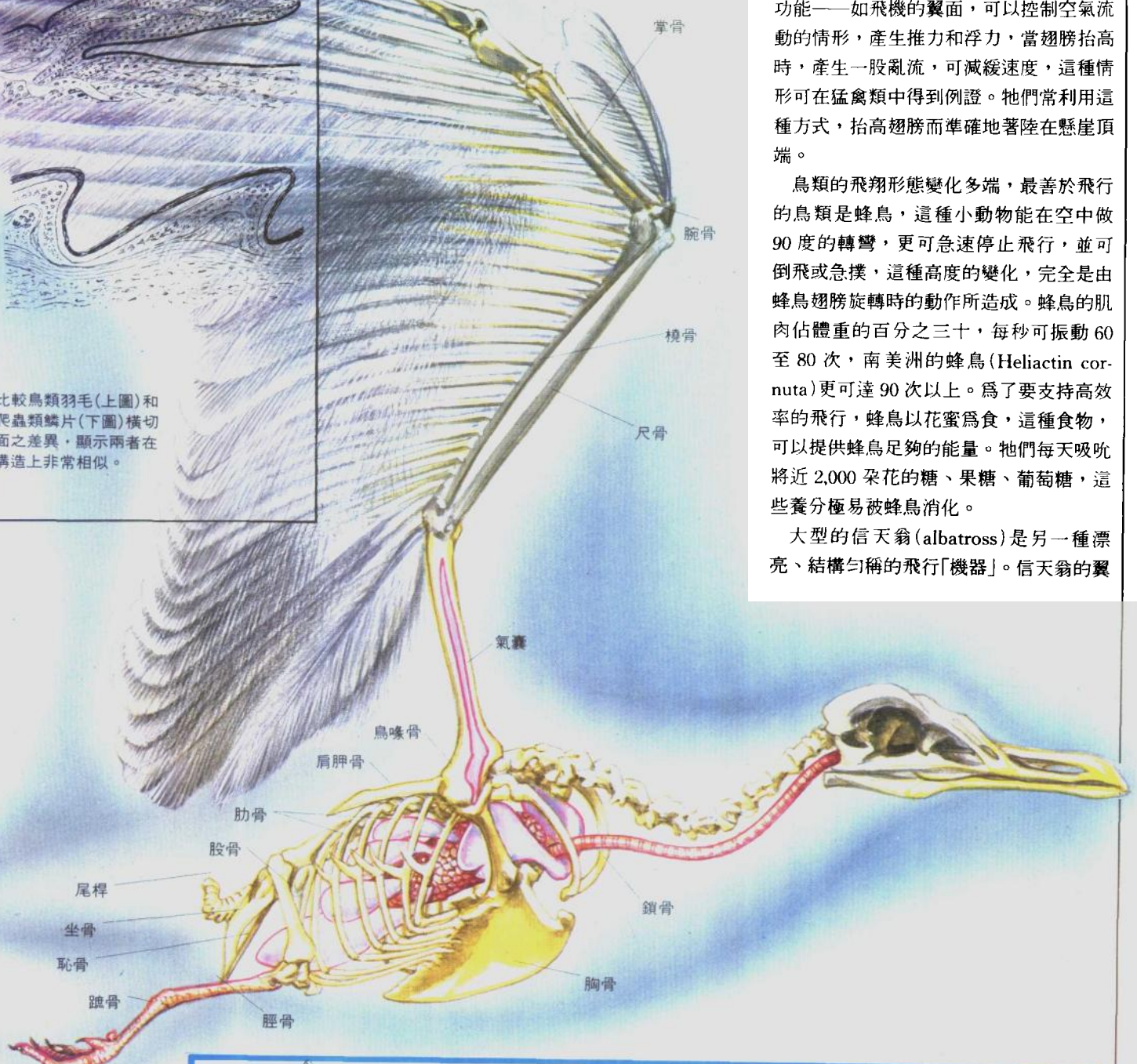
鳥類飛翔的推進力，主要是來自飛行肌肉的發揮，鳥體的肌肉從前肢延伸至龍骨 (龍骨是胸骨的突起)。其肌分成兩套，較



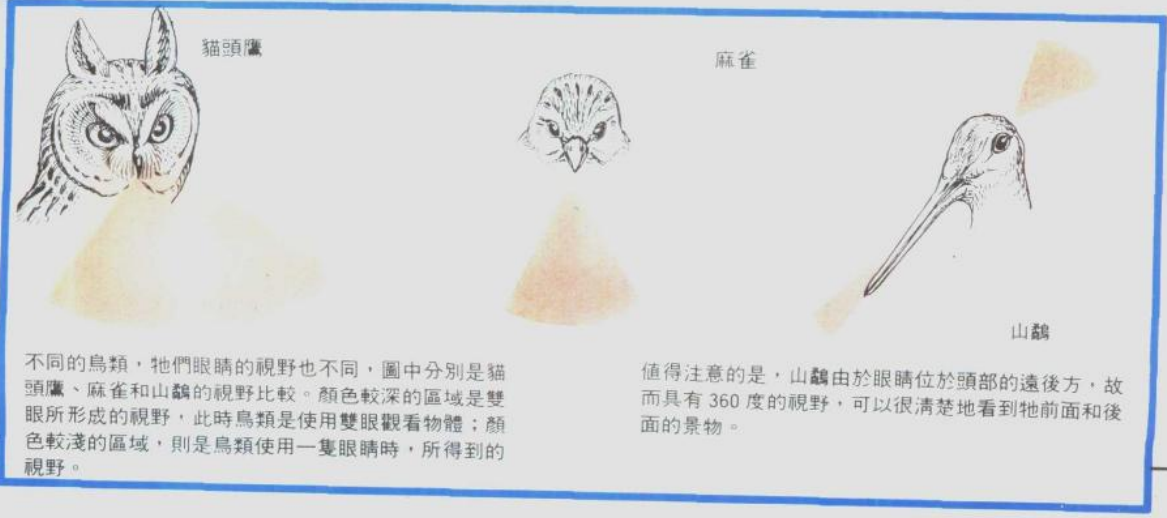
大的一套可以提供有效的向下壓力，較小的一套則可控制向上的力量。鳥類的翅膀功能——如飛機的翼面，可以控制空氣流動的情形，產生推力和浮力，當翅膀抬高時，產生一股亂流，可減緩速度，這種情形可在猛禽類中得到例證。牠們常利用這種方式，抬高翅膀而準確地著陸在懸崖頂端。

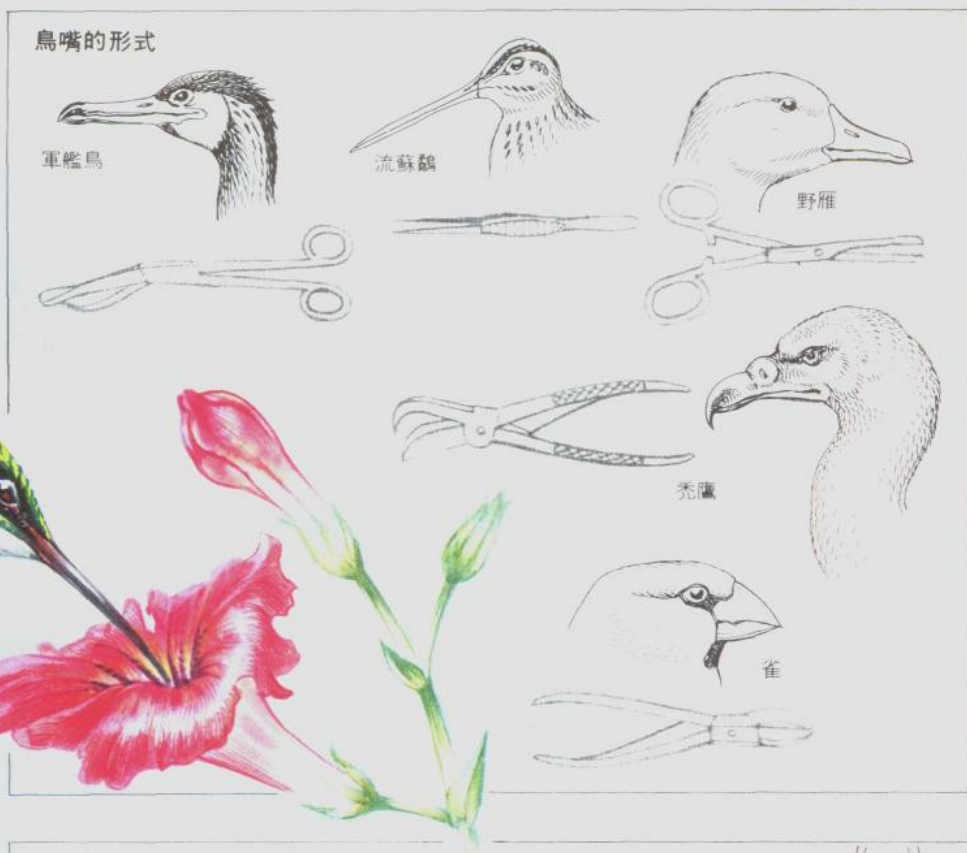
鳥類的飛翔形態變化多端，最善於飛行的鳥類是蜂鳥，這種小動物能在空中做90度的轉彎，更可急速停止飛行，並可倒飛或急撲，這種高度的變化，完全是由蜂鳥翅膀旋轉時的動作所造成。蜂鳥的肌肉佔體重的百分之三十，每秒可振動60至80次，南美洲的蜂鳥(Heliactin cornuta)更可達90次以上。爲了要支持高效率的飛行，蜂鳥以花蜜爲食，這種食物，可以提供蜂鳥足夠的能量。牠們每天吸吮將近2,000朵花的糖、果糖、葡萄糖，這些養分極易被蜂鳥消化。

大型的信天翁(albatross)是另一種漂亮、結構勻稱的飛行「機器」。信天翁的翼



鳥類和其他動物不同的地方，在於牠們體表上有羽毛覆蓋，骨骼構造特殊、有翅膀，以及能夠長距離的飛行；然而，牠們和某些動物仍具有很高的相似性。上頁中圖：比較鳥類和爬蟲類的骨骼系統(skeleton)我們可以發現，這兩類動物具有一個共同的祖先。





展可達 3 公尺，可以連續滑翔數月不著陸，信天翁這種不費力的飛翔，使牠們得以活躍在海浪之上。信天翁生活在南太平洋的暴風雨帶(Roaring Forties)，這一帶的強風，可以減少信天翁在天空作長時間滑翔時所需的能量。牠們能利用在海面不同的高度下的風速差異，來調整飛行情形。在海平面高 15 公尺的地方，風速最大，在海平面稍上方，風速因和海面摩擦，風速漸緩。信天翁會順風快速地滑翔，直到快接觸海面時，再快速地改變方向，進入風中，讓風將身體推上空中。信天翁會一直重複這種飛行方式，偶而也會在海中獵取一條烏賊，或是小魚做為食物。

鷹(kawk)和秃鷹(vulture)在高空中不休止的盤旋，則是利用太陽光能照射地面，產生上升的熱氣流，來支持牠們在空中的飛行。海鷗(gull)也是利用上升氣流來飛行，牠們常停在峭壁之上，利用陣陣強風撞及峭壁面，再折而向上所產生的浮力來飛行。

爲了要保持羽毛的良好狀況，鳥類也會採取一些清理羽毛的措施，譬如用嘴理毛。鳥類並利用潤羽腺(位於腹部的頂端)所分泌的油脂，用嘴沾到飛羽上，以保持羽毛防水的性質。另外，鳥類也會經常在各種水池中洗澡。椋鳥則另有一種利用螞蟻來清理羽毛的特殊方式，椋鳥坐在地

上，翅膀完全張開，讓螞蟻爬上羽毛，當螞蟻爬到身上時，鳥便開始忘我的扭動狀態。據推測，椋鳥會利用螞蟻分泌蟻酸的特性，除去附著在皮膚和羽毛上的寄生蟲。

攝食技術

鳥類的嘴(喙)有各種形狀，以適應各種不同的食物，自然界中，大概只有苔蘚和菌類可免於被鳥類啄食。每一種鳥類都有其特定的食物，如此才能減少彼此之間的競爭。鳥類中只有鸚鵡科動物才是真正的雜食性動物，牠們被認為是最有智慧的鳥類。

鳥類爲了攝食，除了在嘴型上的改變外，身體其他的結構也有某一程度的適應。譬如，紅鶴(flamingo)擁有高蹺的腳，可幫助牠們在鹽水中的淺灘上攝食藍綠藻，然後再利用牠們上彎的嘴篩去雜質。秃鷹裸露的頭部和頸部，看起來非常

奇怪，但卻可以幫助秃鷹鑽入屍體的內部，去尋找適當的食物。非洲鞋喙鳥(shoebill)是另一種特殊的鳥類，牠們的嘴大而寬，就像是一把有蓋的大湯匙，能挖掘藏在泥澤中的肺魚和青蛙。

吃昆蟲的鳥類

有許多鳥類以昆蟲爲食，在地上、樹枝葉間、以及在空中，鳥類都可以捕捉到昆蟲。冬天的時候，林地之內空空曠曠，看起來可能沒有昆蟲，但仍有一大羣森林中的留鳥，正等著攝取藏於此中的昆蟲，譬如，啄木鳥會輕輕地敲打腐樹幹，用牠那長而有黏性的舌頭，掘出幼蟲。靈敏的五十雀啄出樹皮的昆蟲；旋木雀則利用在樹幹和樹枝旋繞的時候，尋找那些藏在樹縫中的小昆蟲；成羣的山雀在常綠樹的葉子上尋找昆蟲；冬天的鷓鴣呼颺於森林間，捕捉掛在爬藤(如常春藤)葉間的蜘蛛；在歐洲的森林地上，可看到鵝鳥和知更鳥一

類的鳥類，在枯葉堆中覓食，在英國，知更鳥更會進入庭院中，吃食被農夫掘出的昆蟲。

在春天，第一批的遷移性鳥類(候鳥)由南方回到北方的森林時，此時正和許多飛行昆蟲和毛蟲的出現相吻合。大多數的鶯科鳥類生活在森林中的某些特殊樹木上，譬如，北美洲的挑金娘鶯偏愛生活在針葉林內，以林中的昆蟲為食，並在此進行生殖育幼工作，但當牠們回到北方後，會以挑金娘和山桃的漿果為食(上述兩種植物均是美國東部很常見的灌木)。

猛禽鳥類

猛禽鳥類是指鷹、鷲之類的肉食性鳥類，牠們外型雄偉，飛行有力，對人類而言，猛禽鳥類是一羣充滿魅力的動物，也是一羣因遭人誤解而備受迫害的動物，因為人們相信牠們會吃家畜。從古至今，猛禽鳥類常被人們訓練成狩獵時的助手，牠

們具有敏銳的眼力，強而有力的喙部 and 大型帶勾的爪。其中最為壯觀的獵鷹是一種隼(peregrine falcon)，牠們可從高空筆直追捕獵物，速度高達每小時 250 公里。

魚鷹(osprey，鸞)是一種特殊的捕魚鳥類，牠們常以緩慢而有力的翅膀擺動方式，在湖泊的上方盤旋，尋找魚類。對魚鷹而言，從水中抓起一條 2 公斤重的魚不費吹灰之力。短尾鷹(short-tailed eagle)則是以蛇為主食，牠們常在地中海的灌木林上空翱翔，發現目標(爬蟲類動物)後，急速地撲下，抓住獵物，使牠不能動彈。看短尾鷹吃蛇的情景，就好像是觀看人吃長條的通心麵一樣。

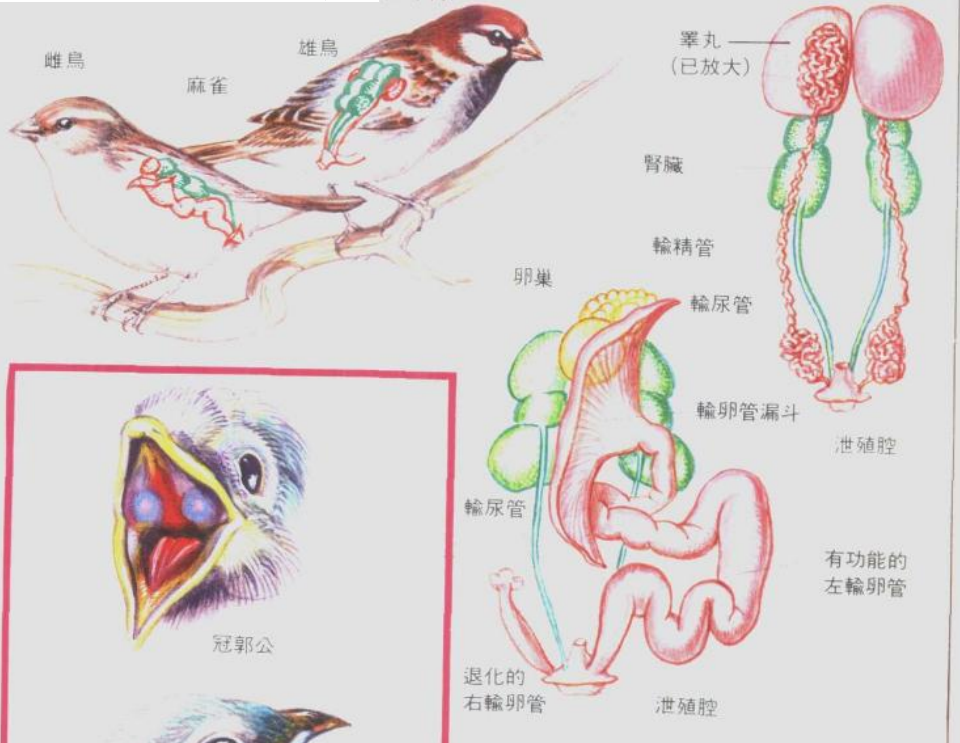
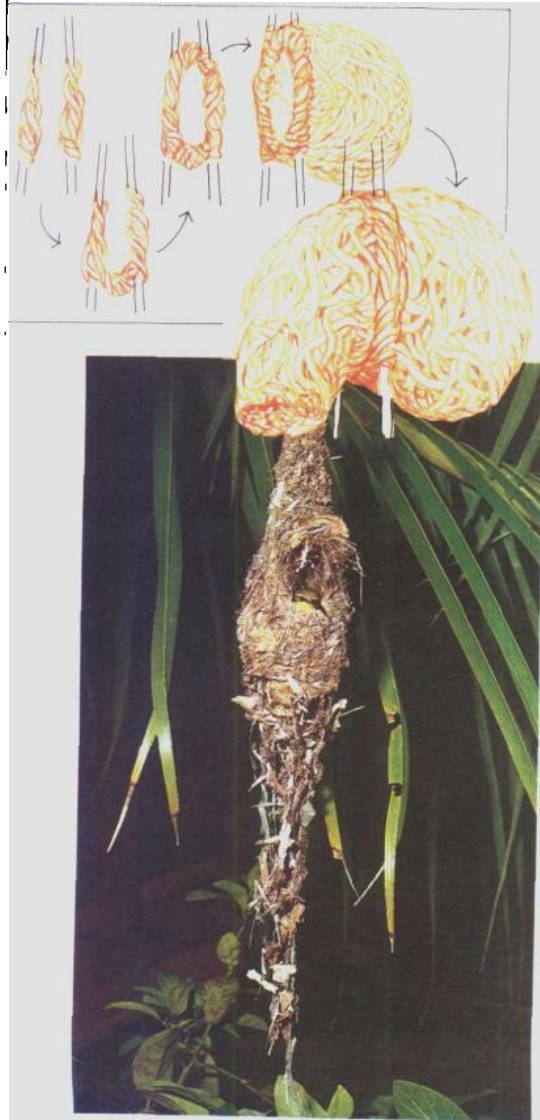
由於棲息地減少和殺蟲劑的大量使用，造成許多猛禽鳥類的數量逐漸減少，然而紅隼(kestrel)的數量卻反而逐漸增加。紅隼較常出現在歐洲，經常在主要道路兩旁的草邊活動，並尋找食物，牠們以各種老鼠和野鼠為主食；由研究中得知，紅隼除

了吃昆蟲和小鳥之外，牠們大約每年每隻要吃掉二百隻啮齒類動物。

吃植物的鳥類

鳥類之中也有許多種類是以植物為食，尤其是在熱帶森林中，更有許多色彩鮮豔的大型鳥類，譬如巨嘴鳥、鸚鵡和犀鳥等，牠們常呈小羣活動，在樹間飛行，以森林中的天然果實為食(這種食物是不虞匱乏的)。

在溫帶地區，水果和漿果的供應呈季節性的變化，冬季來臨之前，這種果實將會被鳥類採食殆盡，故冬天之時，牠們必須遷移至南方去尋找果實，譬如，在北美洲的黃連雀，暮秋之時，會南下至巴拿馬一帶去尋找漿果當食物。又如，那些吃種子的雀類，也會以成羣的方式一起活動，有時，數種鳥類形成一大羣，在農地一帶四處覓食。

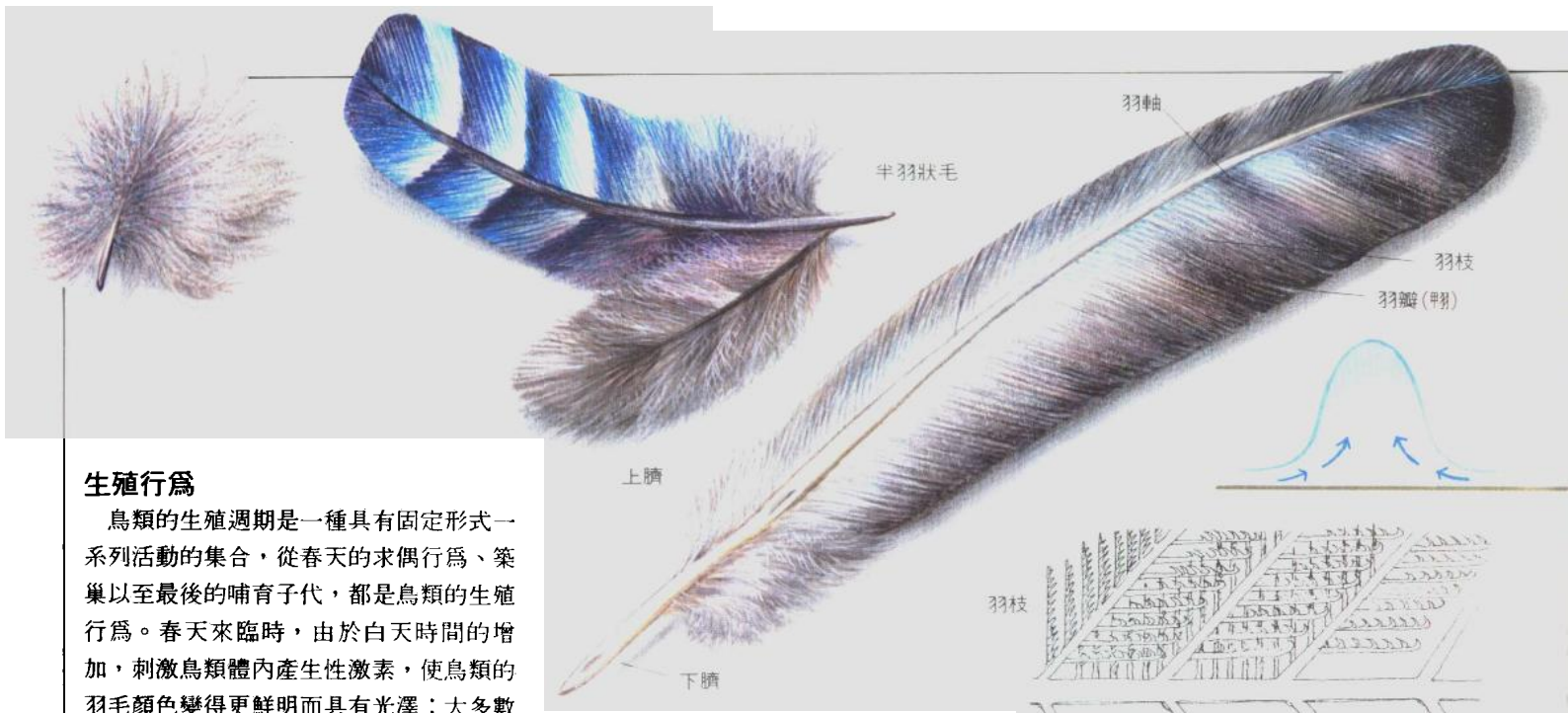


剛孵出的幼雛，其口腔和嘴部具有鮮明的顏色，或是具有某種裝飾；這些構造的功能，主要是在乞求食物。當幼鳥張開嘴部之時，具有告訴成鳥「餵我」的暗示，並告訴成鳥應在何處覓食。

最左上：本圖展示鳥嘴喙部在不同的環境之下，所演化出來的各種高度特化的適應型態，鳥嘴的外形主要是受到食物的影響；蜂鳥適應於吸食花蜜，故具有一長狹形的嘴；而禿鷹以腐屍上的肉為食物，所以擁有一個銳利、尖形的嘴。

左上：鳥類的行為(如築巢行為)和其軀體的構造特化是平行發展的，一個巢的建造，鳥類本身必須擁有許多的技術方可完工，從編結到使巢黏牢固定等等的技術，都很重要；巢的型態也有很多種式樣，有單純的樹枝堆積，也有掛在樹枝上的懸垂巢(如本頁左下圖的照片)。

上：圖中比較雄鳥(上圖)和雌鳥(下圖)生殖器官的構造。



生殖行爲

鳥類的生殖週期是一種具有固定形式一系列活動的集合，從春天的求偶行爲、築巢以至最後的哺育子代，都是鳥類的生殖行爲。春天來臨時，由於白天時間的增加，刺激鳥類體內產生性激素，使鳥類的羽毛顏色變得更鮮明而具有光澤；大多數的情況，是由雄鳥利用明亮的羽毛，來吸引雌鳥的注意力，展開求偶的行爲。鳥鳴聲也是求偶行爲中一項重要的基本因素，它具有吸引雌鳥和建立生殖領域的功能，雄鳥利用鳴聲警告其他雄鳥，不可進入牠的生殖範圍內。譬如美洲的朱雀和歐洲的知更鳥，就非常用心保衛牠們自己的領域。

任何鳥類的鳥巢形式，及卵的外表都不盡相同，但也有某些鳥類是不建造任何鳥巢的，譬如，帝王企鵝是利用牠的雙腳當作巢穴來孵卵。如海鳩之類，擁有梨形的蛋，可以防止蛋自崖壁突出的狹礁石上滾落。澳洲的馬利鳥(mallee fowl)利用植物和土壤蓋住牠們的蛋，以遮蓋物所造成的熱來孵蛋。南美洲的高山懸巢鳥，非洲的織巢鳥和歐洲的懸巢雀，都能構築細緻籃狀的巢，巢上端附於樹枝上，而呈下垂浮懸狀。另一種懸巢雀所築的巢更奇特，牠們會製造一個假性的開口，使掠食性動物(如樹上的蛇類)判斷錯誤，藉此達到保護自己的目的。

某些種類的幼鳥在未能走路之前，就會跑步，這種能力其實在出生之後就已具有，許多涉禽類就是這種型態。而許多樹

棲性的鳥類，牠們的幼鳥在剛出生時，非常脆弱，凡事必須由雙親幫忙，甚至在離開鳥巢之後，仍需靠雙親供給食物。

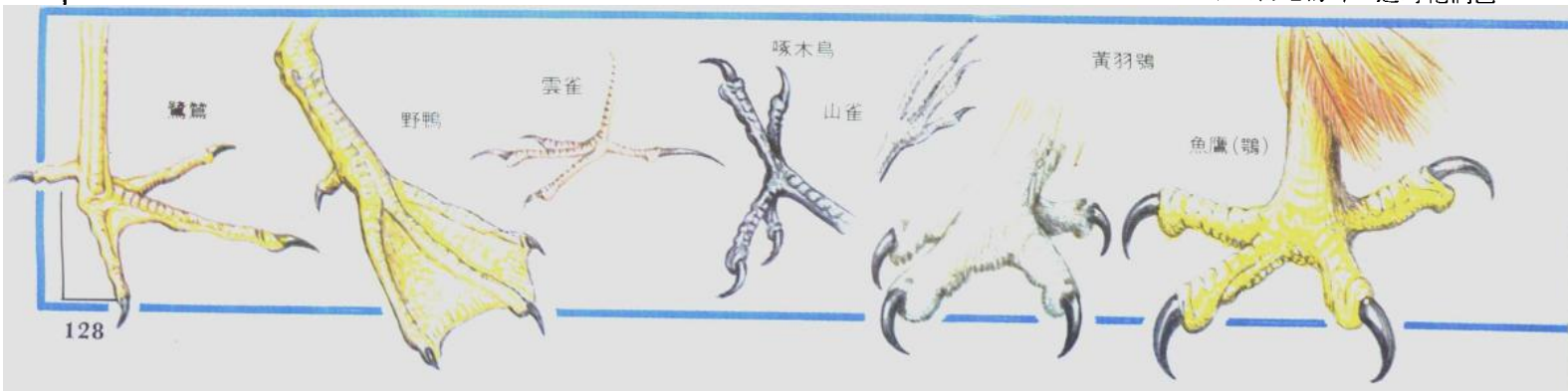
生殖行爲中，有一種特殊的寄養方式，那就是產卵的鳥類本身，自己不築巢，也不孵蛋，而將蛋產於別種鳥類的巢中，由該種被寄養的鳥類幫牠孵蛋，目前已知約有 80 種以上的鳥類是以這種方式孵出幼鳥。此外，另有 20 種鳥類將其蛋產於鄰近的鳥巢中，歐洲杜鵑(cuckoo)是我們研究較多的寄養性鳥類，被牠們所寄養的鳥類種類高達 300 種，牠們將鳥蛋下在會孵蛋的別種鳥巢內，而其蛋的大小和顏色也和被寄養鳥類的蛋相似。所有的鳥類(包括許多鴨科鳥類在內)都屬寄生性，南美洲的黑頭鴨，當牠下蛋在別種鳥類的巢中時，似乎更沒有選擇性。研究中發現，被牠們寄養的鳥類包括別種鴨科的鳥類和朱鷺，甚至小型的猛禽鳥類。

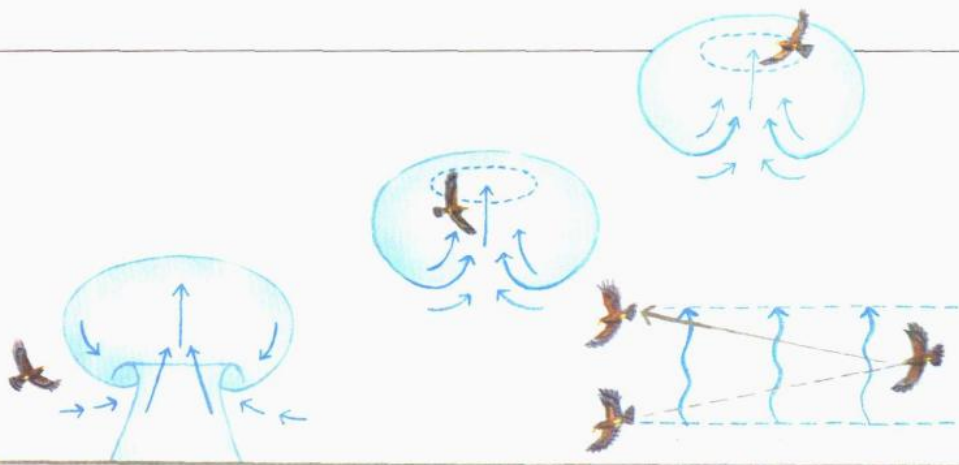
遷移

過去，大家都認為鳥類會像青蛙一樣，將自己埋在池塘底部的泥濘土內冬眠，但事實上却不是如此，不過，有一種產於美國加州的夜行性怪鷓(poorwill，又稱

goatsucker)，在冬天時也會進入冬眠的狀態。更有一次，曾發現怪鷓藏在石頭裂縫中，等春天到臨，溫度上升之時，才重新恢復生機。當然這是一個例外，因為大多數的鳥類都是以遷移的方式，來避免惡劣的天氣，雖然目前我們知道許多遷移性鳥類的路徑，不過，我們仍然不知道鳥類是如何飛行到達目的地。太陽和星星的位置，以及地球的磁場，都是影響因子，但是鳥類如何一點一滴的綜合分析這些資料，仍是一個謎。北極燕鷗是候鳥中最佳的長距離飛行家，牠們一次飛行可達二萬二千五百公里，由北極區域的蘇俄到達澳洲。白腰草鷓(white-rumped sandpiper)可能是長距離飛行的第二名，牠們可從加拿大的沿海各省到南美洲最南端的第亞樂(Tierra del Fuego)。

在歐洲，夏天的最後幾日，可以看到電線上的燕子非常興奮地鳴叫，這時牠們已





左：鳥類的羽毛由羽枝所構成，各羽枝彼此連接嚴密；具有支持鳥類軀體，並可作為飛行翼的功能。此外，羽毛也是隔熱物質，可幫助鳥類維持體溫的恒定。
 上：在空中飛翔的鳥類，如鷹類和海鷗，利用太陽照射所形成的上升熱氣流，來維持滑翔的姿勢，可達數小時之久。利用這種熱氣流，鳥類可以節省很多能量。

做好南下遷移到非洲的準備，但是，有些會因體力消耗，或是缺乏食物而死亡，無法到達目的地，而且在路上也會受到獵鷹的威脅，這些獵鷹在秋季築巢，專以南下遷移的小型鳥類為食。

雖然，鳥類是我們所熟知的寵物之一，但是，某些種類卻對人類造成危害，在某些地方，牠們甚至會對人類的生活造成威脅。譬如，中非洲一帶有一種小型，酷似麻雀的紅嘴織巢鳥(quelea)，牠們常數百萬隻羣體活動，並摧毀大面積的穀類農作區，到目前為止，人們對於這些鳥類仍沒有有效的防治措施來控制牠們，免除牠們以蝗蟲過境的方式，危害的作物。



左：展示各種鳥類腳部的外形。水棲性鴨子的蹼狀腳、獵食性鳥類(鴞和鵟)的利爪以及北極松鷄腳部的羽毛可以禦寒，這些例子都足以說明鳥類是如何適應其環境。
 上：這是遷移性鳥類的飛行路徑途圖，牠們的遷移路程非常遠，如灰水雁鳥向南遷移的範圍可長達1萬5千公里，灰胸鵝和北極鵝則有1萬3千公里。

鹵素 Halogens

鹵素為鹽類族元素之一員。族中每一元素皆具相似之化學性質，表現相似之化學「性狀」。鹵素名稱源自希臘字「鹽之形成者」。鹵素族最明顯之性狀為：其化學活性是所有元素中最強的。成員計有氟、氯、溴、碘及砹。

元素如何彼此結合

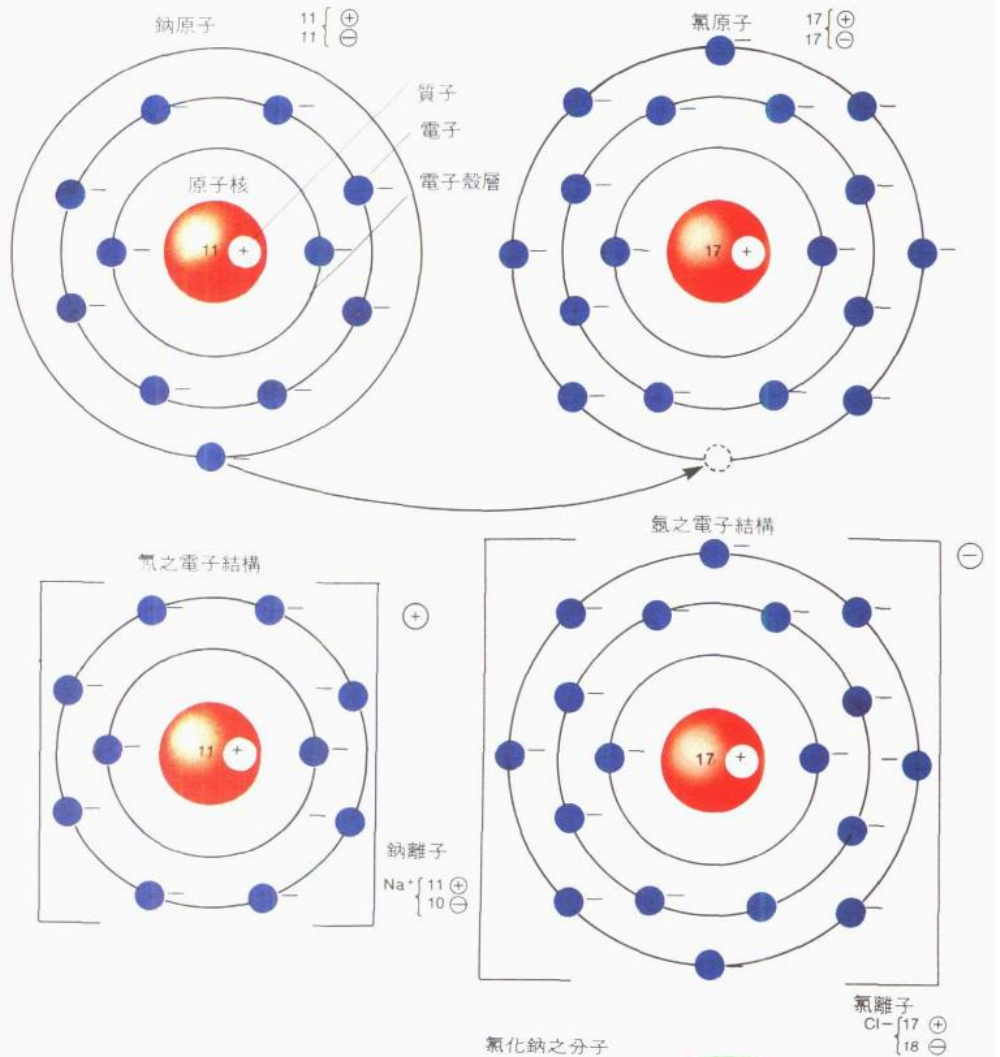
元素之化學性質決定於電子之行為。電子被排列在特定範圍內，稱為殼層。電子以一定的順序填入這些殼層，如果此原子最外殼層完全填滿，稱為封閉的殼層，此元素則不具化學活性。如果此殼層未完全填滿，就可與其他原子結合，借來電子填滿其最外殼層。所須借來的電子越少，元素化學活性則越高。鹵素即是最外殼層中只缺乏一個電子，因此是所有元素中活性最大的。

週期表是一張包含各元素的圖表。這些元素是按原子之質子數排列而成的。元素以行列而分成各羣。同一直列的元素有相似的化學性質，稱為同一族；同一橫列的元素原子之電子則填充於同一殼層中。舉例來說：碳和氧位於不同之直列而屬於不同的族，但它們是位於相同的橫列上，因為它們的電子皆填滿了第一層電子殼層，部分在第二層內。

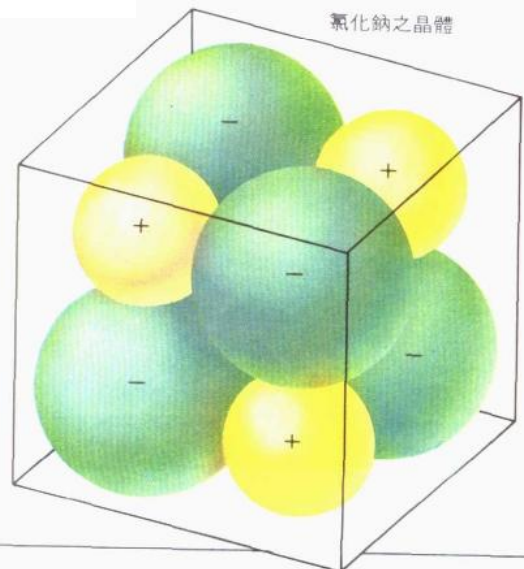
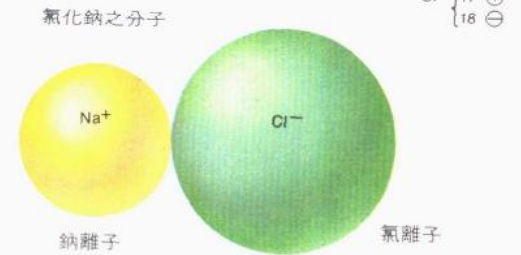
此表最右的直列包含全部具封閉殼層之元素，此族稱為鈍氣族。右邊第二直列包含了僅需一個電子去填滿電子殼層之所有元素，此族即為鹵素。

鹵素族之成員

以物理性質而言，鹵素族各成員間並沒有元素應有的相似性。其顏色由淡黃到紫



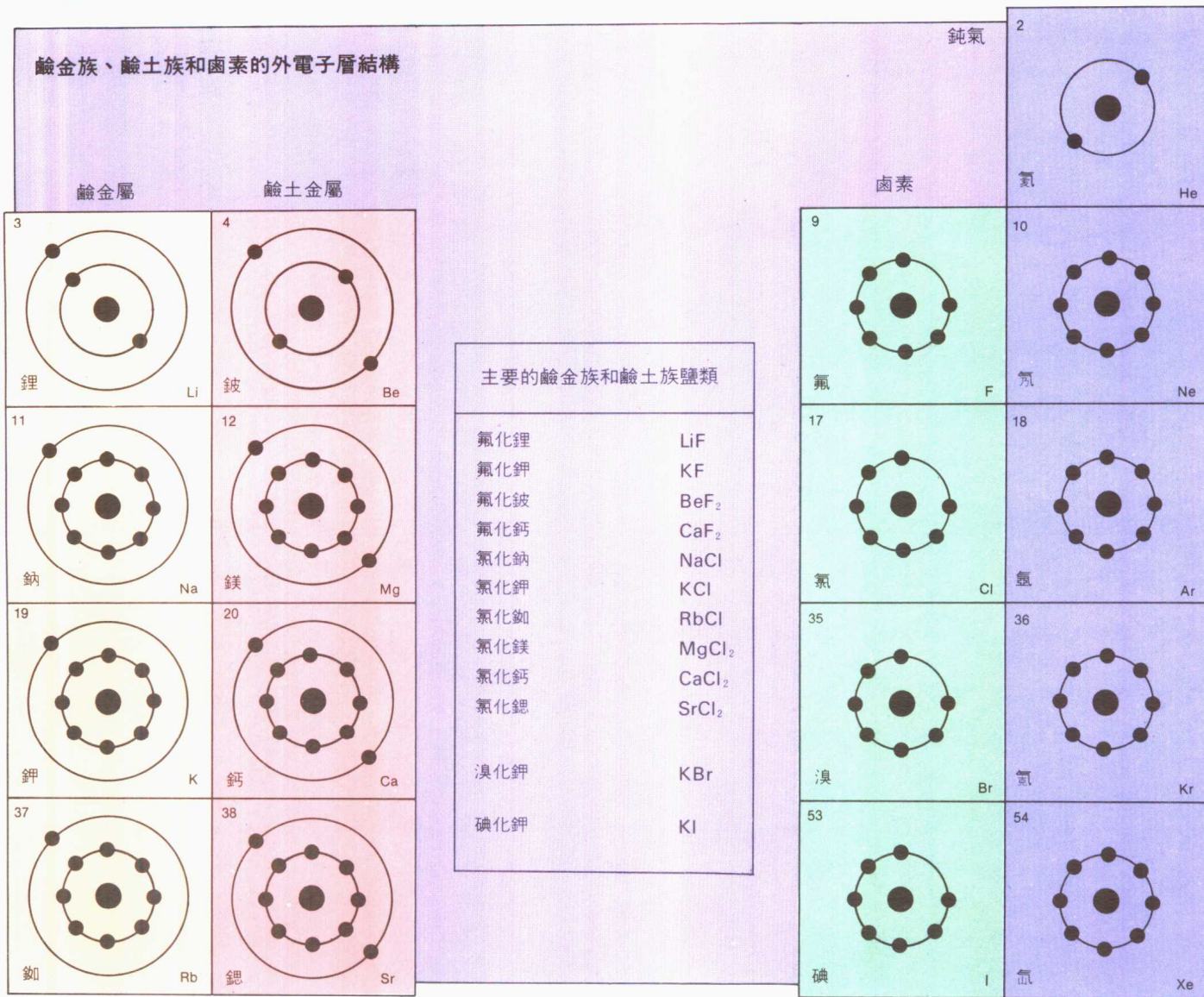
鹵素之活性極高。當原子量增加時反應性減低。因此，砹(為最重之鹵素，具有輻射性)之反應活性最低。鹵素和氫很容易結合形成鹵化氫。它也和鹼金屬族和鹼土族金屬形成鹽，稱金屬鹵鹽。最普通之例為氯化鈉。在化合物中，鹵素得到一個電子，並完成鈍氣組態之穩定結構。鈍氣在週期表上是排列在鹵素之後。



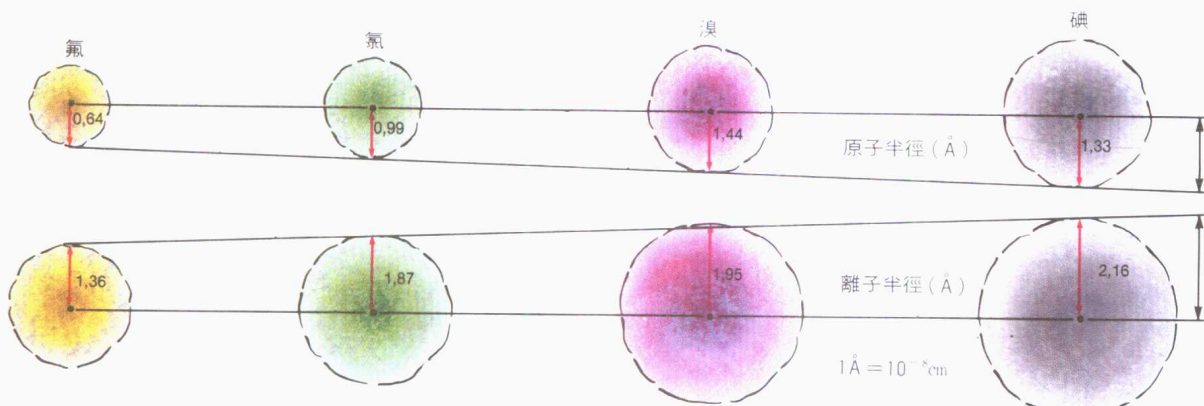
鹵素之物理特徵

元素	符號	原子序	原子量	室溫之狀態	顏色
氟	F ₂	9	18.9984	氣體	淡黃
氯	Cl ₂	17	35.453	氣體	黃綠
溴	Br ₂	35	79.909	液體	紅棕
碘	I ₂	53	126.9044	固體	紫黑
砹	At	85	210		

鹼金屬、鹼土族和鹵素的外電子層結構



原子和離子之大小



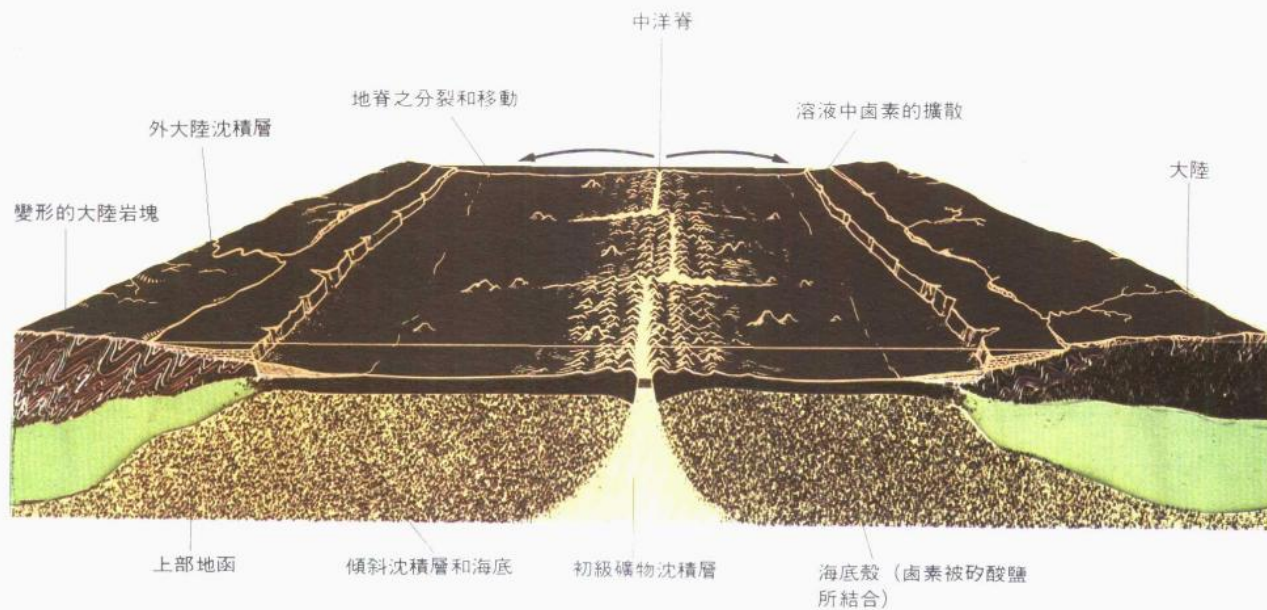
陰電性



鹼氣在外電子層有八個電子(除了氦為兩個)，這是最穩定的電子之結構。鹵素(具有七個外層電子)傾向獲得一個電子。若它們以此種情形填充其外層電子層，則變成負離子。鹼金屬族和鹼土族金屬在外電子層各有一或兩個電子。它們傾向於失去這些電子而變成正離子。因結構之故，鹵素和金屬很容易形成離子鍵。

左：電中性之鹵素原子和負電荷之鹵素離子之大小。當原子序增加時，半徑增加，吸引電子驅向核之力降低，此力稱為陰電性。

鹵鹽的地質化學循環



鹵素由地表層突出之初級礦物沈積層中進入地殼之地質化學循環。鹵鹽在沈積層以離子狀態出現，以原子狀態被放出來，或以矽酸鹽之結晶結構構

成地殼之一部分。這種元素態鹵素因高活性而會立即與金屬結合形成鹽。此種鹽為可溶鹽，進入河流再流進海洋中。鹵素被岩石攔住會經腐蝕作

用而釋放。它們也形成鹽，最後會進入海洋。但是當地質活動隔離出一小部分海洋時，會蒸發導致鹵鹽沈澱，形成鹽床、鹽漠和鹽丘。

黑，且包括兩種固體、一種液體和兩種氣體。其中一種是普通食鹽的成分，另一種則具放射性，且非常稀有。

氟位於直列之頂端，是一種淡黃色氣體，具毒性及腐蝕性。氟為最輕的鹵素，且是地表存量最豐的一種。它也是最具化學活性的非金屬，幾乎可與任何無機或有機化合物包括鈍氣，如氫、氫、氫反應。最為大家熟知的應用就是把氟化物加在牙膏中來預防蛀牙。

氯是黃綠色氣體，也具有毒性和腐蝕性，比氟重，為化學活性第二高的非金屬。氯是最先被分離出來的鹵素，為一種重要的工業化學品，大多當作漂白劑，也常用在游泳池和家庭消毒劑。氯和鈉結合形成氯化鈉，即為普通食鹽，為海水中最重要的鹵素。

溴是紅棕色液體，是室溫下除汞以外唯一的液態元素。它放出紅棕色惡臭的蒸氣，其名源自希臘字「臭氣」。溴用在特定

的汽油添加物及多種染料和藥品上，也存在於海水中，是海草變成紅棕色的原因之一。

室溫時，碘形成具有金屬光澤的灰黑到紫黑色晶體。加熱時，是少數可由固態不經液態直接變為氣體的元素，該氣體呈紫色，具獨特刺激味。碘是最為人知的消毒劑——「碘酊」。碘也用在某些染料和藥品上，而且人類飲食必需之微量元素。它也存於海水及海洋微生物和植物中。

砒位於週期表鹵素族的最下端，為最重的鹵素，具放射性。它的最穩定同位素的半衰期不到 $8\frac{1}{2}$ 小時。砒非常稀少，在地表上的總量不到 28 公克；常作放射性追蹤之用，一般是在實驗室中由核反應之副產物製造而得。

鹵素之化合物

鹵素的化學活性很高，因此在自然界中無法以元素態存在。它們常形成化合物，



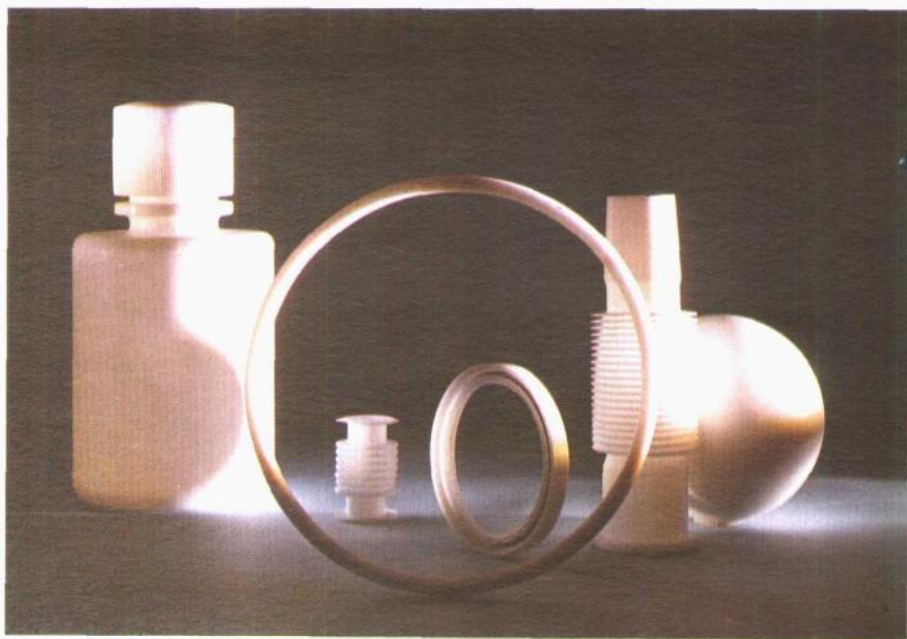
通稱為鹵化合物。例如當鹵素與氫結合時為鹵化氫 (hydrogen halide)，最為人知的用途是製造鹽酸。鹵素和金屬結合即為金屬鹵化物 (metal halide) 或鹽。普通食鹽的化學名稱為氯化鈉，每一分子氯化鈉包含一原子鈉金屬和一原子氯。鹵碳化合物包括鐵弗龍，為鹵素和碳之化合物。



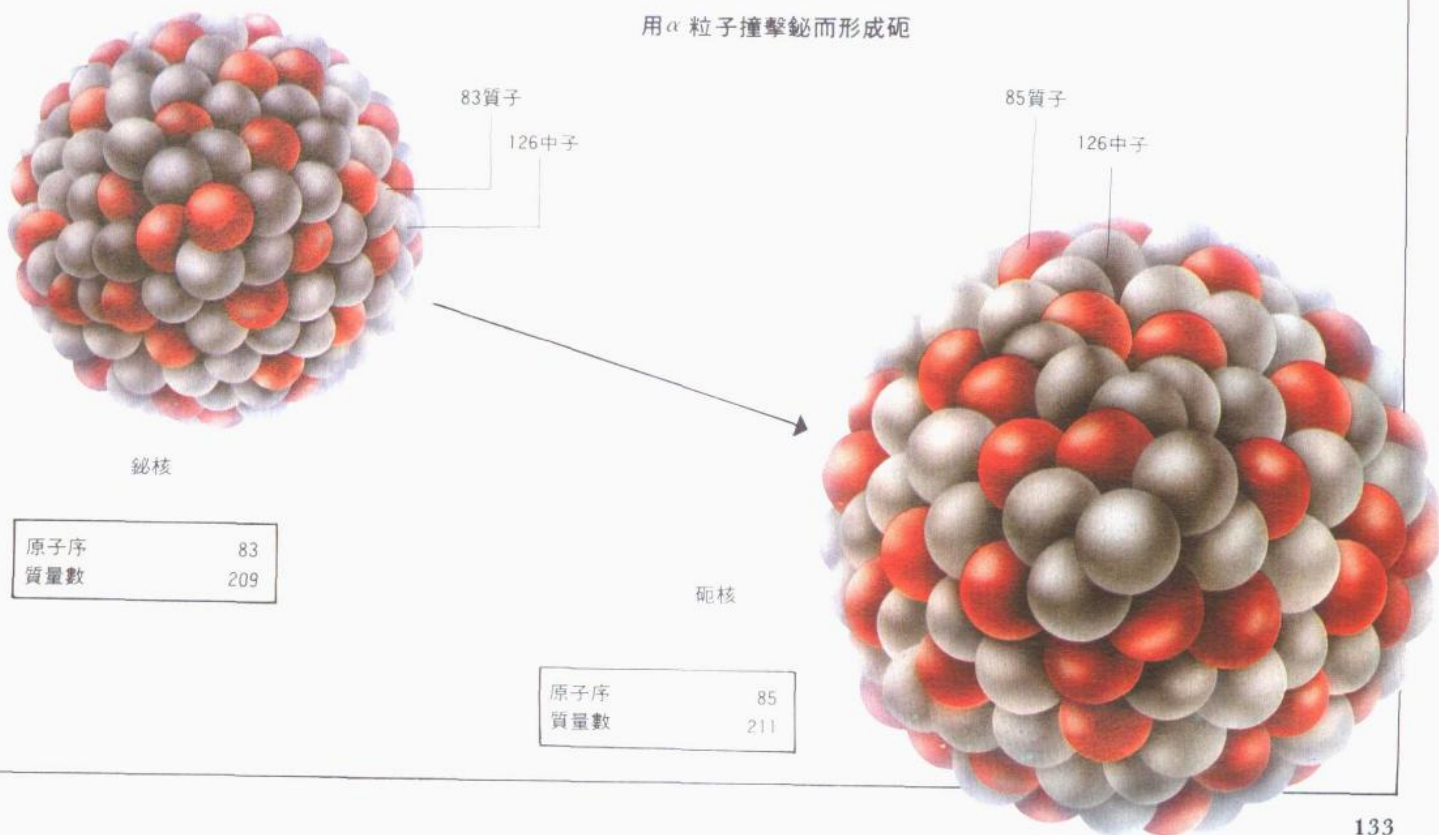
左：純碘為一固體，是薄而紫黑的結晶片。加熱時會由固態直接昇華成氣態。碘化鉀溶在水和酒精中形成一種消毒劑，稱為碘酊。
 氟為已知活性最高的元素。很多工業都使用氟碳聚合物分子。鐵弗龍(聚四氟乙烯)是最重要的一種，對化學藥品具有高度抗性，可用在很多種類之工業製造，包括人工器官。下圖為一些鐵弗龍製造之物件。

砷為鹵素族中最重要的成員，因其具輻射性且非常不穩定。西元1940年在迴旋加速器中，用 α 粒子撞擊鉍(Bismuth)所得的產物中，第一次發現了砷的存在。(α粒子是氦核)於是由此獲得了同位素砷-211。可用它作為放射性追蹤劑。其半衰期為7.2小時。

砷自然發生在鈾礦中但非常稀少。據估計，兩公里深的地殼中其含量少於10毫克。化學上來說，砷與碘化學性質相似，故砷用在動物實驗時也可被甲狀腺所吸收。



用 α 粒子撞擊鉍而形成砷



麥克風 Microphone

將兩個錫罐頭用線連接起來，就是簡單的麥克風模型。首先，移去罐頭的蓋子，並於罐頭的底部戳一個洞，拿一條線連接兩個罐頭，線的兩端分別在兩個罐頭的內部打結。然後兩個人各拿一個罐頭背向而行，直到線拉緊為止。當一方對罐頭講話時，聲音的音響能量會使罐頭的底部振動。這種振動由線傳到另一個罐頭上，並使另一個罐頭與第一個罐頭的底部有相同的振動頻率。當這些振動傳到另一個人的耳朵時，振動的頻率已轉換成聲音了。當然，那人所聽到的是失真的再生聲音，倘若他站在6公尺以外的距離，透過這種裝置，可能什麼也聽不到。但是不管這種裝置有多簡陋，它仍可用來說明麥克風的原理。

運作原理

聲音是空氣分子偏離常態隨機運動的結果。譬如，當你鼓掌或喊叫時，空氣分子受到碰撞而擠壓在一起，交互地擴散和碰撞；聲音便是指這些空氣分子的壓力。大批分子聚集之處，壓力比較高，較少分子之處，壓力就比較低。由於空氣分子在壓力下擴散、壓縮，聲音的能量便以波狀傳送(聲音的能量可以定義為壓力的變化)。

聲波能夠在氣體、液體和固體中傳送(但卻無法在真空中傳送)。在簡陋的錫罐式麥克風實驗裏，呼氣、吸氣的壓力攪亂了罐頭中的空氣分子，使得罐頭底部產生振動。而在第二個罐頭內的空氣分子因第一個罐頭傳來聲波的壓力而產生位移。錫罐式麥克風的功能在於：第一個罐頭將聲音的能量轉換成機械能，第二個罐頭則將機械能轉換成原來的聲音。錫罐式麥克風的效率不高的理由，是其機械能無法利用放大或其他修改的方式加以改善。由於電能可以修改，因此，現代的麥克風都將聲音的能量轉換成電能。

麥克風的主要型態

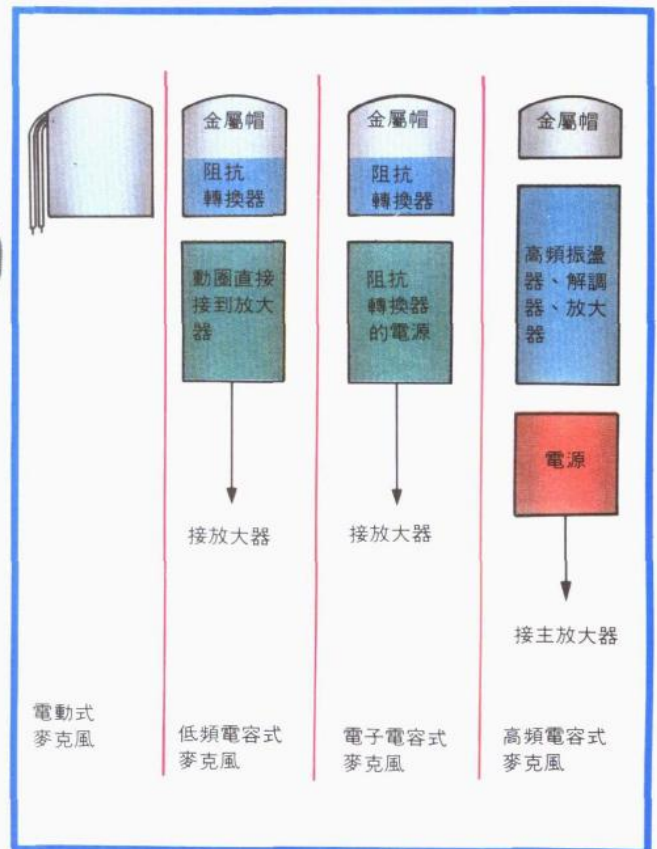
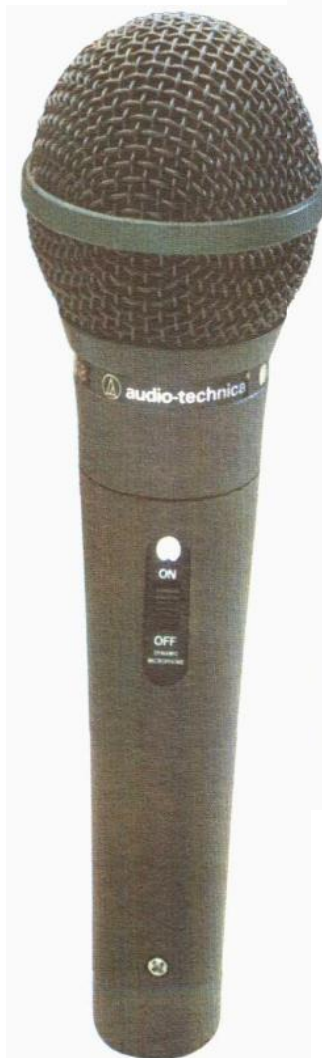
現在所使用的簡單型麥克風為碳式麥克風(carbon microphone)。由聲音(或樂器、其他會發出聲音的裝置)產生的聲音壓力通過麥克風頭，造成振動板(薄的金屬板)的振動。這種振動通過了所謂的按鈕元件(這是一種內含精密包裝的碳粒子的小圓筒)，裏面的碳可以導電，但不如金屬(例如銅)的導電性強。對著麥克風講話時，空氣的壓力增加，圓筒內的碳粒子

立刻受到壓縮，壓力減少，碳粒子就會擴散。碳粒壓縮在一起時，比碳粒擴散時的導電能力強，所以麥克風按鈕的電阻會按聲波撞擊振動板而改變。藉著這種電阻的改變可控制連接到碳式麥克風的電路內電流的大小，聲能於是轉換成調變的電能。如果必要的話，電的訊號能直接連接到音頻放大器上，放大器是一種將原來訊號加以放大的裝置。但有些用途如市區內的電話，因碳式麥克風的輸出夠強，因此不需再放大。

另一種更複雜的麥克風是電動式麥克風(dynamic microphone)，有兩種不同的型態。帶狀式麥克風(ribbon microphone)，又稱為速度型麥克風，具有一薄而繃緊的細長金屬(鉛合金)帶，通常長度為

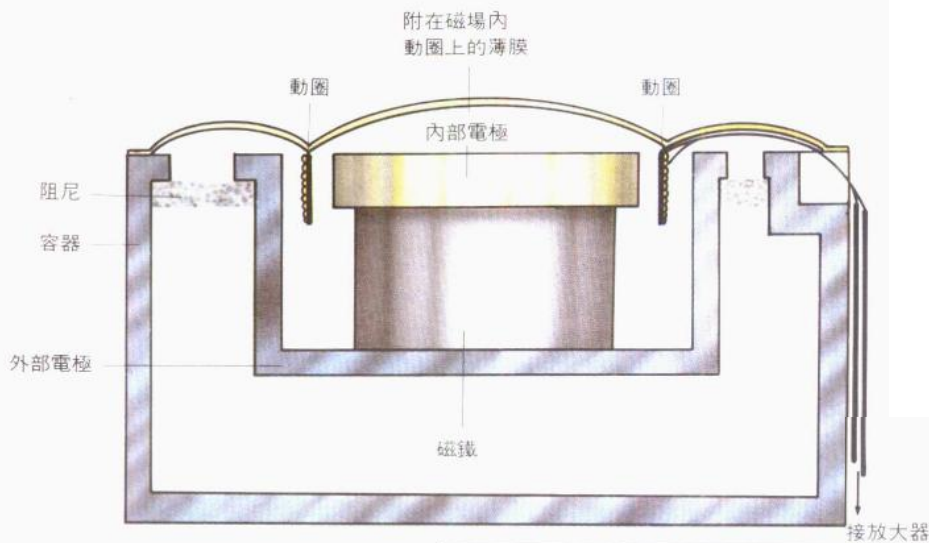
5~10公分，寬度為6公釐，懸掛在磁鐵的兩極之間。帶狀式麥克風因直接位於磁場內，因此當其在移動的空氣分子的壓力下移動時，便產生電壓。帶狀式麥克風亦有一元件叫做變壓器，在接到放大器之前，變壓器會使金屬帶感應的微弱電壓訊號增加。這種型態的麥克風，必需要有放大器。雖然帶狀式麥克風比碳式麥克風更靈敏且傳真度也高，但是却不能接收旁邊的聲音能量；另一缺點便是麥克風的金屬帶相當脆弱，不適用大聲(大音量)或戶外的錄音，否則會因風大而損壞。

動圈式麥克風(moving coil microphone)是帶狀式麥克風的改良型。其優點是線圈由扭曲的線附在塑膠振動板上，長度遠較金屬帶大。也由於這種原因，感應的

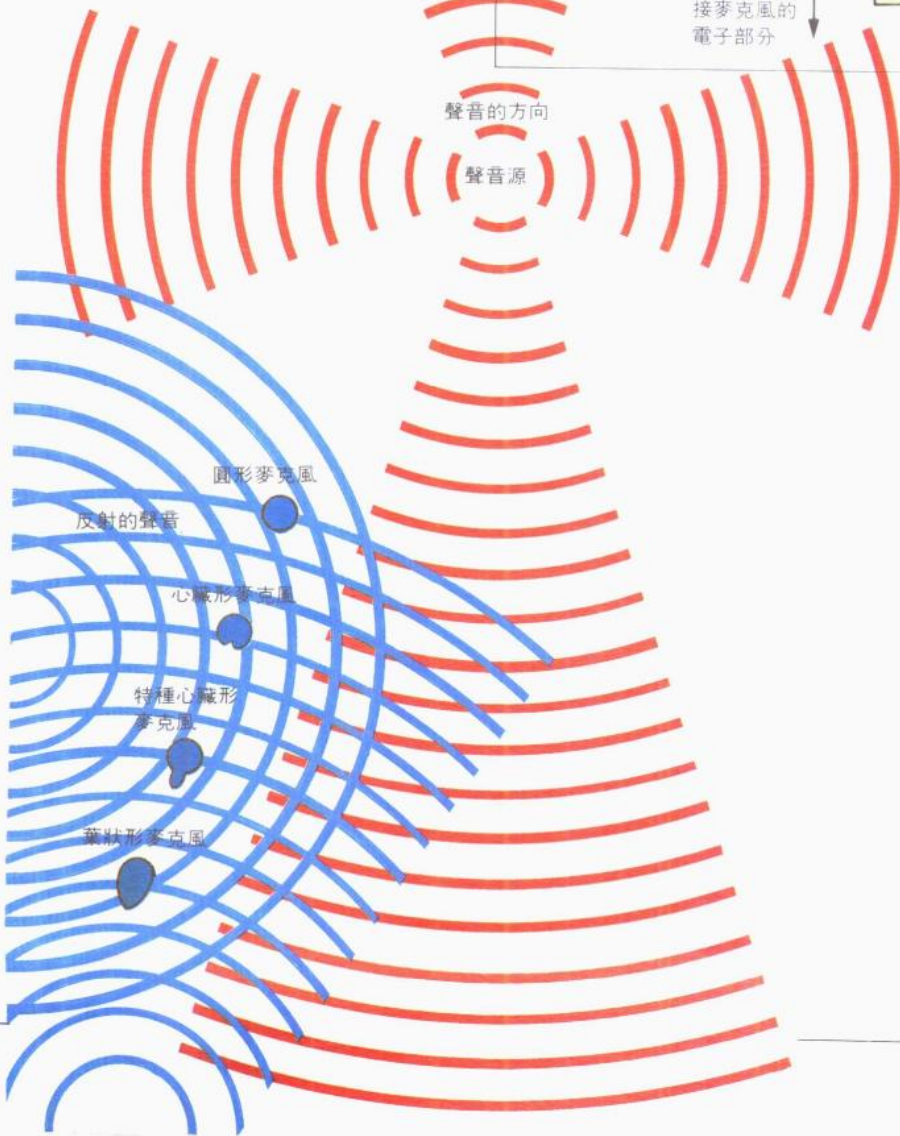
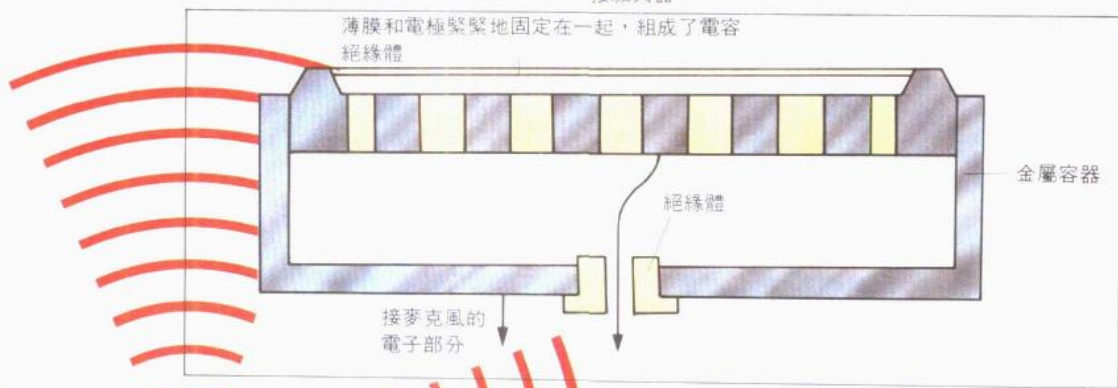


上：四種基本型態的麥克風，即電動式、低頻電容式、電子電容式和高頻電容式。

左：專業用的高頻電動式麥克風。高頻電容式麥克風也時常作為專業錄音的麥克風。主要是因為它們都能濾掉背景雜音。右：圖上說明不同形狀的麥克風是如何從不同的方向接收聲音。



左：圖上說明電動式麥克風的原理。在磁場中的銅線圈附在麥克風的薄膜上，聲波移動了薄膜，也依序地移動銅線圈，線圈的運動便產生了電流。
下：電容式麥克風的橫斷面。當薄膜振動，便壓縮底下的空氣的體積，改變了電容傳輸的電流大小。電容式麥克風有一精確的頻率響應，但是其缺點是不能遠離放大器，才不致造成聲音失真。因此，除非使用阻抗轉換器才能改善這種情形。



電壓增加，使得在一定的音量下輸出較大。動圈式麥克風可說是使用最廣泛的一種麥克風。

其他型態的麥克風還有壓電式麥克風(晶體式, piezoelectric microphone)和電容式麥克風(capacitor microphone)。前者利用壓電效應——也就是當特定的晶體受到壓力，諸如輸入的聲波，便產生了電壓。電容式麥克風也是將聲音轉換成電的脈衝，但是却藉著彈性的帶電振動板，與一平行帶電的固定板。當聲波觸擊到振動板時，它便被推近固定板，使得電流在連接固定板和振動之間的電線上流動。

麻醉法 Anesthesia

西元 1846 年 9 月 30 日，波士頓的一位牙醫摩頓 (William Thomas Green Morton) 為佛洛斯特 (Eban H. Frost) 拔牙。摩頓使用一種藥做實驗，希望在治療過程中能減輕病人的疼痛。而後，病人說了一個驚人的事實——拔牙一點也不痛。一星期後，摩頓在麻省綜合醫院 (Massachusetts General Hospital) 重複此一步驟，首次實施了在麻醉情況下使身體全部或部分失去知覺的外科手術。摩頓使用乙醚 (ether) 吸入法，病人把乙醚吸入血中，就如同吸氧一樣。

吸入性麻醉法

雖然乙醚有高度易燃性，但吸入性麻醉法仍是一般醫院最常用的麻醉方式之一。

有麻醉執照的醫事專業人員稱為麻醉醫師 (anesthetist)。麻醉醫師準備對病人做深度外科手術麻醉時，常由靜脈注入作用與戊硫巴比妥鈉 (sodium thiopental) 一樣快的巴比妥酸鹽製劑 (barbiturate)，以誘導病人進入無知覺狀態；緊接著以靜脈注射注入肌肉鬆弛劑，然後將一管子插入氣管，以保持此道通暢，並提供機械式換氣的途徑。蒸發器 (vaporizer，為方便吸入而使液體變成氣體的儀器) 經由氣管內插管供應一種混合了揮發性麻醉劑、氧及氧化亞氮 (nitrous oxide) 的氣體。麻醉醫師

監督病人的輔助呼吸、心跳及血壓，同時調整麻醉氣體和氧氣的混合氣體，以使麻醉的四個階段維持適當程度的麻醉：

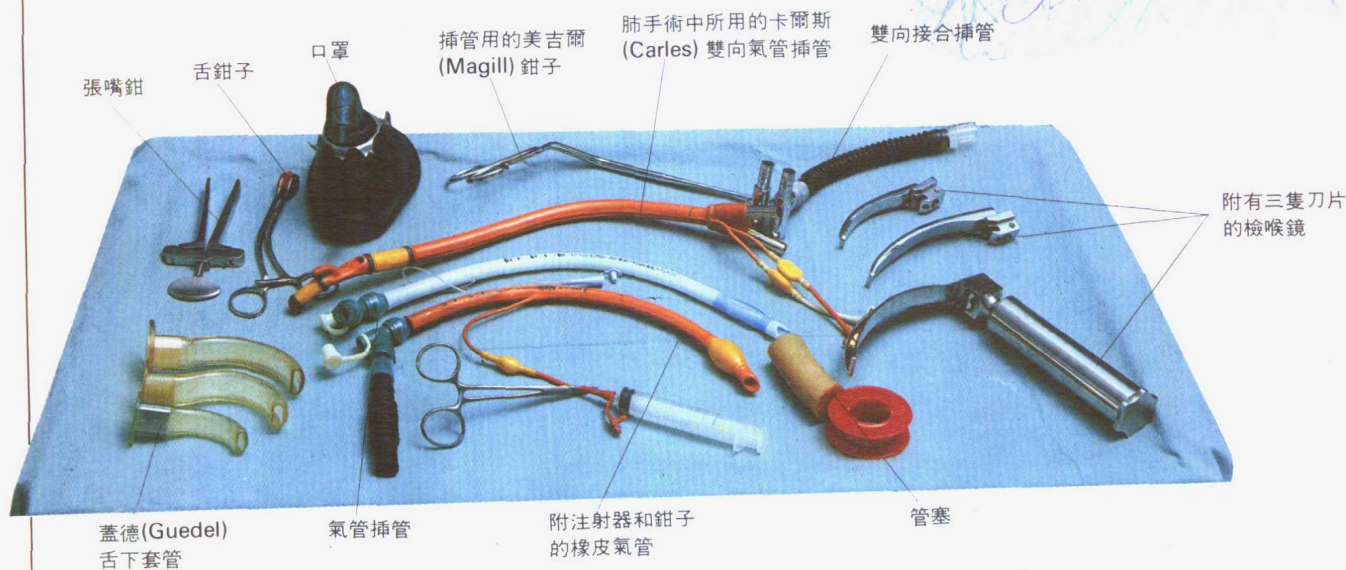
1. 鎮痛期 (analgesia)——雖然疼痛感降低，但仍有知覺，病人鬆弛，心跳變慢。
2. 譫妄期 (delirium)——無知覺，病人語無倫次，對刺激有過度反應。
3. 手術麻醉期——大部分主要手術在此階段實施，病人無意識，對疼痛無反應。
4. 延髓抑制期 (medullary depression)——心跳較慢，有停止的危險，這表示麻醉過深。

這四個階段因使用的氣體種類而有一些差別，乙醚只是揮發性麻醉劑的一種，其他則包括氧化亞氮 (笑氣)、愛撒倫 (ethrane)、福來生 (halothane)，這些麻醉劑都可誘導進入睡眠或無知覺狀態。

鎮痛劑

許多藥可經由服用、靜脈注射或肌肉注射來降低知覺和痛楚，但不會導致睡眠，這些通常都稱為鎮痛劑。

成癮性止痛劑是麻醉劑的一種。兩種最重要的藥物為可待因 (codeine) 及嗎啡 (morphine)，皆由鴉片而來 (所有的成癮性止痛劑亦是)。鴉片乃是切開罌粟未成熟花果所得的乳狀物。人腦似乎對鴉片有



上：在手術中實施麻醉所需的器具。通常它們被放在麻醉醫師容易拿到的盤子中，這些器具乃為其特別的用途所設計的。張嘴器、舌鉗子、舌下套管使氣管擴張及嘴巴開口到最大。同時也繪出了典型的麻醉口罩，用於肺部手術的三種氣管插

管和檢喉鏡。中：心肺循環系統。因為麻醉劑抑制中央神經系統，麻醉醫師的主要工作就是評估心臟能忍受麻醉劑的能力，以及持續運送血液於全身。

特別的親和力，經常使用會很容易上癮而導致危險。

在最近，我們發現大腦也能產生自己的「嗎啡」，此乃是一種稱為 β -腦啡因(beta-endorphin)的化學物質，這個名字結合了「內生性」及「嗎啡」兩個字，是於當人感覺急性痛楚時所產生的。若科學家能知道更多關於人體內的自助除痛機制，或許

即使沒有強力或成癮的藥物也能麻醉，而且更安全。

在比較特殊的情況下，例如生產時最好能保持清醒，但必須止痛，因此可以採用脊椎阻斷術(spinal block)，也就是說，將麻醉液注射入脊髓腔的液體中。這些液體可以阻止神經將痛覺傳至大腦。

催眠狀態和針灸

催眠狀態最先由奧地利醫生梅斯美爾(Anton Mesmer)推廣。它可在一種愉快的氣氛下，使人受到影響而產生奇怪的反應。其麻醉方式中的地位已日趨重要。催眠狀態是一種鬆弛，可由催眠術者的暗示所引發。藉著使用某些熟悉的字眼，施催眠術的人首先教導病人放鬆，漸漸地感覺輕鬆，最後漸漸不覺得痛楚。我們會對許多關鍵字眼，感應極深並集中注意力，進而引起神經和肌肉的反應，這就是鬆弛和麻醉。當深度麻醉無效或病人對麻醉劑過敏時，催眠狀態較為有效，它在牙科或產科方面貢獻尤鉅。

中國人對針灸早已耳熟能詳，但西方國家則是到最近才開始重視中國古代的針灸技術。針灸乃是將非常細微的針，無痛地插入皮膚不同的地方，它所發揮的麻醉作用，是由於刺激大腦內的 β -腦啡因而產生的。

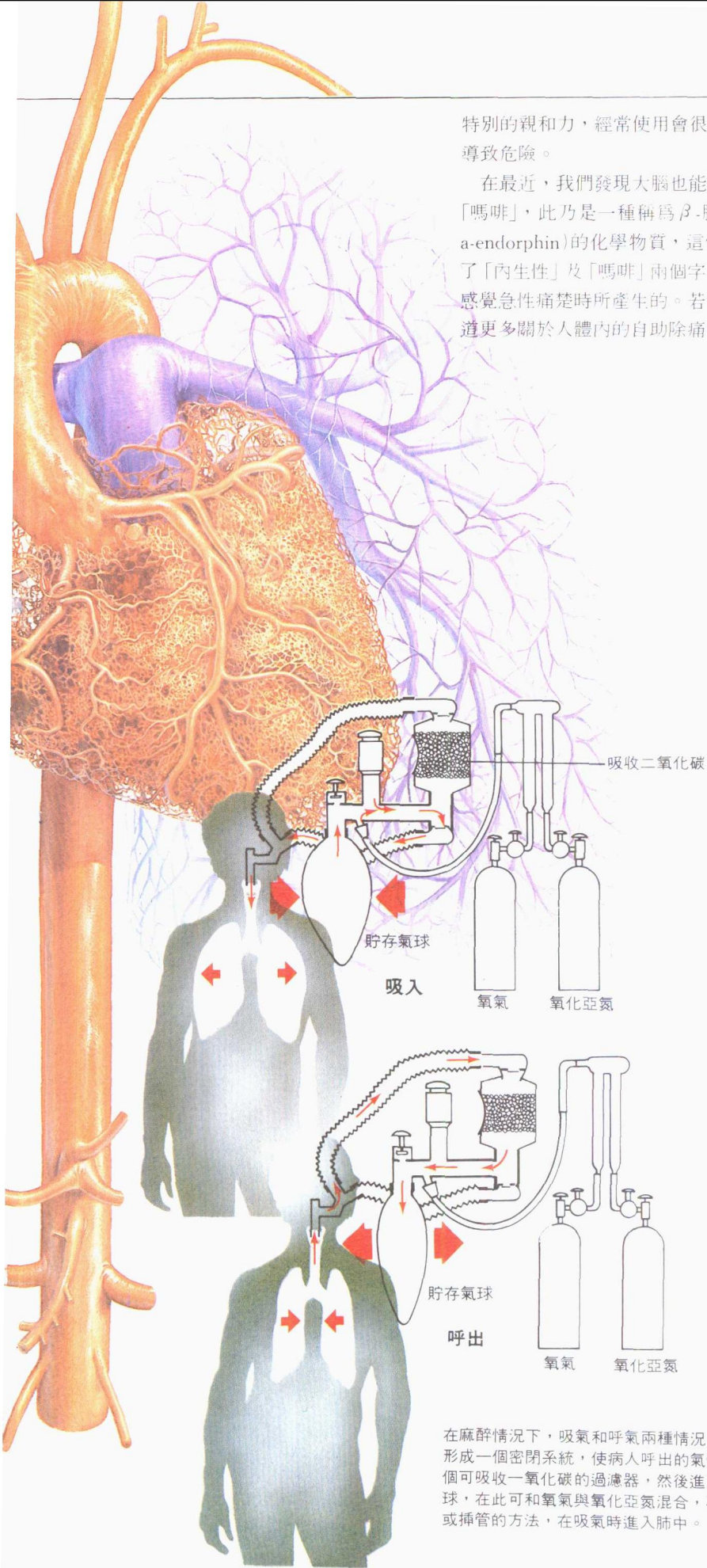
自然的麻醉

對自然發生的現象全無感覺是相當少有的。然而，有些人天生就沒有痛覺。也許有人以為他們很幸運，事實上却恰好相反，這些人一點也不幸運，他們很容易遭到嚴重的傷害，特別是燒傷和切傷，因為他們毫無痛覺。

撞擊後會自然發生麻醉的感覺。根據交通意外事件中嚴重受傷的人表示，當時一點感覺也沒有。

人若陷入歇斯底里(hysteria)的神經狀態，在焦慮和壓力的不自覺作用下，能產生歇斯底里的麻醉，這種狀況有時是短暫的，有時則長達數月或數年之久，相當嚴重。通常被視為精神疾病，必須以藥物和心理治療。

麻醉的一個奇怪作用是，病人通常不記得他曾被麻醉，只會想起在他失去知覺前慢慢進入愉快、夢幻的世界。麻醉使病患免除精神壓力和肉體疼痛，使手術時間更充裕，對醫學貢獻極大。



在麻醉情況下，吸氣和呼氣兩種情況。肺和儀器形成一個密閉系統，使病人呼出的氣體，經過一個可吸收一氧化碳的過濾器，然後進入貯存的氣球，在此可和氧氣與氧化亞氮混合，再藉著口罩或插管的方法，在吸氣時進入肺中。

割草機 Lawn Mower

大部分的人一直到十九世紀中葉，還在使用鐮刀來割草或放牧牛羊以保持草地的整齊。隨著高爾夫球、網球及足球等運動的興起，保持完善的草地做運動場便成為當務之急。由於二十世紀以來以機器代替手工的趨勢，於是好的割草機遂成爲一種必需品了。

早期家用割草機是由農業用收割機變來的——以馬拖曳，並用粗麻布纏著馬的腳，避免草地受踐踏。西元 1830 年，愛得溫·畢爾·布丁 (Edwin Beard Budding) 發展了第一部圓柱型 (或稱捲筒型) 割草機，至今仍爲人們所使用。它的構造

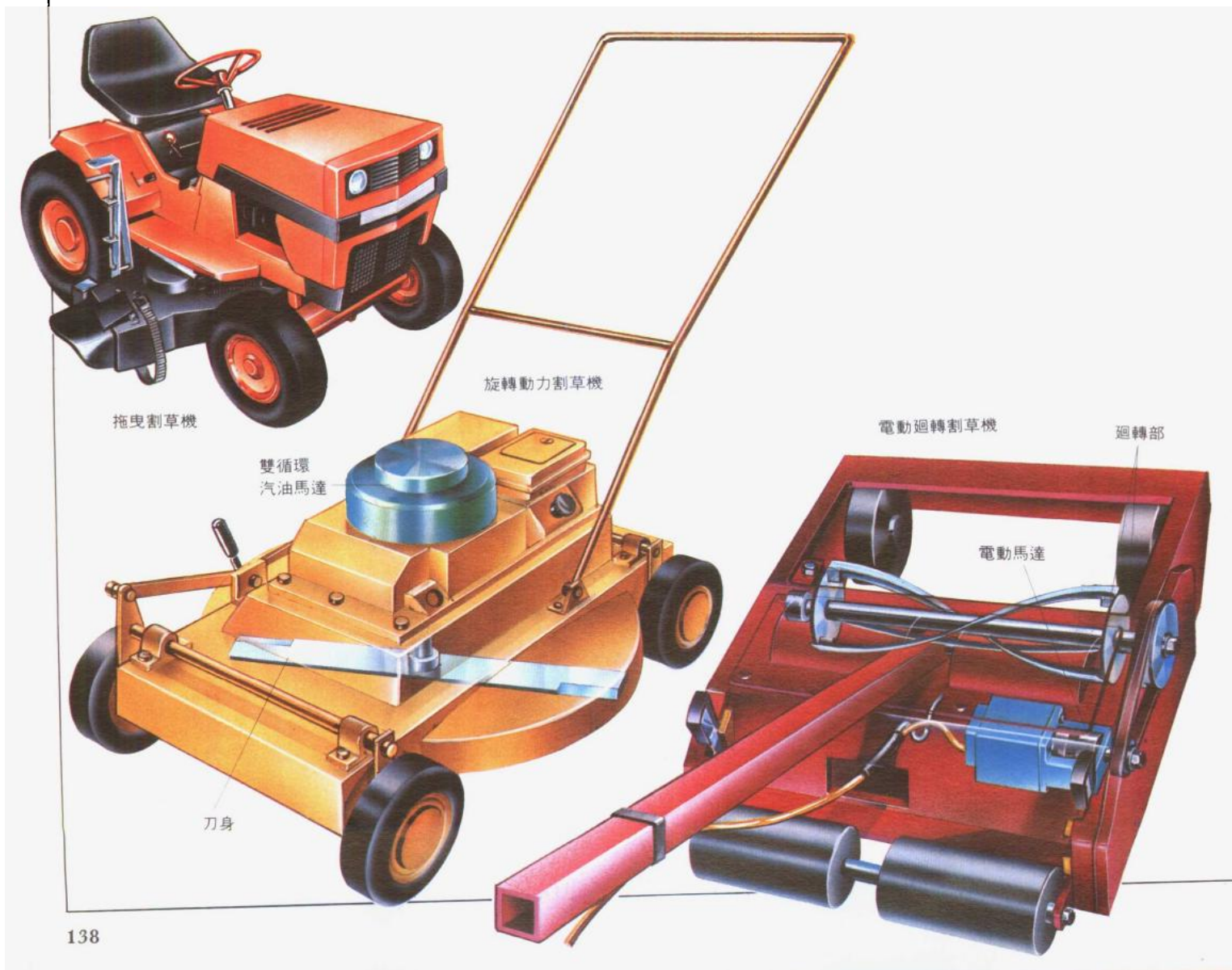
是旋轉軸兩端各有一個輪子，可將一連串的橫向 S 型刀身固定住，圓柱附著於長的 U 或 T 型把手，圓柱體之後有一平的、固定不動的大刀 (牀刀)，圓柱體則跟著一或二個具有穩定速度的滾輪旋轉，當操作員推動割草機時，旋轉的刀身將草抵向牀刀，以剪刀的作用方式將草割下來。

動力割草機

如果將電動或汽油馬達加在圓柱體的後面來推動割草機的話，操作員只需操縱機械的方向即可。大型捲筒割草機還安排有操作員座位，並且有將割下來的草紮緊的

重型滾軸，機上還附有袋子或平盤以收集割下來的草葉。

最常見的動力割草機，刀具連接於垂直軸上，垂直軸旋轉時刀具即水平旋轉，像鐮刀一樣將草割下來。刀身在裝置有四個輪子及一個把手的金屬盒子 (甲板) 下旋轉。馬達位於甲板上，因此它的動力軸可以轉動旋轉刀身的輪軸。有汽油馬達裝置的割草機有一節流閥，可依所需刀身的速度來調整化油器裏汽油及空氣的混合比例。電動割草機有速度控制鈕，以適應粗細疏密不同的草地。割草機更可以藉位於輪子上或固定切割刀身的軸上槓桿，依需



割草機、修整機、施肥機及其他用來維護草地的設備。這些對發明家似乎有一股特別的吸引力。照料草地的設備，範圍非常廣。此 2 頁圖示一些常見的動力割草機類型。還有很多其他的類型，包括利用空氣氣墊漂動或使用。強力合成纖維為刀身的割草機。割草機的設計對其他照料草地的設備的發展有很大的影響，例如右邊的 2 個輕型滾軸，可以在草地上鑽洞以改進空氣及水的滲透性。

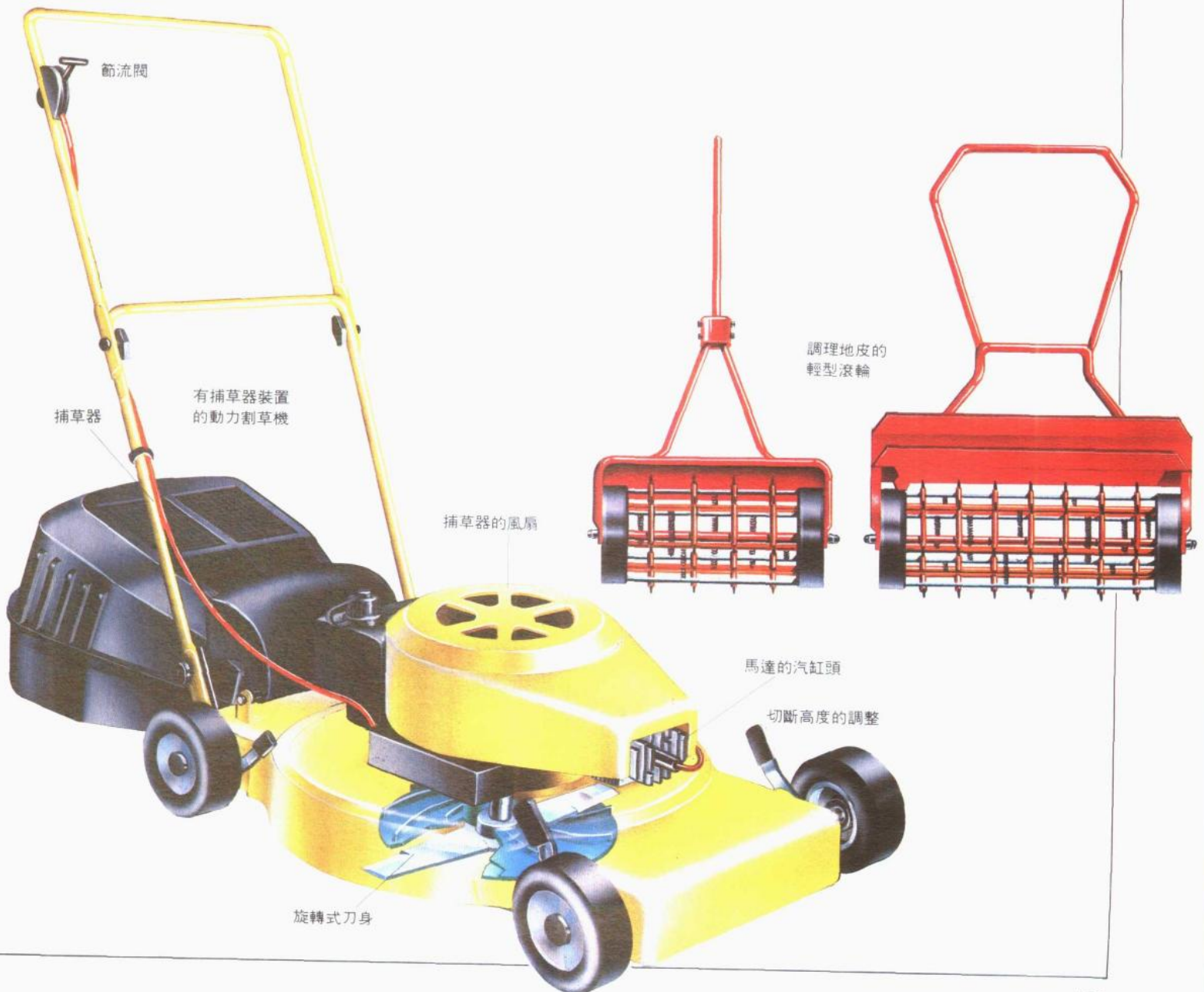
要調出適當的高度。

各種草地

傳統上都將不同種類的草修剪成不同的高度，例如小糠草及百慕達(Bermuda)草都被割得很短，約為 25 公釐或更短；牛羊草和莓繫屬牧草則修剪成 37~75 公釐不等。由於圓柱型割草機有較平滑的切割作用，所以比較適合於低切割的草坪，而旋轉式割草機則比較適合較高切割的草坪。捲筒型割草機的刀鋒必須維持尖銳，以防止草葉的磨損或瘀傷，而高速旋轉割草機在保持刀鋒尖銳方面就沒有那麼重

要。

不同的草地有不同型式的割草機。拖曳割草機對於表面需維持潔淨的大草坪，如足球場、高爾夫球場及公園娛樂場特別有用，而操作員可坐著，並以較高的準確度駕駛。重型割草機是為切割特別堅韌的草，如大豆草而設計的。有一種割草機完全沒有輪子，只利用刀片旋轉所產生的氣墊，像飛盤一樣在草坪上飄移。剪邊機和修整機，通常都用來切割普通割草機切割不到的地方，例如樹根周圍或者籬笆下面。



唧筒 Pump

世界上最有效率、最耐用的唧筒，也許該算你胸中一直跳動的那一個吧！心臟以驚人的可靠性進行著世上最重要的抽送活動，來維持全身的血液循環。以一個平均壽命 70 歲的健康人來說，一生中心臟肌肉對血液施加推進壓力所做的收縮動作（即心跳），大約有 26 億次之多，所抽送過的血液數量則達 1 億 5 千 5 百萬公升。

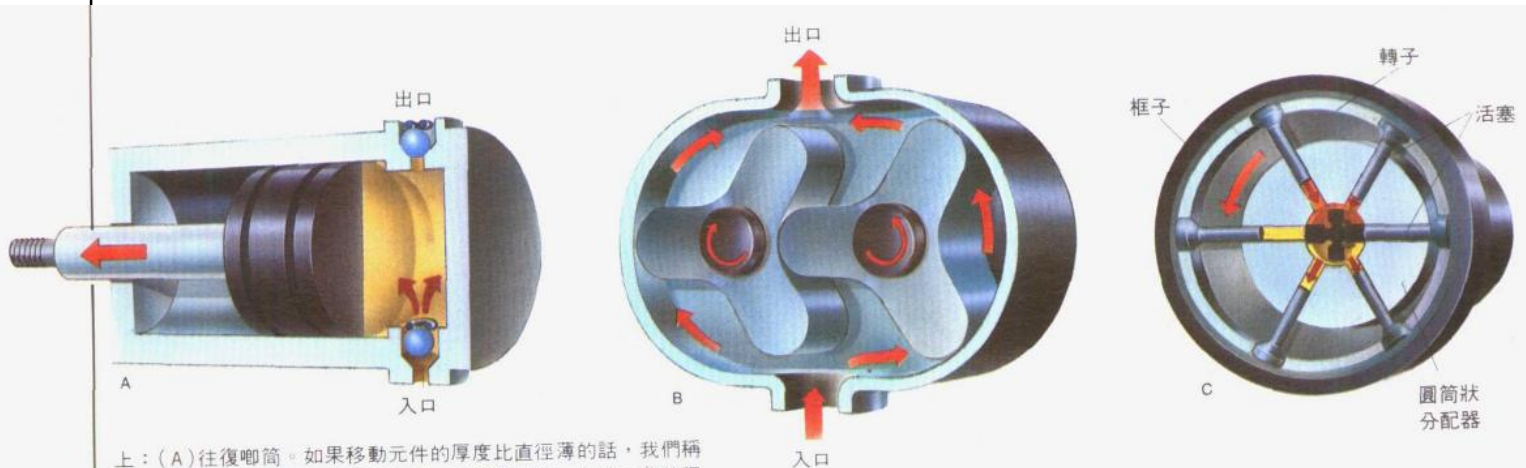
然而，我們一般總是把唧筒認為是人們為了將流體（液體或氣體）及懸浮有固體的流體（泥漿，甚至煤），由甲地移送（通常

入泵抽室縮小室內體積時，縮減的空氣便對流體產生壓力，將室內的流體經出口壓擠出去。羅馬唧筒和以後的唧筒的入口與出口處皆裝有單向閥來控制流體的流向，而且還有一個活塞似的柱塞在推移流體，這就是往復唧筒（reciprocating pump）。最普通的例子，就是平常的自行車唧筒，它是在圓筒內推動空氣，使穿過車胎的氣閥將空氣打入。太過黏稠（濃且流動慢）的液體，或是懸浮有磨擦性固體的流體，會損害活塞和閥。

種情況下，流體流動的速度是連續而平穩的。隔膜和往復唧筒却是產生脈動式的流體，這是它們最大的不同。迴轉式唧筒也可以只用一個旋轉軸，軸上有輻射翼，流進來的液體先陷於輻射翼之間，然後掃過圓形箱的周圍，再被帶往另一端的出口。

動力唧筒

動力唧筒並不是應用機械方式的推移，以減低泵抽室中的體積來達到泵抽的目的，而是應用增快流體的運動速度來達到



上：(A) 往復唧筒。如果移動元件的厚度比直徑薄的话，我們稱它為活塞。如果厚度比直徑厚的話，則稱為柱塞。(B) 三葉的迴轉唧筒，它產生固動流而不是脈動流。葉式唧筒適用於中等壓力下的大量液體。(C) 滑動活塞式的迴轉唧筒。轉子的迴轉中心並不在框子的正中心。液體是陷於滑動活塞之間，當剩餘的間隙減小時液體就被排出去。

是提引)至乙地而設計的裝置。唧筒的用途無窮：油、氣井和輸油管用到它，工廠中冷却水的循環也靠唧筒來驅動，污水系統及灌溉設施也依賴唧筒。在人類整個歷史中，驅動流體移動是一種很基本的需求，以致遠在古代就已有唧筒了。西元前 300 年左右，著名的數學家阿基米德發明了一個固牢於軸心的大型螺旋推進器。當它轉動時，可將船艙中的水沿著推動器的螺紋抽取出來。更進一步的一種是大約西元前 100 年用閥、圓筒和活塞等組成的羅馬唧筒。所用到的這種稱為排量式唧筒（positive-displacement pump）的複雜設計，雖經過了多次的改進，至今仍被廣泛使用。

排量式唧筒

排量式唧筒的設計是：當唧筒一元件納

比往復唧筒優越的是隔膜唧筒，它有一個由橡膠或其他彈性物質做成的鼓皮狀隔膜，作用是用來罩住泵抽室的一邊。一根附於隔膜中心的桿子可使隔膜移進移出。當隔膜向內推移時會產生與柱塞一樣的位移效果。但是因為機械元件與流體沒有真正接觸，且隔膜與泵抽室有了更完美的密合，所以隔膜唧筒可以適應較高黏性的流體，如潤滑油。隔膜唧筒的出入口都使用閥，這使它與所有「有閥唧筒」一樣具危險性。只要機器一直運作，唧筒就會產生壓力，稱為壓源；即使沒有流體進出，這壓力仍然存在，這些無法釋放的壓力將使唧筒破損，甚至可能造成爆炸。

排量式唧筒的最後一個重要形式是迴轉唧筒。在流體進入的泵抽室中有兩個緊密嚙合的齒輪，液體由無閥的入口進入，由旋轉的齒輪帶至另一端無閥的出口。在這

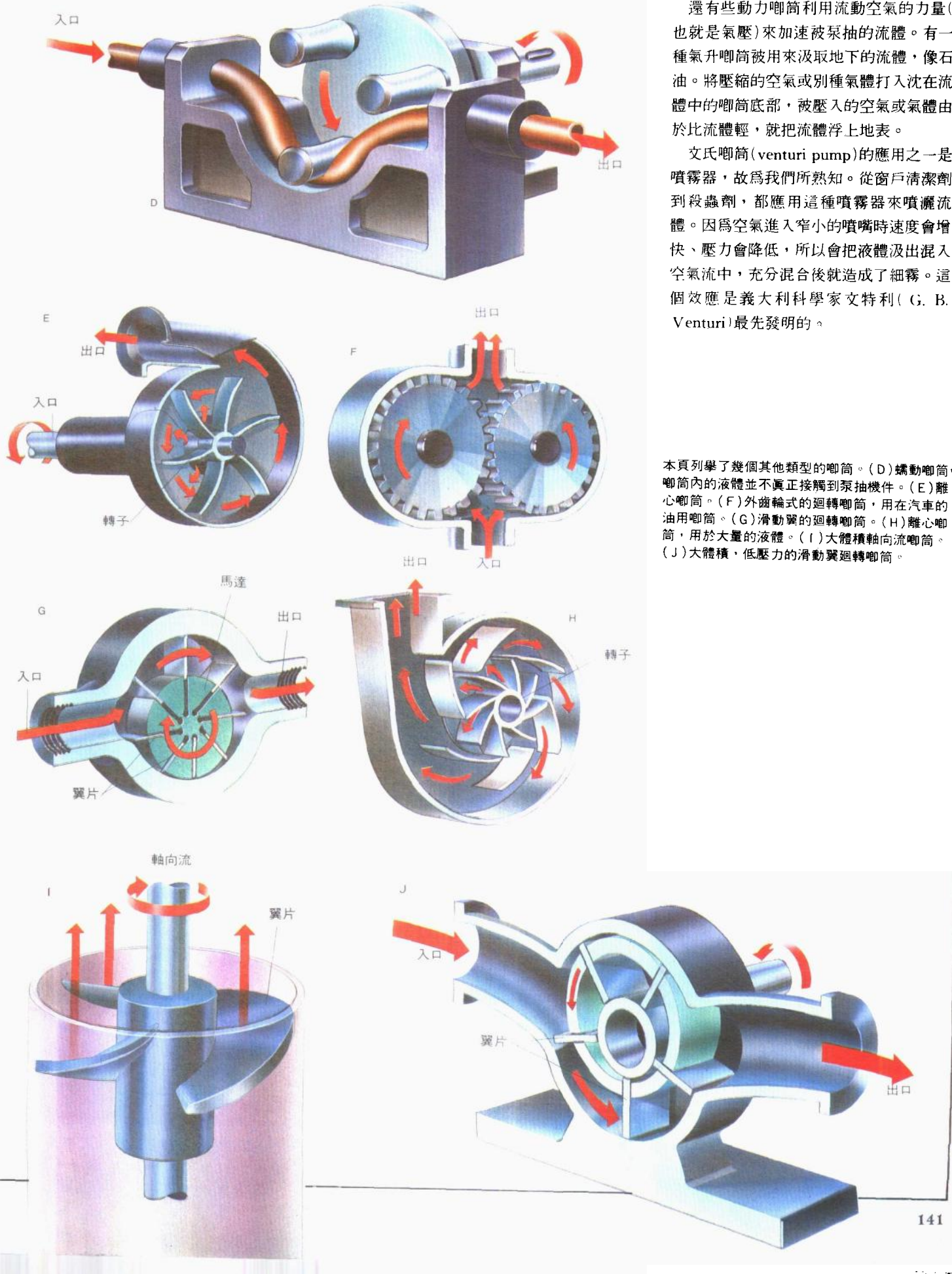
目的，這種類型最好的例子是離心唧筒（centrifugal pump）。泵抽的流體進入一個圓形室，在這個泵抽室的中央有一個機件，叫做輪葉，是個非常類似輻射狀的明輪。進入泵抽室的流體由於受到離心力而被推送到泵抽室的周邊（在繩子上綁一重物，舉過頭頂旋轉繩子，你就能感受到離心力），離心力造成的壓力以足夠的壓源推動流體，使流體能流出高於入口的出口。離心唧筒的移動元件並不需密切接合，也不需與泵抽室密合或是使用閥。所以，用來移動黏滯流體或者含有固體的污水流體，這種唧筒是相當有效的。

當然，最為我們所熟知的動力唧筒，是用來通風以及冷却的唧筒，那就是平常的風扇。從術語上來說，風扇屬於軸向流的離心唧筒（axial-flow centrifugal pump），因為流體（空氣或水）的流動方向

和推進器的驅動軸平行。

還有些動力唧筒利用流動空氣的力量(也就是氣壓)來加速被泵抽的流體。有一種氣升唧筒被用來汲取地下的流體,像石油。將壓縮的空氣或別種氣體打入沈在流體中的唧筒底部,被壓入的空氣或氣體由於比流體輕,就把流體浮上地表。

文氏唧筒(venturi pump)的應用之一是噴霧器,故為我們所熟知。從窗戶清潔劑到殺蟲劑,都應用這種噴霧器來噴灑流體。因為空氣進入窄小的噴嘴時速度會增快、壓力會降低,所以會把液體汲出混入空氣流中,充分混合後就造成了細霧。這個效應是義大利科學家文特利(G. B. Venturi)最先發明的。



本頁列舉了幾個其他類型的唧筒。(D)蠕動唧筒,唧筒內的液體並不真正接觸到泵抽機件。(E)離心唧筒。(F)外齒輪式的迴轉唧筒,用在汽車的油用唧筒。(G)滑動翼的迴轉唧筒。(H)離心唧筒,用於大量的液體。(I)大體積軸向流唧筒。(J)大體積,低壓力的滑動翼迴轉唧筒。

單軌電車 Monorail

雖然許多科幻小說預測在西元1960年代前，外型流線、行駛寧靜的單軌電車，將會飛馳於世界都市的上空，但事實上到目前為止，全世界也只不過建造了30多個類似的系統，而且其中沒有一個長度超過16公里。目前仍繼續的5個系統中，有兩個是世界博覽會結束後所保留下來的，另兩個使用於遊憩樂園中，而另一個當初則是為了西元1964年的奧運會所建造的。

單軌電車是一種以跨坐或懸掛方式，在單軌上運行的鐵路系統。為了維持車身的穩定，在行駛中，車輪必須緊貼軌道的兩側以及頂部。我們所說的單軌系統，就如

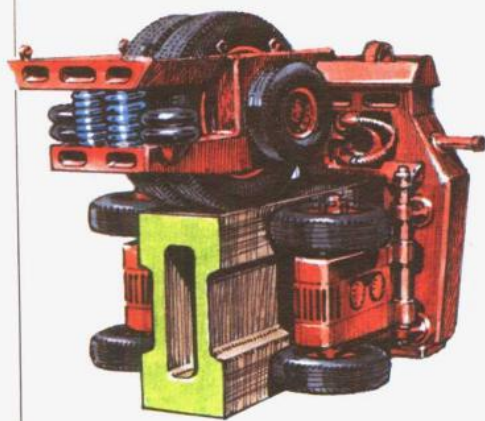
狄斯耐樂園有一座，全長4公里；在華盛頓州西雅圖也有一座，為西元1962年世界博覽會時所建，全長為1.6公里。

日本在西元1970年，大阪世界博覽會時建造了一座5.3公里的單軌電車。更早幾年，則為了東京奧運會建了一座全長13.1公里，行駛於東京市區和機場間的系統，這條路線是近代較長的幾條單軌電車路線中的一條。雖然在起初的6年，營業上曾有巨大虧損，但後來由於通往機場的新建公路擁擠不堪，使得大量旅客轉而使用電車。這個系統目前仍在繼續營運中。另外在西元1970年代，美國在德州達拉斯市

(Dallas)也建造了一條長達20公里，懸掛式的單軌電車，用以運送機場、停車場和旅館間的旅客。

單軌電車由於建造的費用和營運成本過高，因而減緩人們大量建造發展的興趣，截至目前為止，沒有一個都市有較大規模的系統。一項在英國倫敦所作的研究指出，單軌電車由於高昂的建造成本，所以無法和現存的地下及地面鐵路系統競爭。

雖然單軌電車未被普遍採用，但它確實具有幾項吸引人的特性。第一，它採用橡膠輪胎在混凝土上滑動，因此行駛非常寧靜。第二，由於是使用單軌來支承及導引



同某些工業上所使用的輸送系統。

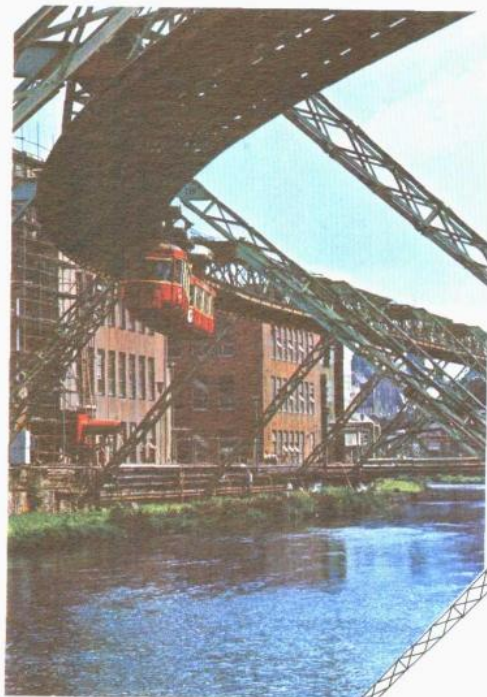
世界上的單軌電車

西元1901年建造於德國伍帕塔(Wuppertal)，一般人稱為「搖晃電車」的系統，是第一批用來載運旅客的單軌電車之一。這個全長15公里，單軌懸掛式的電車系統，目前仍然用來運送旅客；其他的幾個系統，則直到西元1950年，一種新的軌道設計在瑞典發展出來後才開始建造。這個設計是由工業家威娜葛蘭(Axel L. Wenner-Gren)所贊助的。這種單軌系統以跨坐的方式行駛在軌樑中央之上，而電力則由附在軌樑側部的另一軌條傳送。這種型式的單軌電車，在南加州

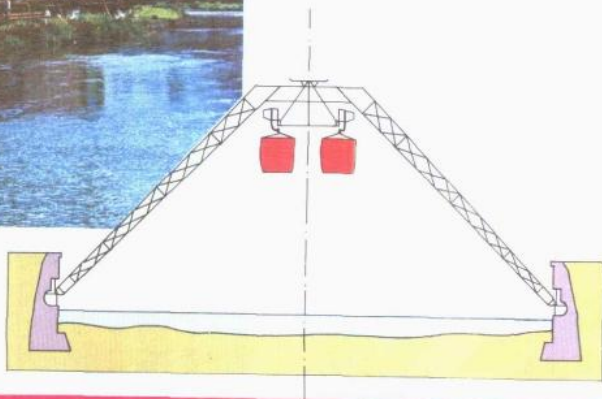


單軌電車
上：行駛於東京的單軌電車圖片。
左上：為Alweg單軌電車系統支承的近貌。

在人口擁擠的日本，
具有節省空間特色的
單軌電車系統非常受
歡迎。
下：東京的單軌電車。



左：德國伍帕塔的「搖晃電車」，是
世界上第一個單軌電車系統。在建造單
軌電車時，必須考慮的重要因素之一
是經濟有效的利用空間。由於土地利
用受到極端的限制，所以伍帕塔單軌
電車系統架在河上，就如下圖所示：



車輛，因此所佔的空間較小，特別適合於
狹窄的都市街道。德國漢堡市最近發展了
一座所需空間更加縮小的單軌電車系統，
也許會成為未來都市捷運系統的一種標
準型式。這種系統，電車行駛於單軌的上
方及下方，因此可以雙向通車，在1.6公
里的路線上，電車完全以電腦化的控制
來載運乘客。

單軌吊車

在工廠中用來運送貨物的吊車，也稱
做單軌系統，特別常使用在成衣或肉類
工廠方面。它的軌道支承（金屬的 I 型
樑），是固定或懸掛在天花板上，吊箱
滑行於其上，而和升降機連接。升降機
將貨物抬起，然後導引其通過廠棚，車
軌上的分道岔（switch），使貨物能運
送至工廠內各個工作區域。這種運送系
統可以用手來操作，或以電力自動運作。
在軌道支承上有一種特別的安置輸送電
流，以供應升降機及吊車使用。一般在
乾洗店中用來運送衣服的裝置，即是一
種簡單的單軌系統。

單核白血球增多症 Mononucleosis

傳染性單核白血球增多症和我們熟知的腺熱同樣是一種易影響年輕人的急性病毒。此病通常突然出現，並伴隨著發燒、喉嚨痛、頭痛、皮膚疹、淋巴結發炎腫脹（特別是頸部）、肝脾腫大等症狀，患者常會有虛弱的感覺。

此病的特徵在於血中淋巴球（白血球的一種）數目不正常，而且有許多單核的大細胞——此乃本病名稱的由來。雖然血球形狀看來像白血病，但本病既非癌症，也不危險。除了臥牀休息及喝水外，別無其他有效的治療方法，病人應保持半隔離，因為本病具有傳染性。此病通常會復發——即在感染者看似痊癒後再出現症狀，

特別是當病人回到令人疲勞的作息時間或貧乏的飲食時。然而一次的感染將使病人對此病毒有永久的免疫力。

接吻病

單核白血球增多症在西元 1920 年首次由醫師確實地描述，然而至今它仍是一種神秘的疾病。西元 1950 年代，美國軍事學校的醫師注意到，年輕的學生在假期回來後得了此病，一系列的調查顯示，這些學生都曾和一些得過此病的人接吻，或是用乘坐同班火車回來的同學喝過的瓶子飲水。稍後，證實了感染病原是 EB 病毒（Epstein-Barr virus），它通常存在唾液

中，可經由口接觸而傳染，特別是共用飲水用具或是接吻。從此，本病有了一個更專屬的綽號——接吻病。百分之九十五的病人年紀在 17 歲到 30 歲之間。如果血液中含有 EB 抗原（病毒），經過輸血後，也可能引發此病。

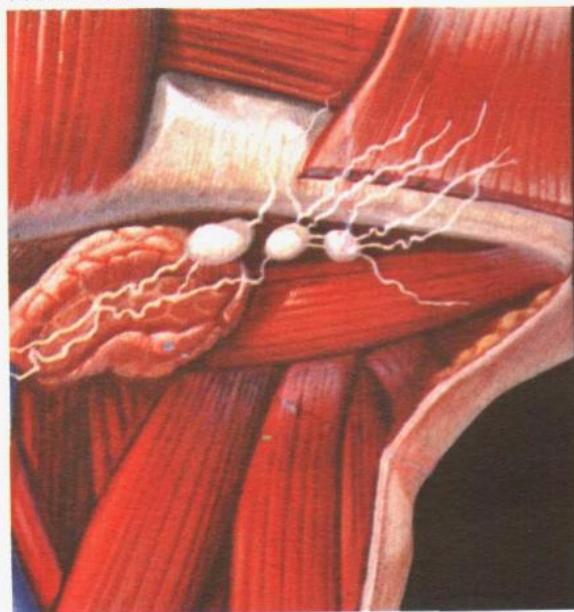
本頁之圖例顯示在喉嚨附近的淋巴結，是感染單核白血球增多症時，最容易腫大的部位。這些淋巴結是 (a)頸部兩側；(b)頰下；(c)後頭；(d)耳後。

對於單核白血球的增多症，我們所知道的仍然不多。它被認為只有輕度的傳染性，潛伏期約 30-40 天。在症狀出現後 2-7 個星期，可藉試驗而確定病人是否感染了此病。此時，病人已無傳染性且大部分會完全痊癒。

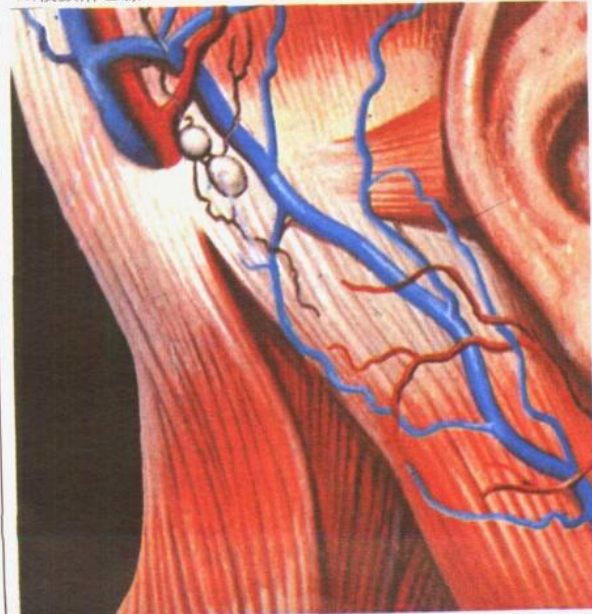
(a)側頸淋巴腺



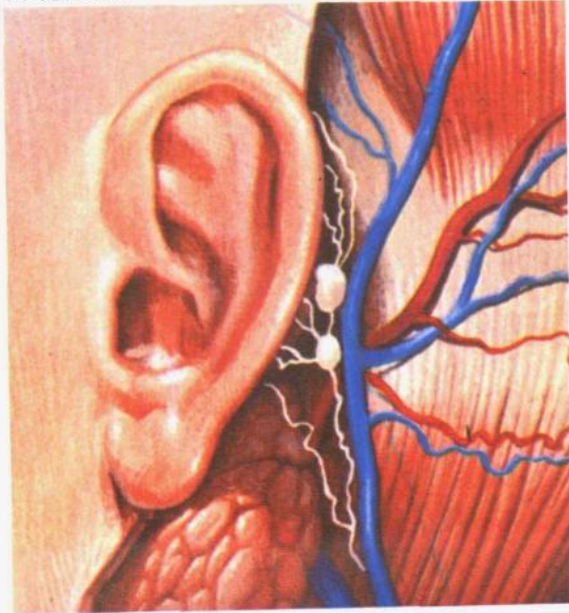
(b)頰下淋巴腺



(c)後頭淋巴腺



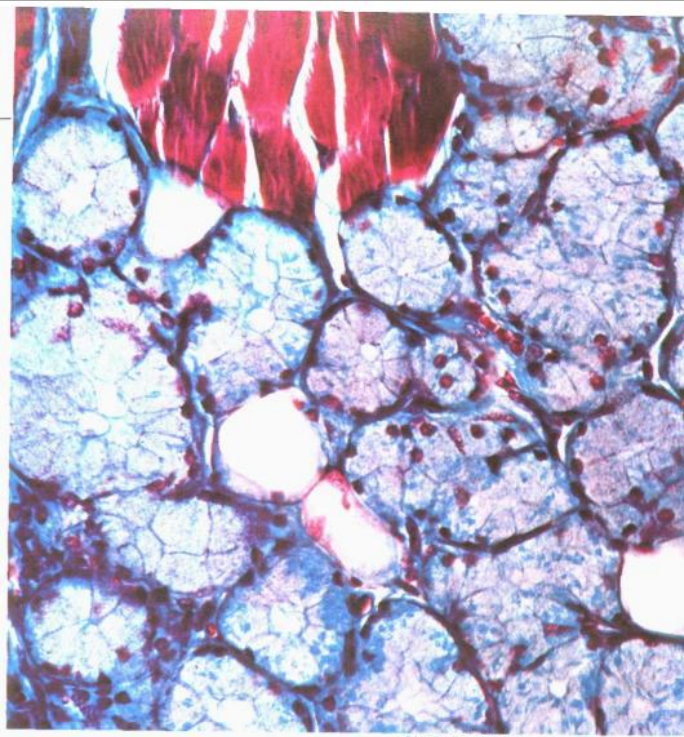
(d)耳後淋巴腺



右：單核白血球增多症的其他症狀包括扁桃腺的腫脹、喉嚨的發紅。扁桃腺有一層白色的被膜，通常會有吞嚥疼痛的情形。當白血球數目增加時，脾臟也許會腫大(中)。最右：患有此病病人的血液標本。可清楚見到單核淋巴球。

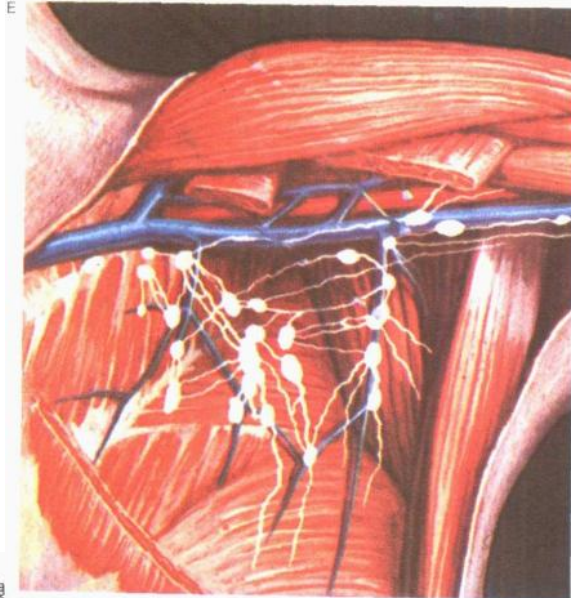
免疫性

有些人似乎對EB 抗原有種天生的免疫力，而有的人想保護自己免於感染此病却相當困難，因為至今尚無疫苗可以使用。醫學界警告人們不要共用飲水器具，但接吻仍是相當難以處理的問題。故羅德(J. L. Rodale)建議：「所有希望享受接吻的年輕人應多攝取豐富的維他命 C 及其他有益於身體的維生素，並減少攝食人工精製的甜食，經由良好的營養及運動，使他們身體強壯、健康，建立對病原的抵抗力，乃至無須害怕接吻……。」

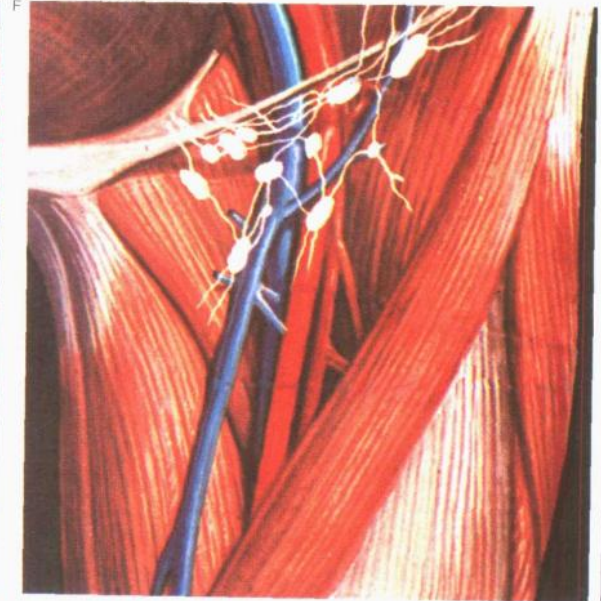


左：患此病之病人的腺體組織標本，在大部分的病例中，病人在3~4週內會痊癒而沒有永久的傷害。然而在少部分的病例中，會產生若干併發症，如脾臟或喉嚨血管的破裂，甚至造成呼吸麻痺。

(e) 腋下淋巴腺

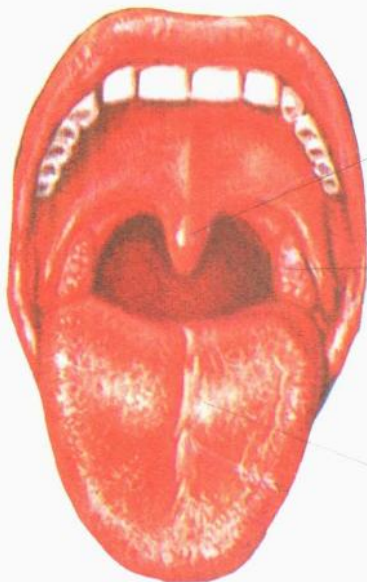


(f) 鼠蹊淋巴腺

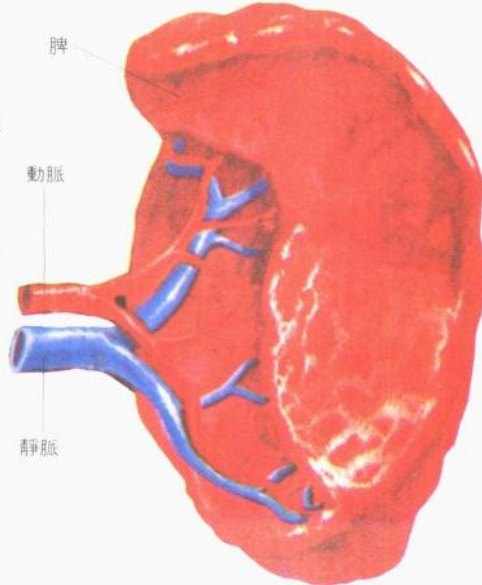


單核白血球增多症也會引起腋下淋巴腺(e)及鼠蹊淋巴腺(f)的腫大。

腫脹的扁桃腺

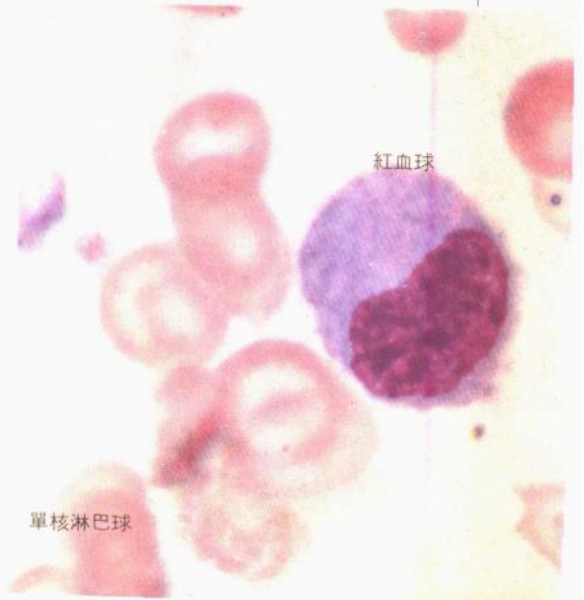


腫脹的脾



懸壘垂
扁桃腺
舌頭

脾
動脈
靜脈



單核淋巴球

紅血球

啤酒 Beer

古埃及人是最早知道釀酒方法的民族之一，他們將啤酒稱為「上帝的飲料」。古埃及人喜歡喝啤酒，但必須用麥桿吸食才不會吞下釀酒時留下的大麥穀粒。在正式的儀式中，他們常用啤酒做為獻給神和死者的禮物。相傳西元前 1225 年左右統治埃及的拉姆塞斯二世 (Ramses II) 王朝，在各種宴會和慶典中一共用了 50 萬加侖的啤酒。

西元前 6000 年，古巴比倫人首先發明了釀酒技術。當時美索不達米亞的部分地區有野生的大麥，古巴比倫人就用大麥芽釀造啤酒；大麥芽是未經焙烤的大麥發芽而成的。巴比倫人釀出了各種不同的啤酒和菓子酒。至於英美的釀酒技術，則是由史前時代的北歐人傳來的，他們早在耶穌誕生之前就已發明釀酒的技術。

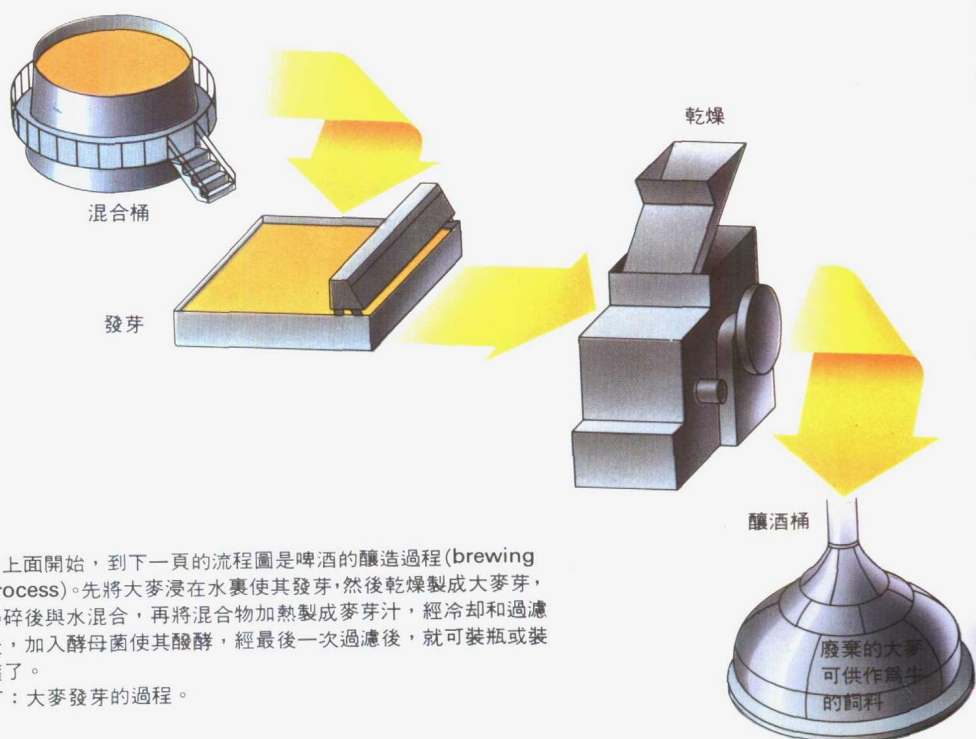
我國釀酒的歷史已有 4000 年以上。說文解字酒下註曰：「古者儀狄作酒醪，禹嘗之而美，遂疏儀狄，杜康作秫酒。」，由此可知我國早於夏朝(西元前 1994～前 1523 年)時期便以五穀雜糧等為原料釀酒。另外亦有「堯酒千鐘，本草有酒名，素問有酒漿，……」之記載，足證我國釀酒之起源早在堯舜時代以前。

如何釀造啤酒

目前啤酒的釀造方法和西元前 2000 年相差不多，只是規模較大，技術較複雜。要釀造出好的啤酒需要有好的水和穀粒。大部分的啤酒是用大麥釀造的，大麥可生長在許多不同的氣候環境和各種土壤裏；像英國和埃及，氣候和地理條件差異這麼大的國家，大麥的品質都同樣著稱。通常在使用之前，要先使大麥發芽；每一顆大麥粒都是大麥的種子，經潤濕並保持在適當的溫度下，都可以發芽長出莖和根來。大麥粒在發芽時化學成分會發生變化，蛋白質含量會增加。當大麥發芽到適當程度時，將它加以乾燥，並將麥粒上長出的小芽振盪除去，即可得到麥芽。

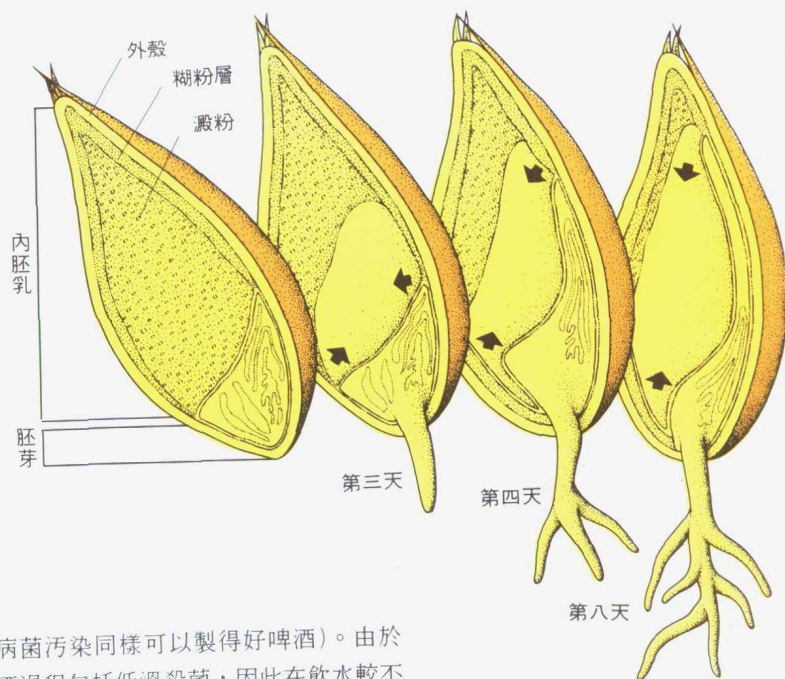
通常，製造啤酒還要用蛇麻花(hop)；這是一種植物，用來賦予啤酒特有的滋味，同時可以當作天然的防腐劑。米、玉米或小麥也可用來製造啤酒，但在商業上，製造啤酒都是以大麥和一些蛇麻花為必要的原料。

上述麥芽和殘留的麥粒用大型的滾筒碾碎後，將碎片和粉末與水混合(最好用純粹的山泉水，雖然其他來源的水，只要沒



從上面開始，到下一頁的流程圖是啤酒的釀造過程(brewing process)。先將大麥浸在水裏使其發芽，然後乾燥製成大麥芽，磨碎後與水混合，再將混合物加熱製成麥芽汁，經冷卻和過濾後，加入酵母菌使其釀酵，經最後一次過濾後，就可裝瓶或裝罐了。

下：大麥發芽的過程。



有病菌污染同樣可以製得好啤酒)。由於釀酒過程包括低溫殺菌，因此在飲水較不台乎標準的國家裏，人們常將啤酒當作不受污染的水源來飲用。

釀酒的下一個步驟是將水和麥粒的混合物加熱到 66°C 左右；當然，各廠製造不同的啤酒時，溫度可能有所差異。當熱麥芽汁澄清後，再加以煮沸，使麥芽汁濃縮，然後過濾、冷卻。整個釀酒過程都要

在乾淨的鋼製或玻璃容器裏操作；當然，古埃及人在黏土製成的壺裏釀酒的方法，也同樣可行。

在冷卻和濾過的麥芽汁加入酵母菌(yeast)，可使麥芽汁中的碳水化合物發生一系列化學反應而產生酒精。在製造麵包

時，也是用這類酵母菌使麵包膨發。在8天的過程中，將啤酒慢慢由10℃冷卻至1.6℃；然後進行低溫殺菌。並非所有的啤酒都經過低溫殺菌，事實上，目前有許多專家認為低溫殺菌是沒有必要的。接下來，啤酒就可以裝瓶、裝罐或裝桶。有些啤酒還在某種木桶裏予以熟成，使它帶有特殊的風味。經熟成後的啤酒就可以飲用了。

特殊的啤酒

釀酒有許多變化的餘地，包括使用不同的水、大麥、麥芽、蛇麻花、其他的穀粒、麥芽汁的溫度、過濾的程度等。每一

於在釀酒過程中使用不同的酵母菌所致。在貯藏啤酒的釀酒過程中，酵母菌會浮在酒桶的表面；而在烈啤酒的釀酒過程中，酵母菌則會沈在桶底。黑啤酒是用焙烤過或燒焦的麥芽製成的，是一種深色、強烈、較甜的啤酒，製造時要用較多的蛇麻花；在愛爾蘭和英國較為風行。較淡的黑啤酒稱為褐啤酒，所含的酒精不到4%；褐啤酒的英文原意為「侍者的黑啤酒」或「侍者的烈啤酒」，原是供應侍者和英國工人階級所飲用。雖然有這些差異，但這四種酒仍可稱之為啤酒。

啤酒和其他含酒精的飲料一樣，可能被濫用。事實上，它是一種非常健康的飲

啤酒的一般組成成分和熱量

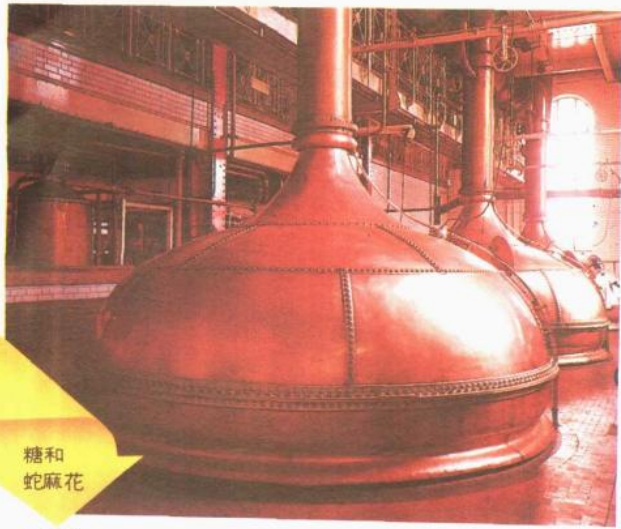
糖度	7	10	13	16
酸酵程度	60	60	60	60
酒精含量 (%)	2,10	3,03	3,98	4,93
熱量(卡)	25,8	37,2	48,8	60,05

* 每 100 公克啤酒

上：表中顯示各種啤酒的酒精含量和熱量有很大的差異。

左：英國釀酒廠中使用的銅製大桶。

下：幾個國家的啤酒每人平均消費量和年生產量。



糖和蛇麻花

鍋爐

熱交換機

酵母菌

酸酵

多餘的酵母可供作食品

澄清槽



項改變都會製成不同的啤酒，並造成貯藏啤酒 (lager)、黑啤酒 (stout) 和褐啤酒 (porter) 之間的差異。

貯藏啤酒是保存在冷的地下室裏慢慢釀的啤酒，風行於英國、德國和美國；我們常說的啤酒就是指這種貯藏啤酒。這種貯藏啤酒和烈啤酒 (ale) 間的差異，是由

料，也是很好的止渴劑；因為它的味道很淡，同時也具有很高的營養價值。在愛爾蘭，聞名的濃黑啤酒 (Guinness stout) 常用做產後婦女的補品，因為其中含有大量的礦物質和滋養的碳水化合物。可見古埃及人將啤酒稱為上帝的飲料並不是沒有道理的。



包裝

報紙 Newspaper

從前，人們幾乎沒有機會知道所生活的世界裏隨時可能發生的事情。今天，即使是千里之外的奇聞軼事，也都可以由報紙迅速得知。報紙的內容非常豐富，舉凡政治、氣候、競賽、文藝和娛樂活動無所不包。

依據歷史的記載，從前報紙所扮演的角色，是綜合城鎮的佈告、政府的通報和偶發性新聞。目前已知最早以正規方式發佈新聞的報紙是 Julius Caesar's Acta diu-

紙，才開始問世。

Corante 是英國第一份正規的新聞刊物，於西元 1621 年 9 月在倫敦出版，內容包括來自義大利、德國、匈牙利、西班牙和法國等國家的消息。而類似這樣的刊物，首次出現於北美洲的是「國內外公共事務報」(Publick Occurances Both Foreign and Domestick)，於西元 1690 年創刊於波士頓；但是在第一次發行後，即被英國政府查禁，從此以後，報紙成爲行

印刷工作)、業務部(負責銷售和廣告，是報紙營收的主要來源)。編輯部門是整個報業的核心，另外兩個部門則是支援性質。編輯部還細分爲幾個附屬部門，其中以地方新聞最爲突出，通常稱爲採訪部。採訪部主任負責地方的新聞報導，該部成員包括編輯、採訪記者、攝影師和撰稿人員(編寫電話採訪內容)。藝術評論、教育及流行時尚等的報導，通常也在採訪部門的範圍之內。而運動競賽與商業活動等較



na，此報紙的主要任務是每日爲羅馬發佈新聞和公告。我國的第一份報紙於第八世紀在北京發行。到了十五世紀，德國出版了第一份刊物 Messrelationen，這份刊物是半年刊，集六個月新聞編輯而成。直到印刷機廣泛使用以後，第一份真正的報

政當局頭痛的問題，相對地，報紙也承受著相當的壓力。

現代的報紙

現在報業人員分爲三個主要部門：編輯部(負責採訪和撰寫新聞)、印刷部(負責

專業的新聞報導，則必須分開，另請專人負責編輯。同樣地，依據地區性的特徵，也可將編輯區分成農業或石油部門。每一位編輯人員負責挑選新聞採訪稿，決定由誰去採訪，並指示如何撰寫新聞稿。而督導每一位編輯人員的主編，經常是負責報

導新聞的精華部分。

通常版面工作由報社中職位較高的人掌理，另外還包括幾位作家和一、二位政治漫畫家。版面編輯負責呈現報紙的型態及風貌。所有新聞報導和各個版面內容撰寫完畢之後，還必須經過校閱、修改，以校核版面的內涵和格式(包括措辭、標點符號)。編審校勘完成後，即可交付印刷。

印刷

在電腦終端機成為編輯部門的必要設備

之前，採訪記者把採訪到的新聞，用打字機打在稿紙上，然後將稿件交給編輯人員，由其審核稿件或下標題。再將稿件送到排版部門，由檢排工人使用麗諾排鑄機(linotype)將文字稿內容鑄成金屬鉛字，排成印刷的印版。

較進步的報社已使用電腦排版機——編輯終端機(precoded editing terminals)，以取代耗時費事的機械檢排方法。這種系統能夠儲存資料、自動設定所需字體的大小和欄寬規格，並且以感光材料影印所需

的資料。

採訪記者在鍵盤上輸入新聞內容後，螢光幕上會顯示出字幕來，並將它儲存在電腦的記憶體裏。而後由編輯人員取出資料，並在終端機的螢光幕上從事編輯工作，只要依照版面空間的大小、欄寬和字體大小，按下指令，就能完成編輯任務。

在報導內容準備妥當後，再以照相複印機將新聞逐欄印在相紙上。然後將這些文章送給設計人員組合版面，並拼貼照片和標題。最後把這些拼貼完成的版面送去照



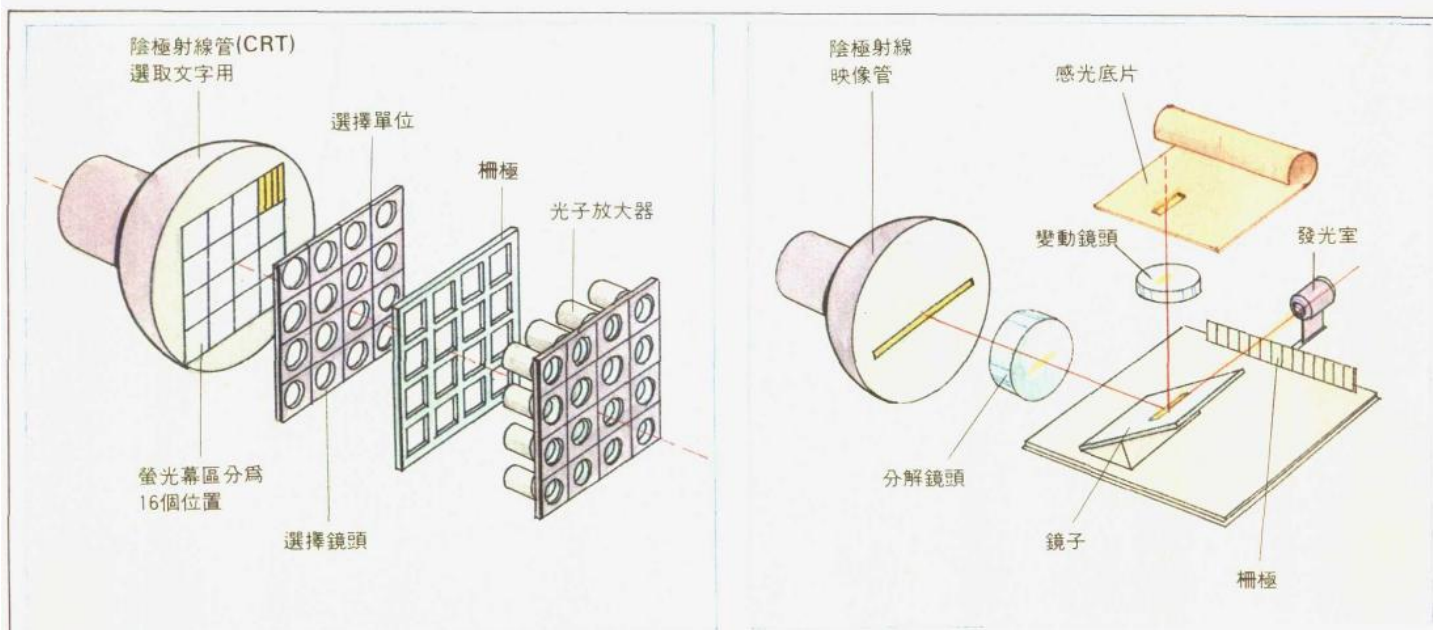
全世界報紙的讀者

國家	報紙種數	份數(單位:千)	每千人所佔份數
日本	108	57,820	526
東德	40	7,946	472
蘇俄	691	100,928	397
大不列顛	111	21,700	388
西德	334	19,298	312
美國	1,812	61,222	287
波蘭	44	8,429	248
法國	98	11,341	215
南韓	36	6,010	173
義大利	78	6,296	113
印度	335	9,383	16

資料來源:聯合國

從跨頁的報紙生產流程插圖可以知道，一份報紙從新聞收集，經過編輯，最後才到書報攤。讀者可以在報攤買到想看的報紙。

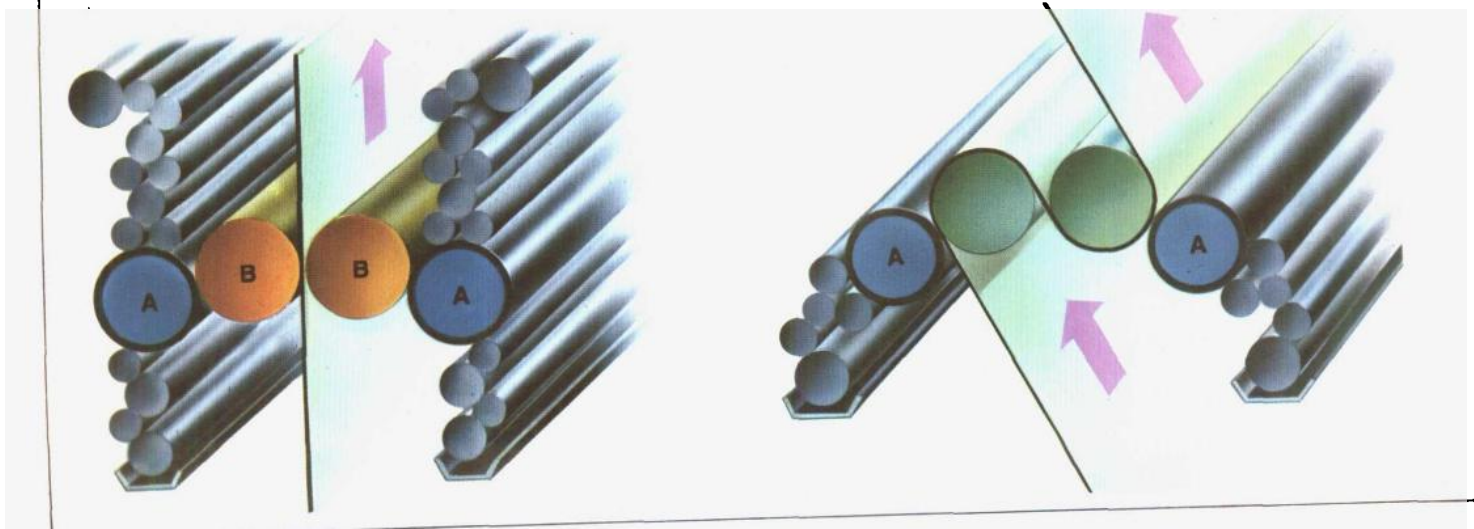
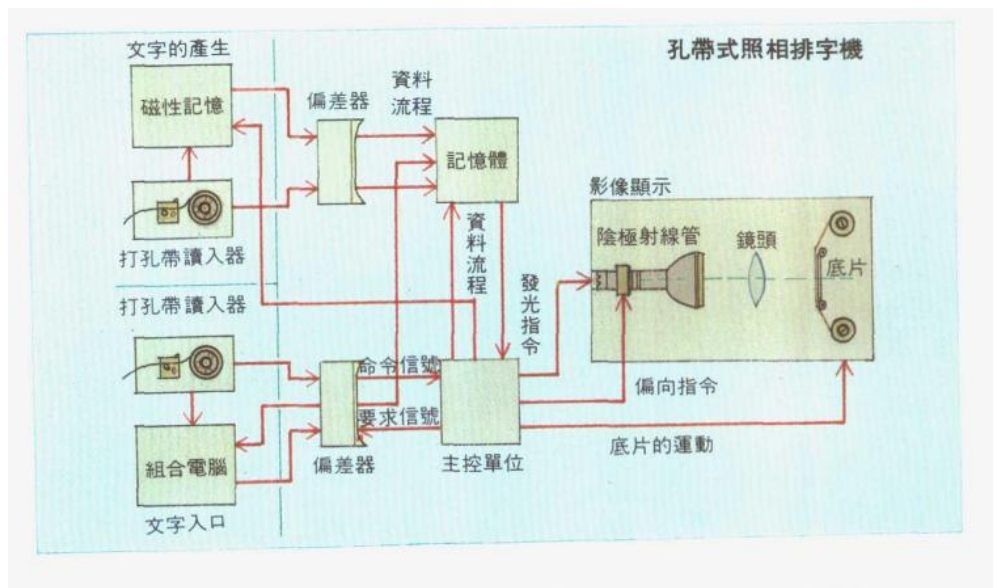
左：世界上一些國家的報紙統計數字表

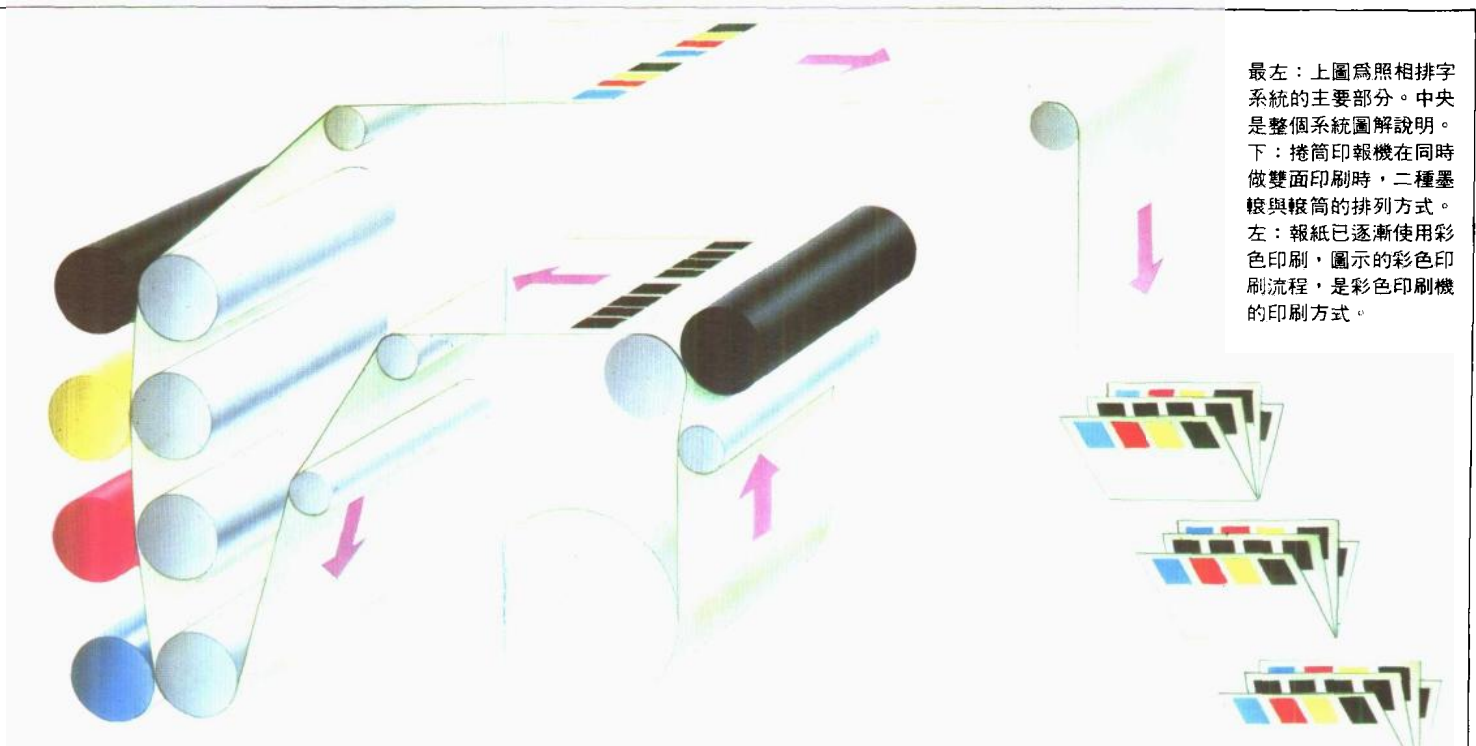


相，再以拍得的負片，製成印刷的金屬印版。

有些報紙已採用精細而且微妙的區域組合終端機。編輯人員可藉此將所有的版面作一次處理，兼具設計者和檢排人員的功能。

報紙製成印版後，即可開始印刷。現代的報紙印刷機由許多組平版印刷機組合而成，每一組印刷機印刷報紙的一小部分或幾個部分。印好的報紙由巨大的輾筒(web)傳送出來，這稱為捲筒印刷。在印刷作業中，紙張由印刷機的印刷輾筒中穿過，類似影片在放映機中穿梭一般。當印好的報紙從印刷機送出後會自動被送入摺紙機，經裁切、組合並摺成報紙的樣式。印刷完成的報紙，由業務部門負責管理，將其分送到各個地方去。





最左：上圖為照相排字系統的主要部分。中央是整個系統圖解說明。下：捲筒印報機在同時做雙面印刷時，二種墨滾與輾筒的排列方式。左：報紙已逐漸使用彩色印刷，圖示的彩色印刷流程，是彩色印刷機的印刷方式。

行銷與廣告

報紙的銷售，大部分是用卡車分送各地。在一個大都市區域，報紙通常先由大卡車運載到遍佈城市各角落的轉運倉庫，然後再以小貨車分送到更遠的書報攤、商店、陳列櫃和送報生的手上。此外，報紙也以郵寄的方式寄給讀者。

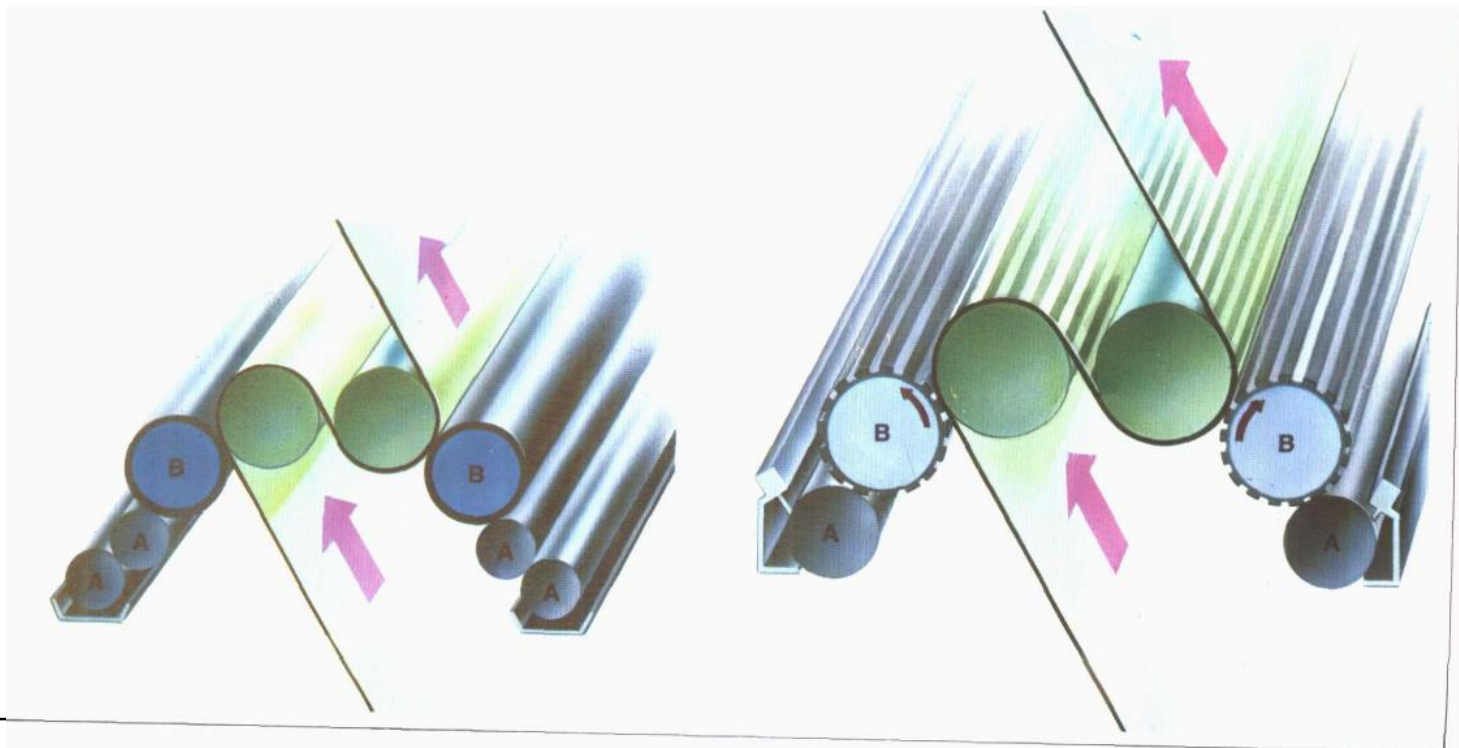
報紙的利潤只有少部分取自訂戶，而維持報紙生存的原動力是廣大的廣告客戶。在一個大都市裏，日報廣告可能出現三種

形式：地區性廣告(由當地的零售商和製造商所刊登)、全國性廣告(由全國性的公司刊登)、分類廣告(例如求才、物品大拍賣等)。

明日的報紙

報紙將面對一個無法預知的未來。它和電視新聞報導的性質相似，彼此之間產生了非常嚴重的市場競爭。而且科技的進步使報紙生產加速，減少許多工作機會，

以致引起工會的憤怒和抗議，而新聞報導的可靠性和客觀性，又時時令人懷疑。雖然如此，在民主國家中，報紙確實提供了人們無法估計的服務，並滿足大眾的需要和了解時事的權利。早在西元 1787 年傑弗遜(Tomas Jefferson)就已對報紙的重要性，提出了他的看法；他當時寫著：「如果要我選擇政府而放棄報紙，或選擇報紙而放棄政府的話，我會毫不考慮選擇後者。」



寒武紀 Cambrian Period

西元1835年英國地質學家亞當·賽茲維克(Adam Sedgwick)斷論露出在威爾斯(Wales)北部的一組複雜、不易了解但又富含化石的地層，都是在同·悠長時期中形成的，賽茲維克稱此一時期為寒武紀。寒武紀一詞源自寒武利亞(Cambria)，而寒武利亞一詞又是威爾斯文「cymry」一字的拉丁字形式。「cymry」一字在威爾斯文中是指「人民」，至十九世紀為詩人作家用來指稱威爾斯。賽茲維克所命名的岩層中所含的化石是地球上最古老的介殼類生物。這些化石極大部分是三葉蟲(trilobite)等已滅絕的生物。三葉蟲可

視為今日鯊類的遠祖，牠在當時稱霸全球。

地質學家將地球的歷史分為四個代(era)，每一代均達億萬年之久。代以下再細分為時期較短的紀(period)，每一紀均為演化史上的重要單元。寒武紀是地質時代的第二大代——古生代(Paleozoic era)——的第一個紀。本紀以生物的出現，尤其是組織繁複的生物的出現著稱。一如賽茲維克發現的：寒武紀的開始，以地球上大型無脊椎動物的突然出現著稱。

在先寒武紀前代(Precambrian era)；亦即自地球形成開始到最初寒武紀化石出

現期間的40億年與寒武紀的中間，為一演化史的分界線。在此線的一方只有最簡單最原始的生物痕跡，但數百萬年之後，在此線的另一方則出現了幾乎所有的無脊椎動物羣種化石，這些生物都生活於溫暖、混濁的海洋中。

在先寒武紀前代及寒武紀時，海洋中充滿了豐富的海洋植物，主要的是單細胞的藍綠藻類。在淺海中，遍佈著薄層毯狀的藻類，其所遺留於石灰岩層的是外觀特殊的波紋狀構造，也就是我們一般所稱的疊層石(Stromatolite)者。

百萬元	代	紀
1.8	新生	第四紀
		第三紀
70	中生	白堊紀
135		侏羅紀
190		三疊紀
225		三疊紀
270		石炭紀
350	古生	泥盆紀
400		志留紀
440		奧陶紀
500		寒武紀
570	太古	元古界
3500		太古代



寒武紀始於5億7千萬年前，持續7000萬年之久，圖示寒武紀時的陸塊分佈。以今日之觀點論之，寒武紀之大事紀則為大氣層演化成為含氧豐富，及複雜之無脊椎動物的出現。



寒武紀之海洋溫暖而淺，生物豐富。海洋中單細胞生物充斥，尤以藻類為甚。較為繁複之生物亦同時出現，含拓水母、軟體動物類，以及現已絕滅之原始生物三葉蟲。

寒武紀之海洋為生物之主劇場。此紀以節肢動物及軟體動物之突然出現稱著。此一生物進化史上的大躍進，一般認為是大氣中氧含量增加之故。大氣中氧含量之增加則是因為行光合作用之藻類出現的結果。此種藻類

行光合作用吸收二氧化碳，氧則為廢氣排出。不過單細胞藻類與相當繁複之生物，如三葉蟲之間，全無二者之過渡生物之化石存在，仍令古生物學者大惑不解。

三葉蟲類

在生物急速演進的此期中，最重要的無脊椎動物便是三葉蟲。寒武紀的化石幾乎有四分之三是三葉蟲，此種遍地都是的生物屬於節肢動物(arthropod)，也就是足肢及身體分節的無脊椎動物，其大小差異頗大，可小至 0.5 公分或大達 0.5 公尺長、重達 4.5 公斤。三葉蟲類一如現今的螃蟹、蝦子，其軀體外有甲殼，稱為外甲殼(exoskeleton)。但三葉蟲與蝦、蟹的最大不同點，則是三葉蟲的軀體可沿其縱長分為三個具有關節之體段，稱之為葉(lobe)，所以因此而命名。三葉蟲的兩側葉節各有一對小的足肢狀附肢(appendage)，其一上附有感覺及覓食器官，另外一隻則是運行之用。三葉蟲多數有複眼，但也有的是盲眼的。

三葉蟲在成長過程中行多次蛻變，蛻變時外甲剝落，另長新甲，這種褪落的外甲

殼就是我們常見的三葉蟲化石。因為三葉蟲的蛻變頻仍，古生物學家因此得以詳究其個體的成長史。另一方面，雖然古生物學家非常了解三葉蟲的生活史及習性，但是一個軀體構造複雜的生物，何以能在全無先祖遺跡的情況下突然出現，實在令專家學者大惑不解。其實，此一啞謎可見於每一寒武紀無脊椎動物化石上。

海洋之演進

有關海洋的演進，雖然尚未有確定的解說，不過目前最可信的假說是：寒武紀的許多有介殼類無脊椎生物的源起，都與

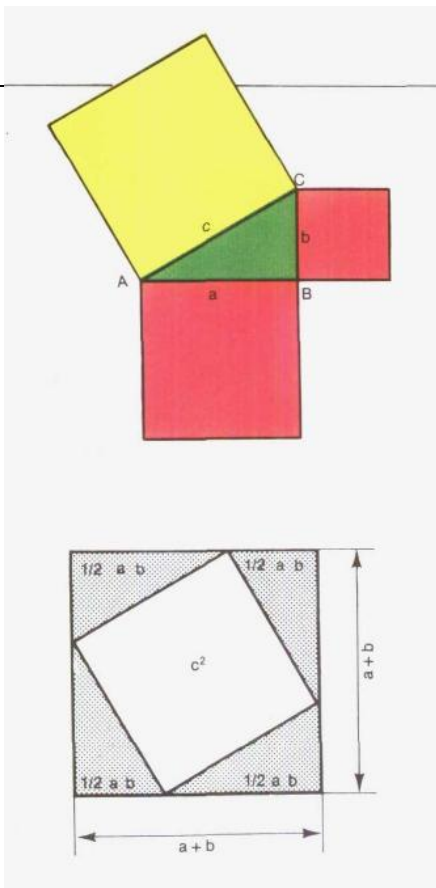
地球的大氣層及海洋歷史息息相關。先寒武紀前代晚期，大氣中含氧量極低，約為現在大氣含氧量的百分之一。但在先寒武紀前代的後半期，原始的單細胞植物及藻類以光合作用產生氧氣，此種平衡狀態下令二氧化碳逐漸消失的過程，會使得海洋酸性漸漸降低，直到寒武紀時可能已達到臨界含量，生物因此而以爆發的方式快速演進。自賽茲維克以來，地質學家不斷地在探索此一快速的演化過程，並探求自寒武紀起即雄霸海洋的三葉蟲，如何演化到以人類為主宰的過程。



幾何學 Geometry

古埃及人長久以來一直面臨一個問題，那就是：每年尼羅河總會氾濫成災，沖毀他們的田隴，因此急需一種方法來重新釐定田地的界線。基於此，他們便發展出一門科學，以後又逐漸演變而形成「幾何學」。geometry 這個字源自兩個希臘字：土地 (ge) 和測量 (metron)。打一開始，幾何學就在我們日常生活中奠定了兩項重要性，首先，它反映出人們試圖讓空間中事物的安排有意義，這包括事物的形狀及其各部分在空間中的關係；另外則是幫助我們從事實際的測量工作。

在幾何學的發展史中，最有名的人物無疑應推歐幾里得 (Euclid)。他生於西元前三世紀左右，並且曾蒐集古希臘人的大部分數學知識輯成一書，此即為「幾何原本」(Elements)，這本書到二十世紀都一直被視為幾何學的基本教科書。



歐幾里得方法論

歐幾里得最重要的貢獻之一，是他的方法論。他從 23 個基本定義開始著手，例如「一個點」，他的定義是「無大小」。今天，我們雖然認為這不是真實的定義，却仍視之為對了解根本的、未定義項語詞很有幫助。從這些基本的語詞開始，較複雜的幾何物元 (geometrical object)，譬如三角形、正方形或圓形等，都可加以定義。幾何物元並非有形的存在，而是代表在實際事物中可以觀察到的性質之極端情形的理想化。

其次，歐幾里得列了五個設準 (postulate)，或叫公設 (axiom)。設準是關於幾何物元最基本特性的假設。而後，他又討論了幾個公理 (common notion)——支配我們思想的一些律則。譬如說，假如一個物元能完美地疊在另一個之上，則此二物

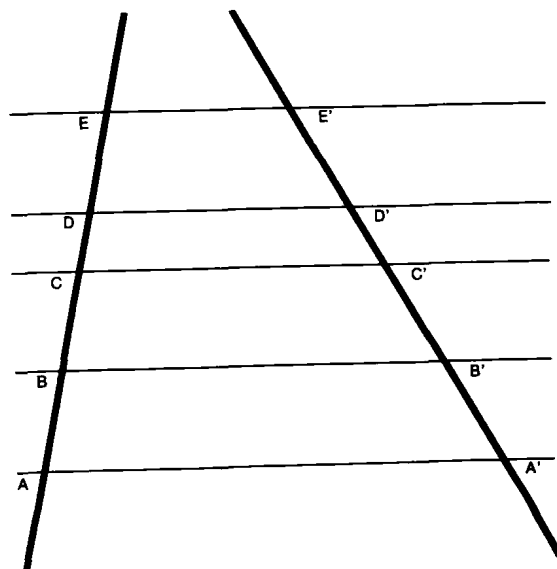
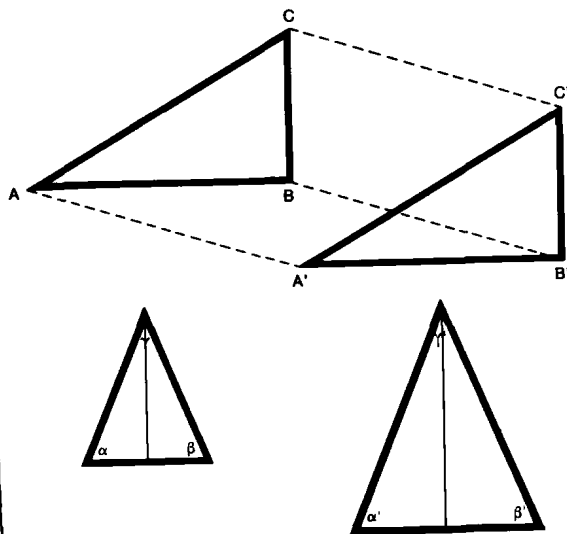
「幾何」這個名詞通常是指歐氏幾何，其最早是古希臘人發展出來的。西元前三世紀，一位數學家歐幾里得收集古希臘人的幾何知識，而寫成了不朽的「幾何原本」。由於大家太重視幾何了，以致在印刷術發明後三百年間，「幾何原本」的印行數量僅次於聖經，可見其風迷之一斑。歐氏幾何中也有古埃及的內容。古埃及人在每年尼羅河氾濫成災時，都需要重新測量個人所有的田隴，因此

導出應用幾何學的雛型。

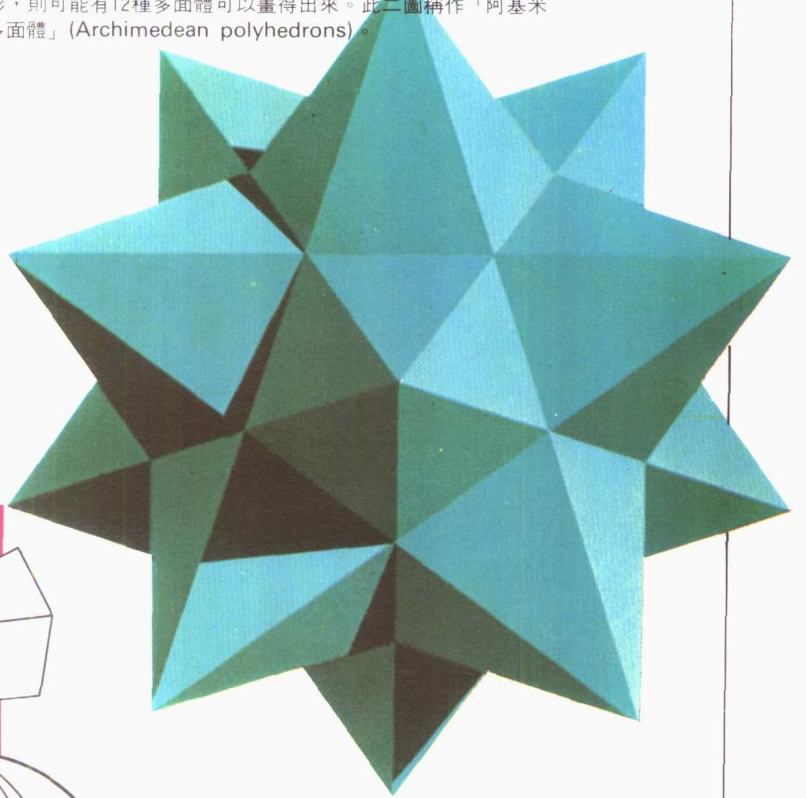
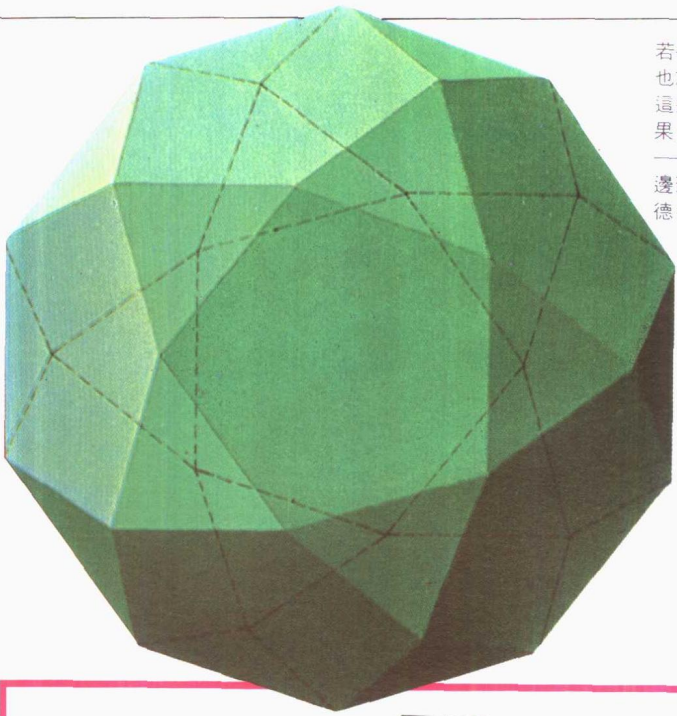
近代幾何則以泰利斯 (Thales) 的成就為基礎。泰利斯是希臘數學家，曾到埃及遊學。他把所學到的基本觀念改成普遍的抽象原理。「泰利斯」這名號與有名的「平行定理」有關 (見右下圖)；此即是說，一組平行線被兩條割線割成比例線段，所以， $BD:B'D' = AB:A'B'$ 。這個定理是歐氏幾何中所有有關相似性證明的基礎。

而最重要的第二個基礎，也同樣是來自古代幾何學的「畢氏定理」。

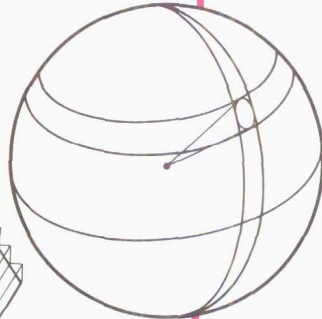
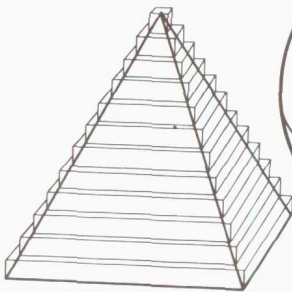
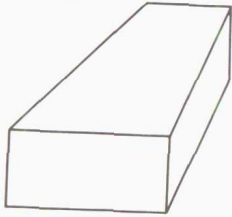
上：這是許多證明此定理的其中一個。左下：歐氏幾何的近代定義把「幾何學」描述為：研究幾何圖形被「平移」或改成相似的構圖 (放大或縮小) 時不會改變的性質。



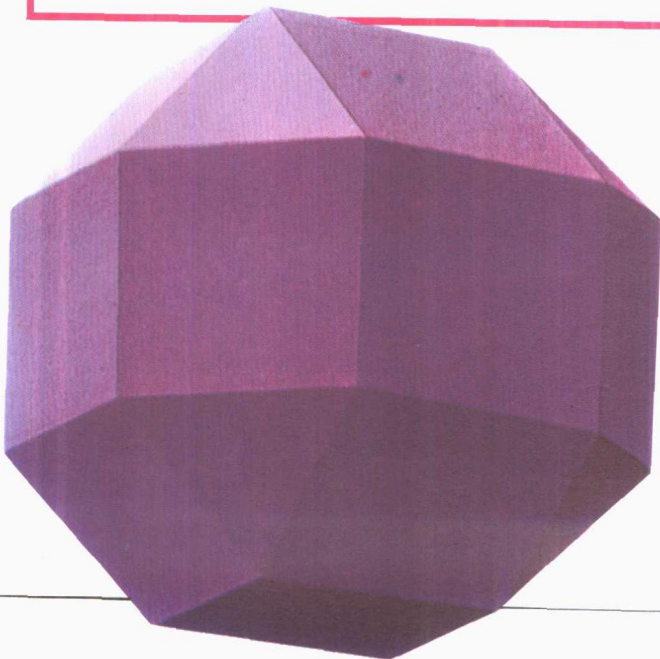
若每一面都全等，則共有 5 種(正)多面體可以內接於一個球面內，也就是：四面體、立方體、八面體、十二面體及二十面體。所有這些，都稱為「柏拉圖多面體」(Platonic polyhedrons)。如果多面體的面允許有兩種類型，並形成規則的多面體，如左二圖——一種包括正三角形與正五邊形；另一種包括正三角形與正四邊形，則可能有 12 種多面體可以畫得出來。此二圖稱作「阿基米德多面體」(Archimedean polyhedrons)。



遠古時代的數學家發展出計算不規則立體和楔形、平行六面體一類的規則立體等體積近似值的方法。

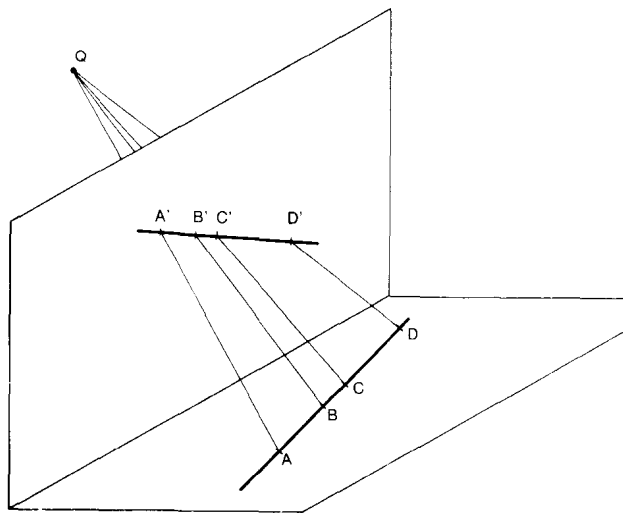
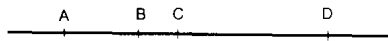
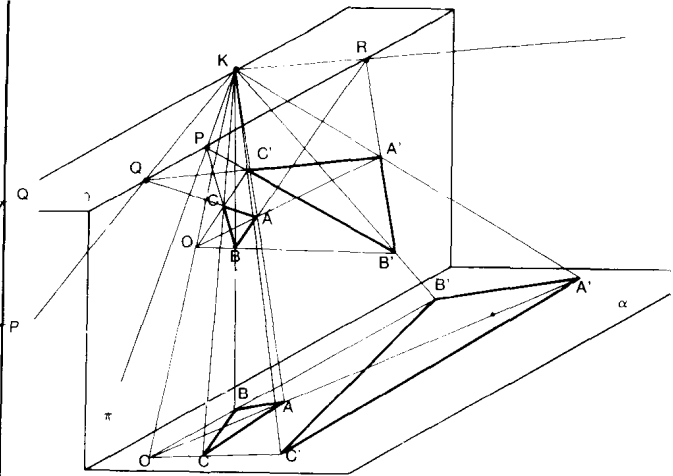
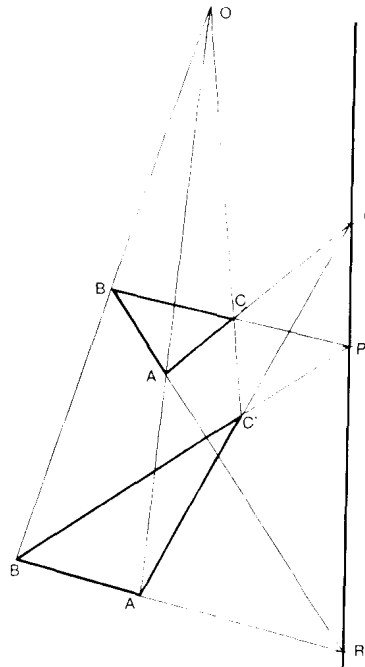


下：如果多面體的凸性可以移去，則除了阿基米德和柏拉圖多面體以外，還有一系列星狀的規則多面體。



十八世紀時，數學家開始考慮一種「研究圖形在射影變換後幾何性質保持不變的」幾何學（我們可在一幅畫後面打開一盞燈，以便將這幅畫射影——或稱「投射」到像銀幕的另一個平面。）在此情形下，即使圖形的因次 (dimensions) 改變了，但是其他的性質依然保持一樣。這些保存的性質便形成了「射影幾何學」(projective geometry) 的基礎。而其中一種性質就叫做「點的共線排列性質」(alignment of points)

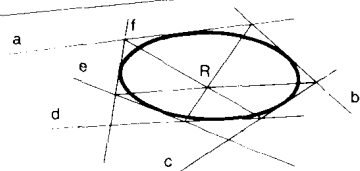
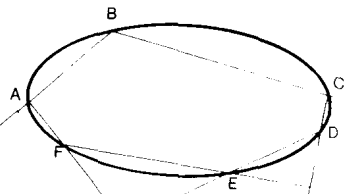
下：例如，共線排列在水平面上的四點 A、B、C 與 D 被射影到另一平面的四點 A'、B'、C' 與 D' 時，這四點也共線排列。儘管線段的真正長度在射影下改變了，但這些線段中的比例關係式却保持不變。也就是說， $\frac{CA}{CB} : \frac{DA}{DB} = \frac{C'A'}{C'B'} : \frac{D'A'}{D'B'}$ 。而 $\frac{CA}{CB} : \frac{DA}{DB}$ 這個「比」叫做 A、B、C、D (按此順序) 的「交比」(crossratio)



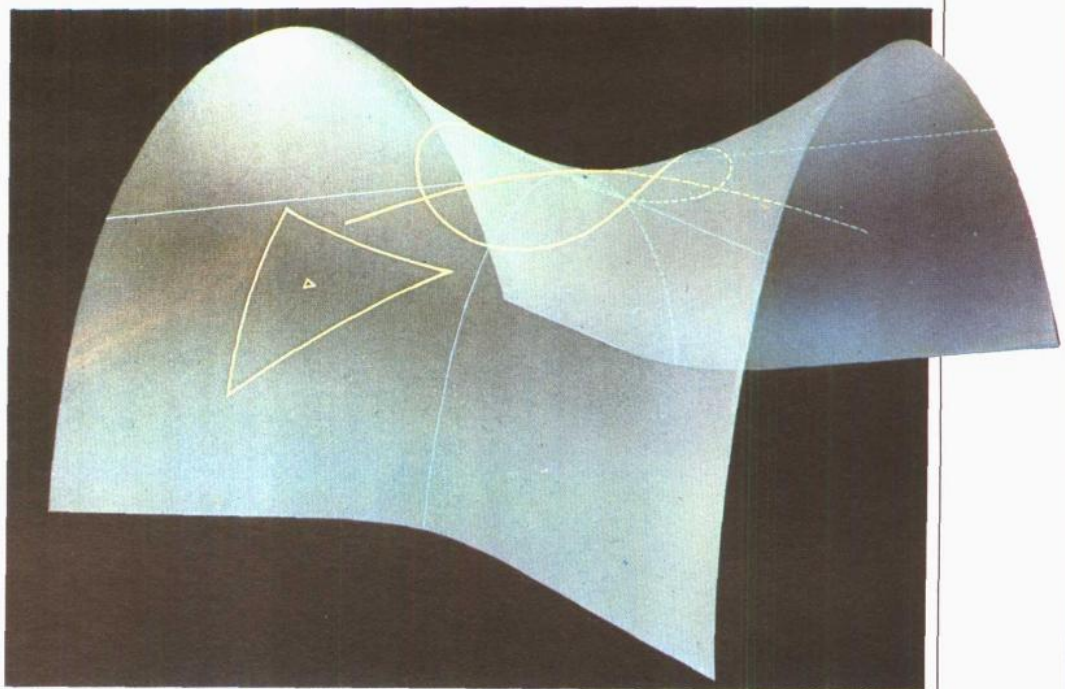
在射影幾何學中，極為複雜的定理都可利用稱為「蓬斯萊方法」(Poncelet's method) 的數學工具來證明。如果圖形過於複雜，我們可以僅由一個射影把它變換成另一個很容易解析的圖形。

上：要證明對應三角形定理(theorem of homologous triangles)——若兩個三角形的對應頂點都跟一個共同的點共線排列(如上圖左的 O, A, A'; O, B, B' 及 O, C, C')，則它們的對應邊所相交成的三個點 (P, Q 及 R) 也會共線排列 (或者說，如果這三個交點共線排列，那麼其對應的頂點都會跟一點共線排列。) 此定理的證明看似錯綜複雜，但若用蓬斯萊方法，就顯得輕而易舉了。我們可以選擇 K 點使上圖左的圖形經 K 點射影後 (見上圖右，其中 γ 平面與 α 平面平行)，將 P, Q 與 R 的連線投射到無窮遠去。如此，此兩個三角形的對應邊就會平行，於是證明就簡化了。

對於每一個圖形和定理，射影都是可能的。還有一種對偶原理，把射影幾何學的定理增加了一倍。這個原理敘述：如果一個定理是關於一個由某些點和線所組成的圖形，那麼，此定理對於前述圖形中把點、線互相代換所得的新圖形而言，也是成立的。下：此圖即為此定理的一種應用。其中六點 A、B、C、D、E、F 是在一橢圓上。如果這些成對連起來，那麼它們的三個交點就會共線排列。利用射影幾何學證明這個定理成立之後，我們即可根據對偶原理將它變換，並獲得一個同構的敘述，那就是：若過這六個點的切線之六個交點成對連起來，則會交於一點 R (見右下角的小圖)



在十九世紀時，有些數學家想要證明某些幾何設準(或公設)可以由其他設準導出來，而化約設準的數目。如此，才能消去那些並非真實的設準，並將之納入定理之中。這種研究顯著地集中在歐氏幾何的一個設準上，那就是：從直線 AB 外一點，只能畫出一條直線與之平行。在做了很多研究以後，數學家終於明白，這個設準可以由新的設準來取代，而後者便構成了非歐幾何學的基礎。比如說，如果我們敘述：過一線外一點，可作出兩條平行線，那麼稱作「雙曲幾何學」(hyperbolic geometry) 的另一種幾何學，就可以建構出來。事實上，如圖顯示，在一個雙曲面上，過一直線外一點，有兩條平行線可以畫出來，在這個幾何學中，一個三角形的內角恒小於 180° ；而在歐氏幾何學中，則等於 180° 。



元是相等的，或全等的。最後，利用定義、設準和公理，歐幾里得又導出各種有關幾何物元的結論，稱之為「命題」或「定理」(theorem)。

歐幾里得方法論的價值，在於從非常簡單而清晰的敘述出發，引領我們去發現複雜，甚至或許無法預見的幾何物元特性，這個特徵也使得幾何學成為其他學問推論的標準。奧布列(Aubrey)曾提及英國哲學家湯瑪斯·霍布士(Thomas Hobbes)，說他有一天翻開幾何原本一書中央部分的某頁時，真不能相信自己看到的定理，但在回過頭來研究前面的設準後，他是如此地信服，以致不自覺地「和幾何學墜入愛河」。

歐幾里得幾何的應用

歐氏幾何中，最實用的定理就是與面積、長度有關者。我們度量已知曲面某一部分的面積時，是要觀察它裏面到底可以塞進多少個單位面積的小方格。有些定理則告訴我們，如何直接計算許多圖形的面積。我們可以把「正方形的面積為一邊自乘之結果」視為公理，然後證明出熟悉的面積公式來。

譬如要證明一個長方形(以 A 表示)的面積等於長(l)寬(h)的乘積，我們可以把它的長邊(l)延長為 $l+h$ ，寬邊延長到 $h+l$ ，如此則可得到一個($l+h$)自乘的大正方形。這正方形的組成乃是：兩

個較小正方形——一個以 l 為邊、一個以 h 為邊，以及兩個面積皆為 A 的長方形。這大正方形的面積等於 $2A + l^2 + h^2$ ，但由於它的邊長也等於 $l+h$ ，因此面積可表示為 $(l+h)^2 = l^2 + 2lh + h^2$ 。換言之，即 $2A + l^2 + h^2 = l^2 + 2lh + h^2$ ，等號兩邊都消去 l^2 和 h^2 ，就得到 $2A = 2lh$ 的結果，於是 $A = l \times h$ 。

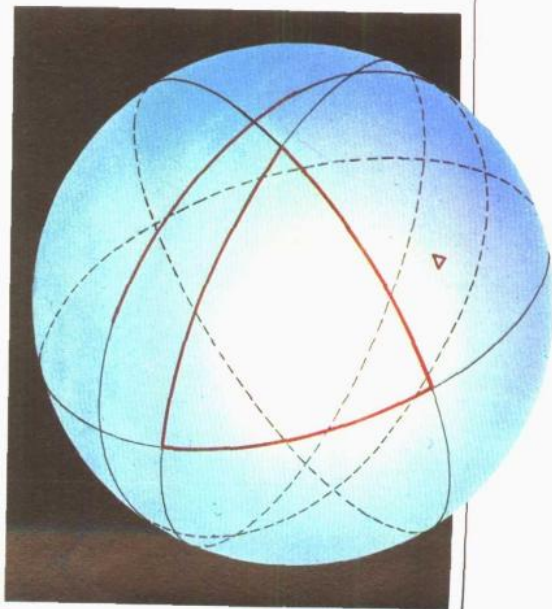
畢氏定理

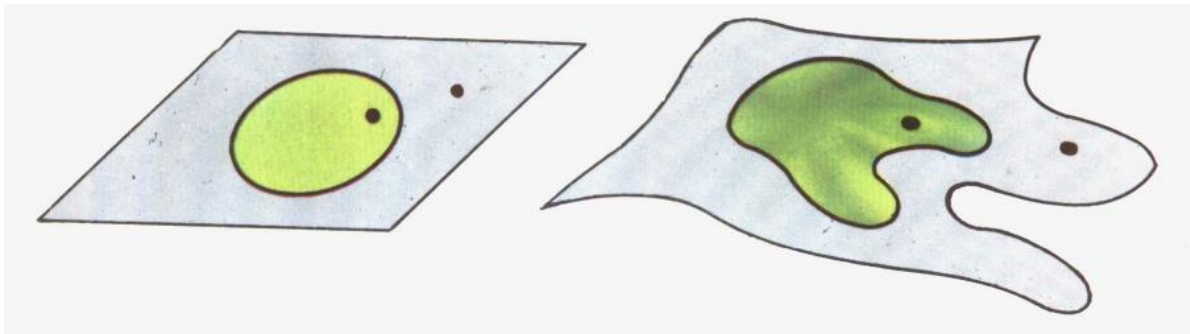
要計算長度得借助畢氏定理，只要用座標表示就很清楚了。這定理是為紀念希臘哲學家畢達哥拉斯(Pythagoras)而命名的，此定理與直角三角形有關。直角三角形是指：三角形中有一個角是 90° ，或有一個角是正方形的角。直角的對邊叫做斜邊。畢氏定理敘述：斜邊上的正方形面積，等於其他兩邊上的正方形面積之和，因此，要是已知一個直角三角形的兩邊長度，我們就可利用畢氏定理計算出第三邊的長度。畢氏定理有許多證明方法(至少有 370 種以上)，其中還包括詹姆士·加非德(James A. Garfield)的證明，他後來當上了美國總統。

解析幾何

畢氏定理在名為「解析幾何」的幾何學中特別重要。解析幾何是法國哲學家笛卡兒(Descartes)發明的(但應還包括法國律師

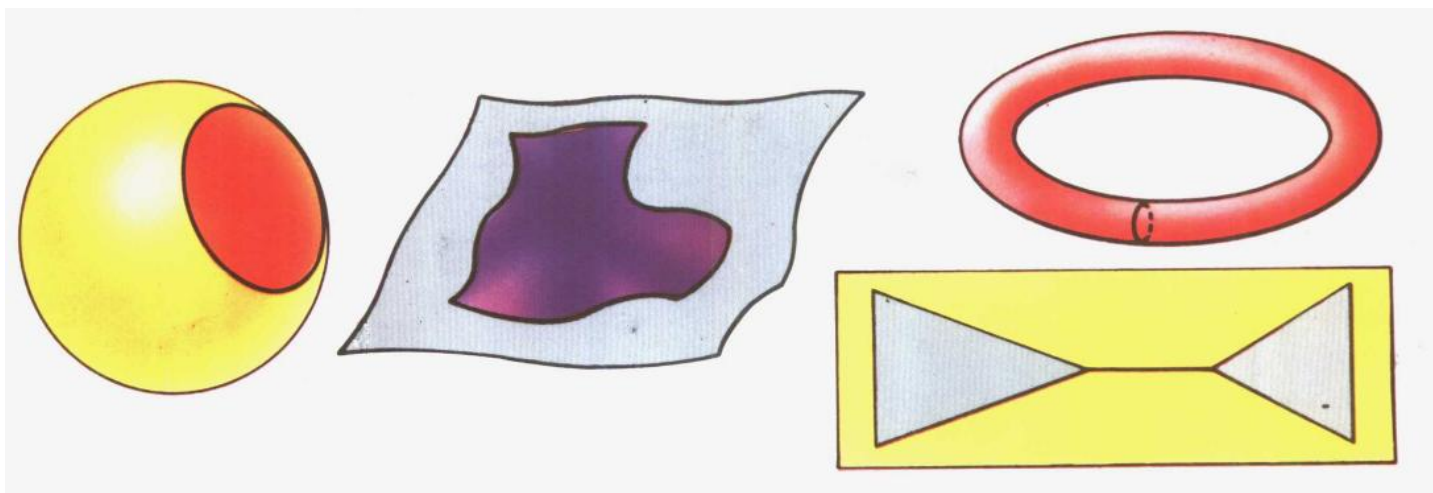
另一種約與雙曲幾何學同時發展的幾何學是「橢圓幾何學」(elliptical geometry)。其中，歐氏幾何學中的另一設準也改變了，那就是：歐氏幾何中的(直)線由球面上的線所取代。此外，其中一個三角形的內角和大於 180° 。譬如在地球表面上，由赤道和兩條經線所形成的三角形之內角和就等於 270° 。然而，在雙曲線和橢圓幾何學中，若使用到較小一點的圖形，則其結果就會近似於歐氏幾何中的對等部分。





射影幾何學研究的是，在射影變換下仍保持不變的幾何性質。然而，也有其他的幾何變換存在，而構成了數學分支——拓樸學的基礎。如上圖中，表現在一對設計圖中的拓樸變換——一種連續的對射變換，儘管圖形改變很大，但兩圖中所示的兩點仍保持彼此之間的相對位置；而且圖形本身也保存了一般的曲面特性，也就是說它們並未切開或撕開。

下：是在拓樸變換下保持不變的其他性質之例證。球面與扭曲的正方形共有下列性質：經由切開單一個曲面，它們都可分成兩個部分。另一方面，內胎形甚至在一曲面被切掉後，仍可能保留為一個部分。此外，黃色長方形把平面分成三帶，並有六個頂點和七個邊。此圖形是用以解釋一個困難的拓樸定理，亦即：頂點數(v)減去邊數(e)再加上面數(f)—— $v - e + f$ ，在拓樸變換下保持不變。



兼業餘數學家費馬(Fermat)，他也發明了解析幾何]。首先，我們得找一個平面——一個完全平直的曲面，具有無限的長度與寬度，然後畫出兩條互相垂直的直線(也就是相交成直角的直線，稱作「軸」)通過原點，如此，我們便可賦予平面上的每一點兩個座標，當然，這兩個座標要按照它到此二軸的距離而定。

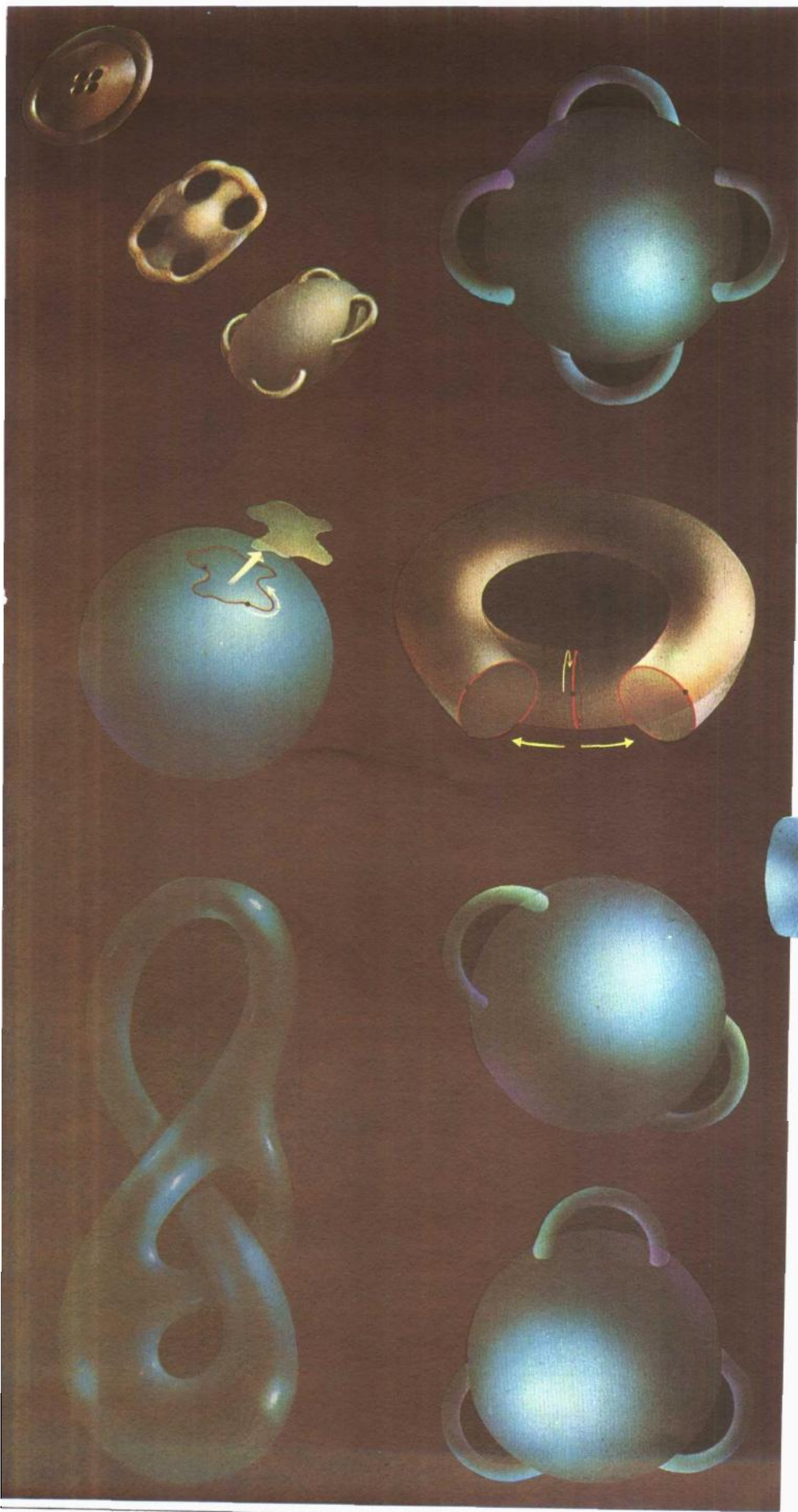
在座標系中，任意兩點可用線段連接。這線段是某直角三角形的斜邊，因三角形的另外兩邊分別平行於座標軸，故成直角相交。利用座標，我們可以輕易地求出這兩邊的長度，然後運用畢氏定理可計算出這兩點之間的距離。

非歐幾何學

歐幾里得有個設準，一直是數學家們爭辯的主題。這個設準是說：過一已知直線外一點，只能有一條直線平行這已知直線(兩條直線無論往那一方向延伸都不會相交，而且恆保持等距離，就稱作「平行」)。有好幾百年的時間，數學家們想盡可能的辦法來核證此一設準，最後在十九世紀時，總算證明它是可以放棄的。這引發很多新幾何學的創造，其中有的根本沒有平行線，有的則是過一已知直線外的一已知點存在很多直線平行這已知線。

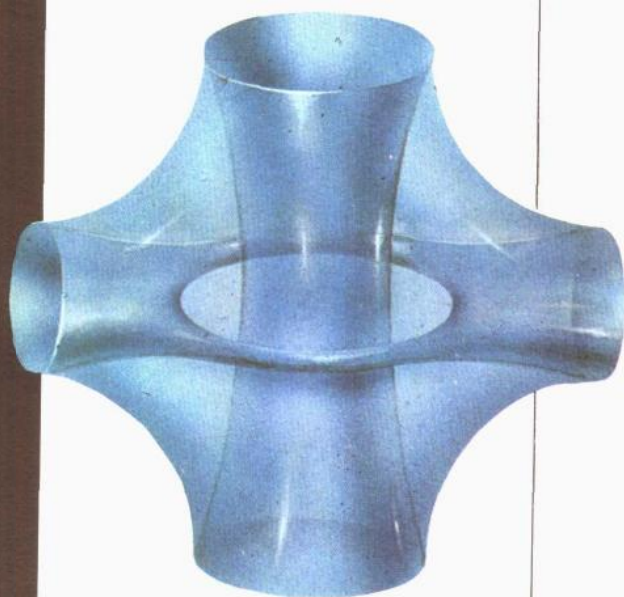
在這些所謂的非歐幾何學中，空間具有很多極不同於我們所熟悉的性質。這一現

象自然地引發出：在各種幾何學中，究竟那一種才是正確地描述了空間的性質的問題。由當代數學家所提供的答案指出：這個問題是被誤導了。在幾何理論中，沒有一種理論是獨一無二且真實的，因此，不同的情境，應由不同的幾何理論加以最好的解釋。所以，儘管歐氏幾何學在很少的範圍內頗為管用，但是當考慮到很大的距離時，如在愛因斯坦的相對論中，非歐幾何學是更為適用的。總之，單一的、總括一切的幾何學並不存在，而是有許多不同的幾何學。當我們研究幾何學時，並不是在研究空間本身的性質，而是在探討對於不同的問題我們可以思考的不同方法。



在拓樸學中，能證明兩個圖形是否等價是很重要的。如果是，就表示它們彼此可以互相變換。找出這樣的變換，就提供了一個正面的證明。至於它們不等價的證明就困難多了，因為必須證明沒有這種變換（無窮多個）可使其中之一變換成另一個。不過，也有一種變通之法——設某圖形是某「族」具有某種特性的圖形中的一個，而另一圖形則具有極不同的特性。如果可以證明某圖形具有一種另一個圖形所沒有的特性，則此二圖形就無法拓樸地變換。

左：如圖中央所示的球面與內胎形，就永遠不可能彼此相互拓樸地變換。在球面上沿一條封閉的線切開，可以移去這球面的一部分，但一個類似的切割在內胎形上可能無法移去任何部分，而只是將之變成一根管子。因此，這兩個圖形並不是拓樸等價。至於圖上方的鈕扣，則變換成具有四個柄的球面，且保持了原來的拓樸性質。



二度空間與三度空間的拓樸圖形並不難想像，雖然它們可能不容易畫得出來，就如上圖所示。然而，一旦數學維度增加，則這些圖形的性質就很難掌握了。例如左圖中的複雜三度空間圖形看起來像個結的東西，可以在更高的維度空間進行規則的變換，使它和右圖的雙柄球面拓樸等價。同理，三柄球面也可以在高維空間中，經過規則變換成爲類似左圖的東西。

循環系統 Circulatory System

生物界中，很少有傳送系統像人類血液般有著如此的高效率和多重功能。血液由肺部把氧帶給體細胞，又把二氧化碳從體組織中帶走，它同時也攜帶養分和恢復健康的化合物，並含有可抵抗在身體任何部分感染或侵入病原的物質；它又攜帶激素、酶，和其他控制生化過程的化學物質。成人體內，平均只需5~6公升的血液就能完成這些不同的工作。

但不論血液有多麼神奇，它仍需要一條通達全身的路徑。演化——生物學裏默默工作的工程師，提供了一張由管子構成的網、一具唧筒和堅實的生物工程，我們稱為循環系統。

系統的組成

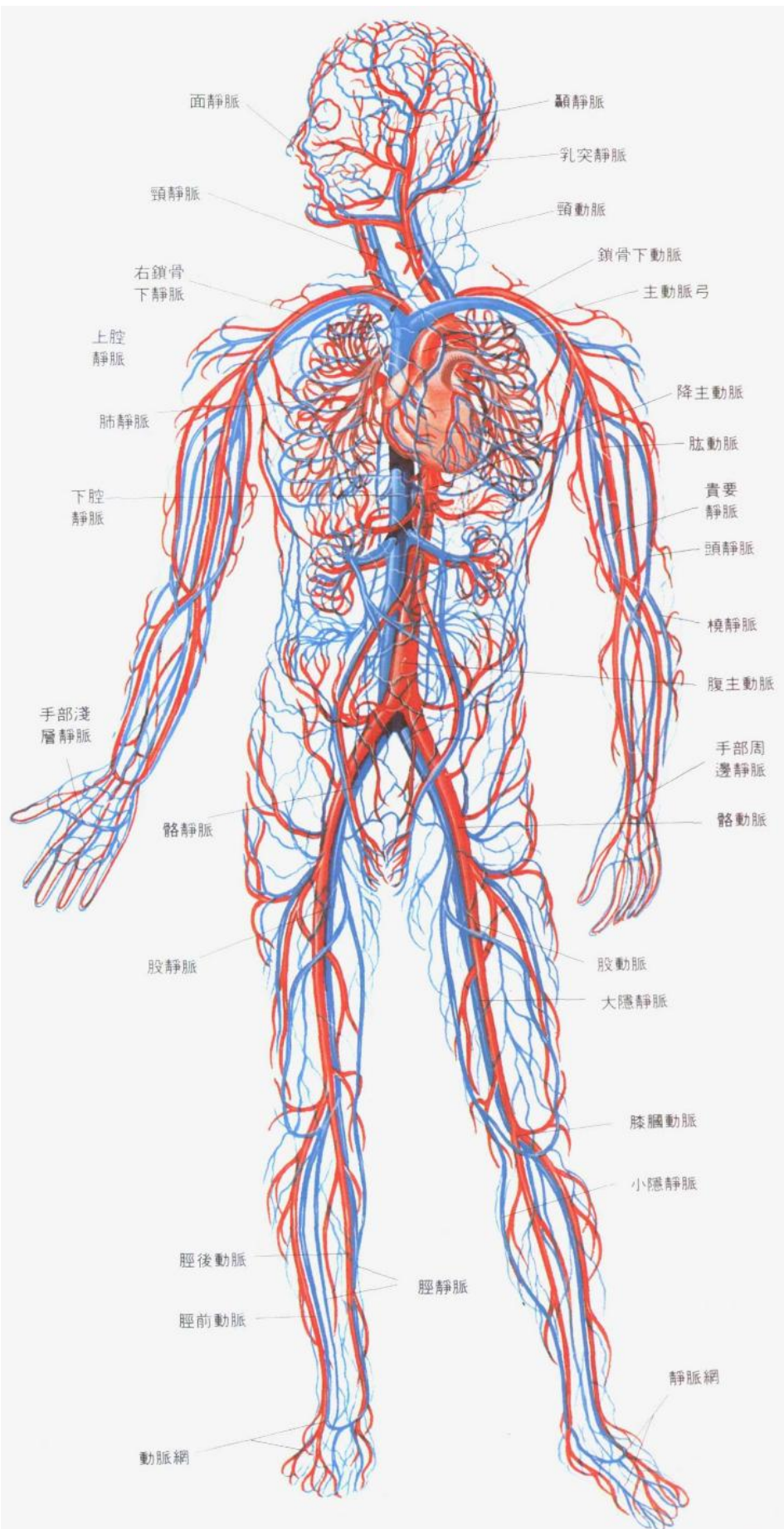
人體循環系統包括四個主要部分：血液、心臟(系統的唧筒)、一張血管網(動脈、靜脈和微血管)和體組織的第二引流系統(淋巴系統)。這些都是維持細胞代謝(將食物轉化成維持生命的能量)所必需的，此代謝可維持人類和其他微生物的生命。

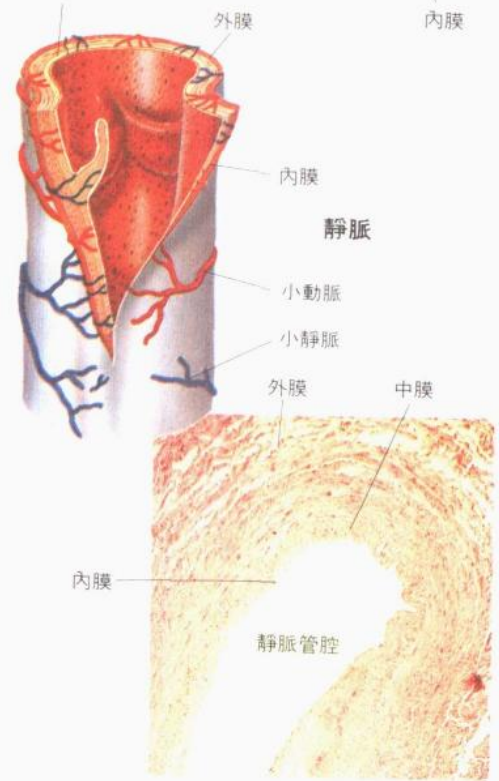
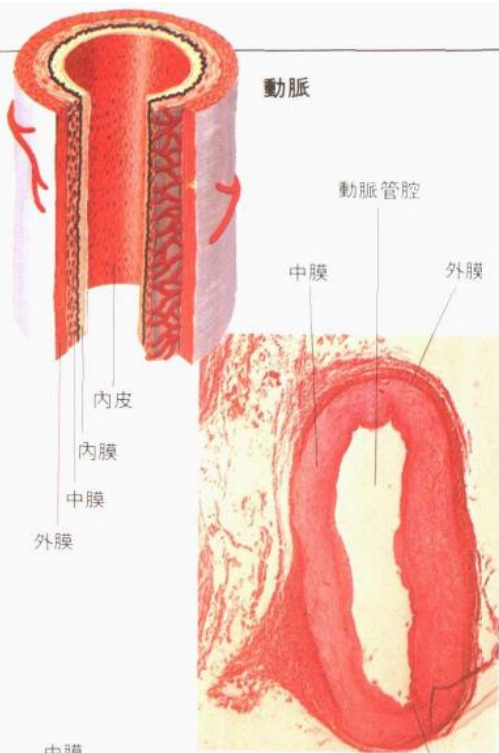
血液，是紅色的液體，一部分是固體(血球)，一部分是液體(血漿)。紅色是血紅素形成的；血紅素是紅血球中含鐵的大分子，為蛋白質和色素的結合物，可攜帶血中97%的氧氣。它具有獨一無二的能力，可以在氧分子多的地方(肺)得到氧，而在缺氧的地方(組織)釋放氧分子。對細胞來說，氧是產生能量所必需的，就好像在自己家裏的火爐中燒柴需要用到氧一樣。

最忙碌的肌肉

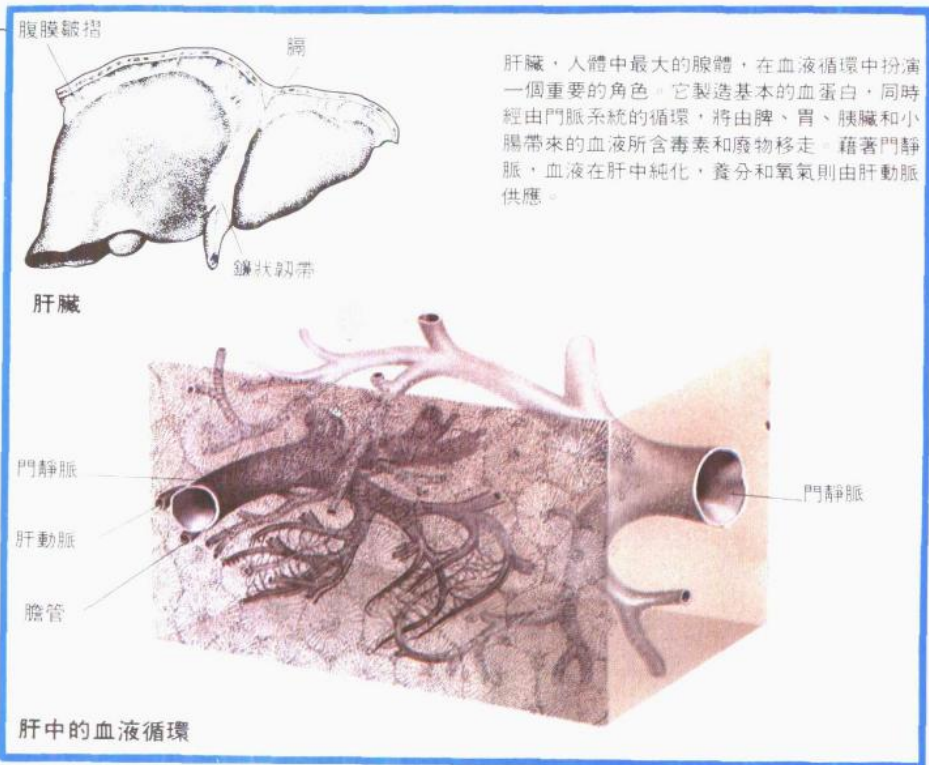
循環系統中最忙碌的部分就是心臟——一具在人體胸腔內的肌肉唧筒。所有的鳥類和哺乳類的心臟，都有兩個分開的部分，也就是說心臟的一半運輸血液到肺中(血液在此處釋二氧化碳而和氧結合)，而另一半則運送含有豐富氧氣的血液至身體其他部分。普通人的心大約有一個拳頭的大小，壽命為70年，舒張及收縮超過25億次。

心臟右心房接受由靜脈輸送過來的缺氧血，這些血再進入右心室，由右心室經由一條稱為肺動脈的血管唧筒打入肺中，和氧結合，接著經由肺靜脈回到左心房，然後再進入左心室，藉著強力的收縮，使血





循環系統的靜脈和動脈有相似的構造，但動脈壁比較厚，因為它們攜帶的血液壓力高。這兩種血管都是由三層組織所構成：內膜——血管的內襯，中膜及外層的外膜。如其他組織，靜脈和動脈也由更細微的小血管帶來氧氣及營養，也帶走廢物。



肝臟，人體中最大的腺體，在血液循環中扮演一個重要的角色。它製造基本的血蛋白，同時經由門脈系統的循環，將由脾、胃、胰臟和小腸帶來的血液所含毒素和廢物移走。藉著門靜脈，血液在肝中純化，養分及氧氣則由肝動脈供應。

液分佈到身體各處。心臟的左右兩瓣是由一道稱為「中隔」的肌肉壁所分開，而心房與心室間的瓣膜可在心室收縮時防止血液逆流。左心室的收縮稱為心收縮，而鬆弛則稱為心舒張。

血管

動脈是柔軟而有彈性的管子，可由心臟攜帶血液離開。靜脈攜帶血液至心臟，包括從肺輸送過來的含氧血。微血管是顯微鏡才能看見的血管，厚度僅有一個細胞的寬度，存在於所有的組織中，執行氧氣和營養的交換。另外一種特別的血管羣——門脈系統(portal system)，則將血液由脾、胃、胰臟和小腸帶到肝臟並通過肝——基本上，是通過兩組微血管。以這種方法，和消化道有關的血液便能藉著肝臟及其化學方式加以監測、調整。

主動脈(aorta)是體內主要的動脈，由左心室將血流向上導出心臟。沿著主動脈向上不遠處就有兩條小分枝回到心臟，供應心臟血液，我們稱之為冠狀動脈(coronary arteries)。當主動脈成弓形通過心臟上方時，有一個向上的大分枝——頭臂動脈(brachiocephalic artery)分成兩枝，一枝為右側的頸動脈(carotid arteries)，可攜帶血液至頭、頸部，而另一枝為右側

鎖骨下動脈(subclavian arteries)，可攜帶血液至肩膀及手臂以下。左側的頸動脈及鎖骨下動脈是直接由主動脈分出。主動脈本身則由動脈弓繼續往下行，分出支氣管動脈(bronchial arteries)至肺。在心臟以下，不同的動脈分別通達消化器官及主要的腹部肌肉；腎動脈(renal arteries)供應腎臟血液，最後，在脊椎的底部，主動脈分成兩枝骼動脈，可滋養骨盆、腿及足部。

身體主要的靜脈包括下腔靜脈(inferior vena cava，可將缺氧血由下肢和腹部帶到心臟)、上腔靜脈(superior vena cava，可收集上肢、頭、頸和胸部的缺氧血)，以及冠狀竇(coronary sinus，收集由心臟本身來的缺氧血)。許多大靜脈有防止血液倒流的瓣膜，特別是須抵抗地心引力的血液流動，如腿部等。

淋巴引流

淋巴系統正如靜脈系統，可收集液體，使其流回心臟，但淋巴液(非血液)流經自己的管道，就像靜脈血由組織攜帶二氧化碳的方式一樣。淋巴液由其微管中吸收蛋白質，然後經由一條和上腔靜脈相連的管道，將蛋白質傳給血液以補充血漿。淋巴系統也是將抗體引入血流的工具。

情報搜集 Intelligence Gathering

一般影片和通俗小說很容易讓我們認為，情報工作是一些勾心鬥角、緊張刺激的間諜活動，然而這種情形並不真實。情報搜集很少有如此精彩的冒險行動，絕大多數時候，情報搜集是耗費勞力的工作，常常需要不辭辛勞的分析和研究。這種工作足以讓 007 情報員詹姆斯·龐德厭煩透了。

何謂情報？

情報是經過研判的資訊，是一方為了解對方的情況傾全力獲得的。例如，每一家公司都希望能得到競爭對手的產品或生產

由於人造衛星在技術方面的改進，情報搜集的技巧已經有了根本上的改變。在地球軌道上的觀測站，如圖所示，能搜集有關軍事設施和部隊調動，以及海岸碼頭和鐵路等運輸系統的活動。還有一些其他的數據，諸如農作物的生產，和天氣圖的資料等。如果要說衛星觀測站有缺點，那就是它搜集了太多的資料。大量未經處理的原始數據，從觀測衛星傳送到地面站，首先須經電腦處理，使其成為易理解的資料，然後挑選出有用的資料或數據，由分析家們檢驗並加以判斷其所暗含的意義，尤其是政府最關心的政治和軍事情報。

計畫，每一位參與競選的候選人，都希望得到其他候選人的有關情報。情報這個名詞常出現在國際關係的文件中，在這種政治、經濟及技術迅速變遷的時代，大多數國家都認為情報是相當重要的，情報搜集已成為世界性的重要工作。

情報資料通常以兩種方式搜集：一種是公開地搜集，另一種是秘密地搜集。大約百分之八十的情報來自公開的傳播媒介，諸如報紙、電視和無線電台的廣播、政府發行的各類刊物、技術性雜誌，以及由外交官和駐外大使所作的報告。秘密性的情報則藉天線接收、太空搜集、其他長距離的監視，以及偶爾的間諜活動。一旦得到



新的情報，就必須加以判斷和解譯，以便向國家決策者報告。「最高機密」便是指一些具有相當價值的情報，只有那些「需要知道的人」才有資格看到這種情報。

情報的沿革

最早有關情報與間諜活動的記載，是西元前 400 年孫子所寫的「孫子兵法」。自孫子時代開始，情報搜集在國際政治舞台上，就扮演著重要的角色。第二次世界大戰以後，情報搜集的重要性日益提高，第二次大戰期間，以及戰爭結束那幾年，許多國家紛紛成立了專司情報的機構。為人所熟知的有西元 1947 年成立的美國中央情報局(Central Intelligence Agency, CIA)、蘇俄的國家安全委員會(Komitet Gosudarstvennoi Bezopasnosti, KGB)、法國的海外暨反間諜資料組織(Service de Documentation Extérieure et de Contre-Espionnage, SDECE)、以色列的撇貝(Shin Bet)，以及英國的秘密情報暨安全組織(Secret Intelligence and Security Services)等。

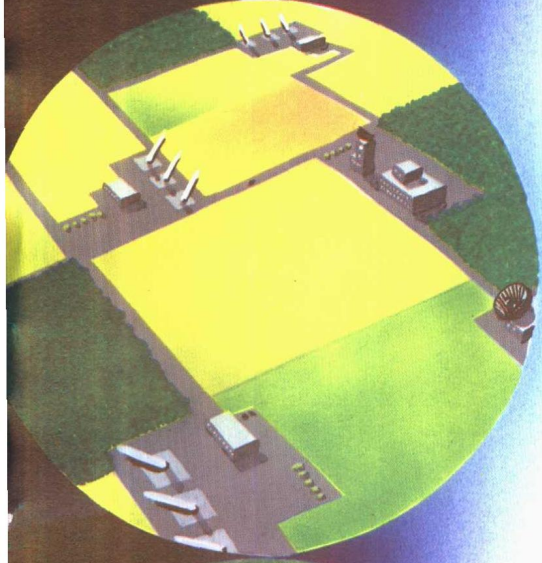
情報的種類

一個國家或許會想要知道另一個國家的

許多事情，但其中最重要的，也是最難得到的，便是有關其政治的動向、趨勢，和一些可能影響外交權力運作的人事調動。外交官要定期地準備這一類的政治分析報告，而這種資料可能需藉助其他情報來源加以補充，其中當然包括了間諜活動。由於經濟在政策的判定上，扮演著越來越重要的角色，所以情報搜集也必須包括經濟的資料和分析。軍事情報與分析有助於了解一個國家的軍力與武器裝備。有關科技方面的資料，可提供參謀人員衡量他國具有的各種戰略。甚至氣候、天氣和國家資源的地理資料，在武力強弱的分析上，也佔有極重要的地位。政府機構是由許多個人所組成，因此這些成員的個人資料也具有相當大的意義。

情報是才智的表現嗎？

今天世界各地有許多的情報組織，都在進行不正當的犯罪勾當。由許多例子可以知道，這類情報活動不但搜集另一個國家的情報，而且企圖干涉和顛覆其政府。更有甚者，做出一些惡名昭彰的事，因此在這世界情勢動盪不安的時代，許多政府均認為知道其他政府在做什麼是很有必要的。



採石 Quarry

泰姬瑪哈 (Taj Majal)、庫里大壩 (Grand Coulee Dam)，以及米開朗基羅的大衛像有什麼共同之處？它們都是以切割或採挖自地層的石頭製造而成，但這些令人嘆為觀止的傑作以及世界上所有的石造建築、紀念碑、水庫、雕像和道路等，只用去了開採石頭的百分之一而已，其他百分之九十九則被磨碎供化學及工業使用。

岩石的種類

採挖的石頭可分為三種：(1)沈積岩 (sedimentary rock)，由無機物或有機物經水流沈積而成；(2)火成岩 (igneous rock)，由高溫火山岩漿冷卻後形成；(3)變質岩 (metamorphic rock)，由沈積岩和火成岩經高溫高壓後變化而成。沈積岩包括石灰岩、白雲石、砂岩以及頁岩。花崗岩和玄武岩屬於火成岩，而大理石和黏板岩則是變質岩。

石灰岩和白雲石的質地較「軟」，最容易開採，用途廣泛；它們的岩床水平伸展，有明顯的脆弱部位可供開挖。石灰岩在美國、英國、法國和希臘極為普遍。其次常用的建築石料是砂岩，它也屬於軟性的岩石；在北歐、加拿大、新英格蘭和蘇格蘭等許多地方均有開採。砂岩的顏色從白色、橘黃、紅色到深棕色都有。

花崗岩的色彩富變化，從白、粉紅到綠色甚至黑色，用途繁多。它的質地堅硬、粗糙，被廣泛用作裝飾。其他的硬質岩石還有以紋理美麗著稱的大理石，大理石特別適用於裝飾和雕刻；另外像黏板岩，經常用在屋頂工程和當黑板使用。許多著名的大理石採石場都在義大利和希臘，但也有部分位於美國，特別是田納西州和佛蒙特州。黏板岩產於法國、比利時、德國、威爾斯以及美國東部。

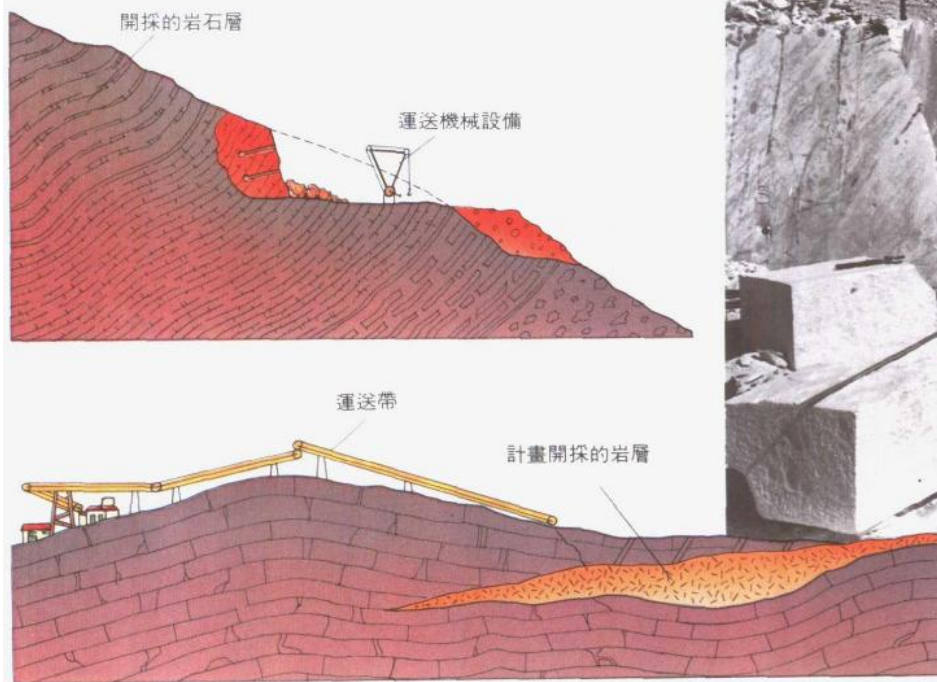
立體切割和磨碎

目前採石基本上可以分成兩種方式：立體切割或依照尺寸切成石板；以及將石頭磨碎以供工業和化學上使用。

立體切割採石：這種方式隨著岩石的種類、切割尺寸的大小，以及岩石未來的用途而有所不同。要找到一塊體積大又幾乎沒有瑕疵，而且質地佳、色彩美麗的石頭是非常困難的。採得的石頭儘可能不削減石頭體積，並保留它的外表，因此爆破的方式就不適合了。一般採石的最佳方法是

下：兩種不同方式的淺挖縱切面。在山區採石，礦渣就直接堆棄在下層的山坡上。在平地採石，則必須以他種方式將礦渣運出。

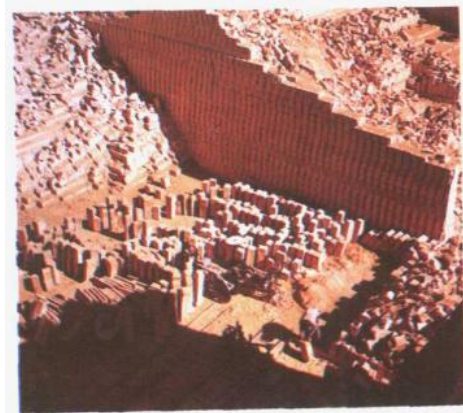
下右：火山凝灰岩的採石。為一種軟性的建材，常使用於地中海沿岸地區。

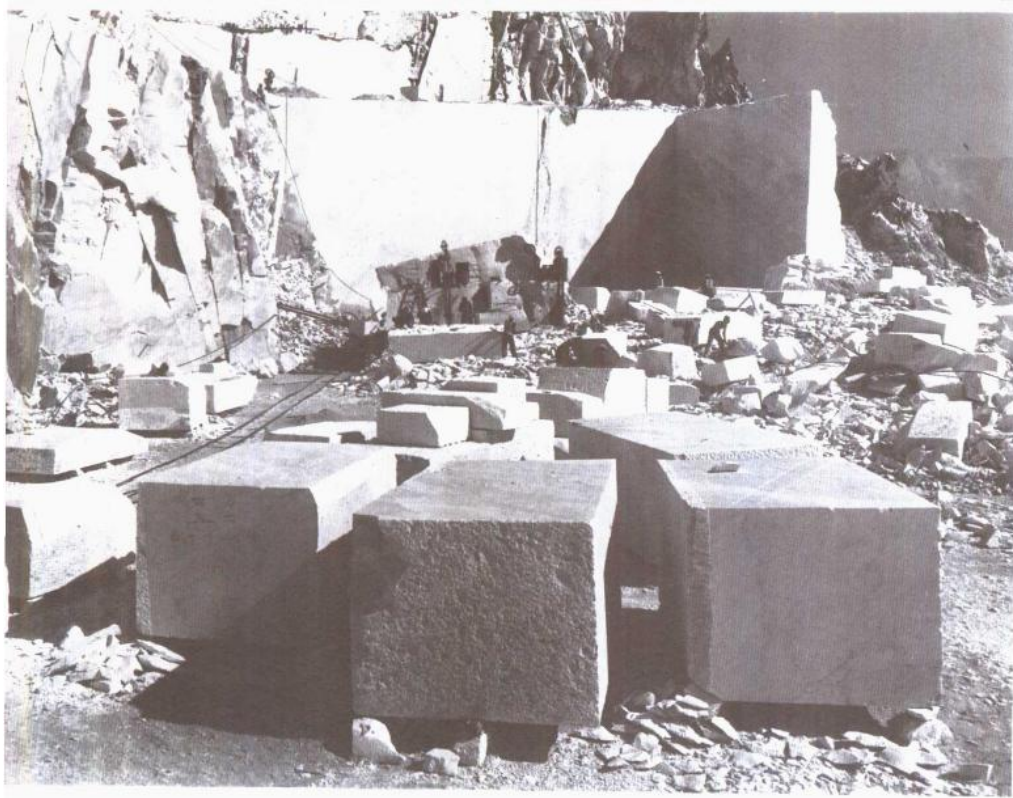


在岩床上割出一塊大石頭，然後將它裁成數塊體積大小較易處理的石塊，最後再用起重機將它們一一吊出。

將岩石自岩床中切出的第一步驟有下列幾種：

1. 鑽孔 (broaching)。在岩床上鑽取成列的鑽孔，然後以工具將孔與孔間的岩石取出。
2. 繩鋸 (wire sawing)。將長度達 4900 公尺的鋼索以滑輪帶動。切割時，將拉緊的鋼索貼緊岩石表面，並滲以沙和水以增加磨擦效果。鋼索大約以每小時 5 公分的速度切割岩石。
3. 噴射鑿孔 (jet piercing)。使用一種以氧氣和油料共同燃燒發動的高速鑽孔器，可以很迅速的在岩石表面燒穿一個 20 公分的孔道。
4. 鑿溝機 (channeling machine)。使用電動的鑿刀直接在岩石表面鑿溝。
5. 栓塞與羽毛 (plug and feather)。這種方法是用來將大石頭分割成較小的石塊。「羽毛」是一種軟的鐵片，操作時在已鑽好的洞內兩側各插一片；「栓塞」是一種鋼的楔子，放在鑽孔中二片「羽毛」之間。楔子放好之後，用槌子敲擊，則可使岩石沿「羽毛」方向裂開。

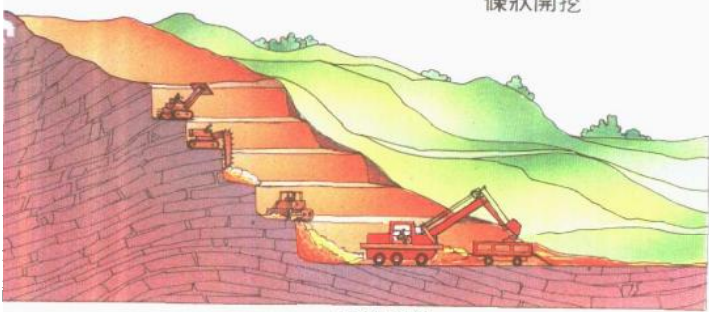




岩石採出後依照尺寸切割，再經過一系列的鑿切、研磨等程序，並使用設計好的工具作成各類的石材。許多現代化建築均已使用一些價格較低，而且更有效的產品代替石材；但由於石材的外觀精美，人們仍喜愛用它作表面鑲飾。紐約市的汎美大廈就是這種石材裝飾技術的最佳例子。

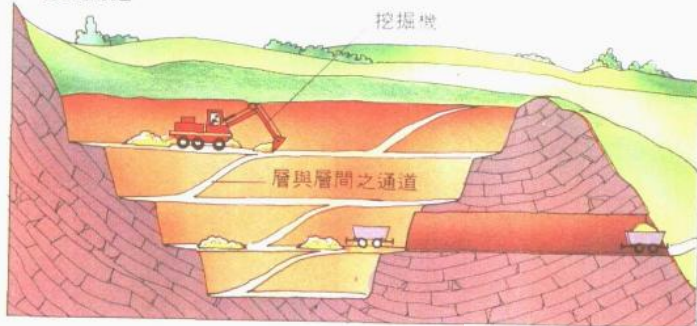
磨碎採石：這種採石方式有四分之三使用在石灰岩採石上，但玄武岩、花崗岩和砂岩也使用這種方式。由於不必顧慮石頭受到傷害，因此經常使用爆破的方法來鬆動岩層。這種方式的第一步驟是，在岩石上鑽一排或兩排的孔(大規模的採石孔可達 30 公尺)，然後在直徑達 30 公分的這些孔裏裝進炸藥，引爆後即可將岩石炸成碎塊。有時較大的碎石塊須以炸藥二次爆破，或是吊起巨大的鋼球擊碎。碎石塊以卡車或輸送帶運至工廠，在廠裏利用機器依照大小和用途分類。研磨機以類似咀嚼、磨擦的動作，將石頭磨成細粉。磨細的石粉主要用來混合混凝土和建造道路，在某些化學過程中是一種必要的成分。

條狀開挖



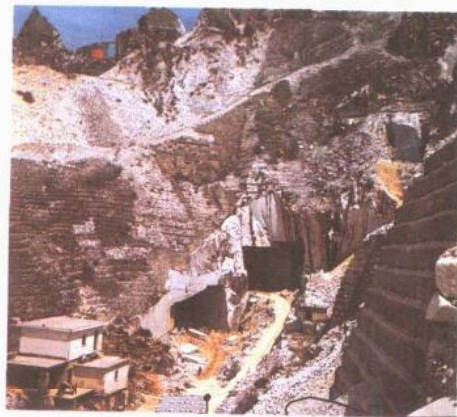
上：採用立體切割方式的大理石採石廠。
下：採用磨碎方式的採石工程。

明坑開挖



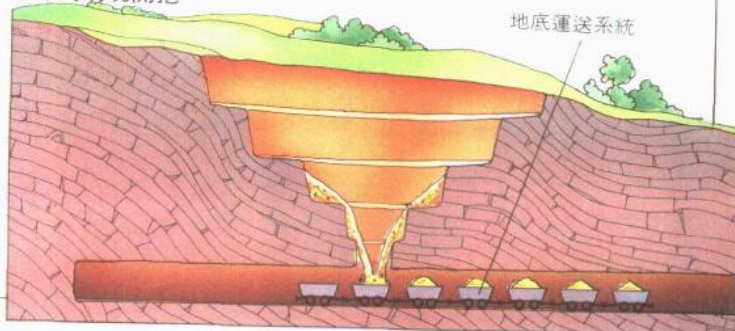
挖掘機

層與層間之通道



漏斗式明坑開挖

地底運送系統



本頁中的三張圖顯示大規模開採建築用石材的工程。上：當在較平坦的區域採石時，經常使用條狀開挖方式(strip mining)。中：明坑開挖方式(open-pit mining)通常使用一條地下的通道將石塊取出，而不必逐層的運至頂端。下：漏斗式的明坑開挖方式，所有的石料都送到礦坑的底層，再以礦車運出。

推土機 Bulldozer

羅馬不是一天造成的，同樣的，羅馬最重要的工程之一的福西納斯湖隧道(Lake Fucinus tunnel)也不是一天就可完成的。一世紀中期，羅馬動用 30,000 名奴隸，花費了 10 年的時間才在現在義大利的阿布魯基(Abruzzi)挖好福西納斯湖的排水道。假使當時羅馬人有推土機的話，這件工程將會變得很容易。

推土機自西元 1945 年開始受到工程界的廣泛使用。從建造房子到修築公路，都可利用它來做挖掘、推平、堆積和搬運泥土等工作。推土機的主要構造包括一具曳引機——四輪式或像坦克一樣的履帶式車輛，以及前端鋼板做成的又重又大的大鏟子。這個大鏟子由二根支架支撐到曳引機的前端，其中，舉高支架在下，傾倒架在上，都是由操作者利用槓桿藉油壓系統來操縱的，因此大鏟子可依照狀況需要而舉起或放下。大鏟子如果放到地面上操作，推土機就具有挖掘泥土的功能；如果將大鏟子高高舉起，則具有輸送泥土的功能。

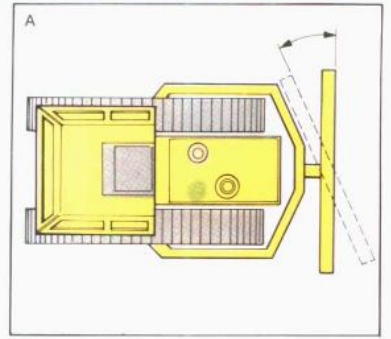
駕駛推土機指引

一個優良的推土機操作員，必定知道如何使同時施加在推土機上的二個力量平衡：一個力量是曳引機的向前動力，另一個力量是土壤對推土機的反抗阻力。假若操作者技術不夠純熟，那麼推土機不是越跑越快就是越走越慢。此外，我們可以很自然地想像出，由斜坡向下推比較容易推動泥土，因此，大多數的推土機操作員都盡量嘗試在下坡斜坡工作。另外還有一種情況是：假如有一堆泥土堆得太高了，以至於推土機無法一次移走，這時操作員可在土堆前後來回駕駛，直到全部將它移走為止。由上述我們會誤以為推土機的操作很簡單。其實不然，它可能有相當的危險性。由於推土機上的大鏟子比起大土堆來，仍顯得太小，因此在大鏟子挖取泥土的過程中，兩邊高聳的土堆可能有向推土機倒塌下來的危險，為了避免發生這種情形，操作者必須時時變換推土機的方向，不斷用大鏟子來把兩邊的泥土推開。

在岩石路面或者凹凸不平的地面，曳引機和大鏟子在推土機向前移動的過程中，都會產生上下振動的情形，因此，沒有經驗的操作員，便會因此上下振動而在地面上弄出一系列扇形背脊來；技術好的操作員，則會集中精神適時上下移動大鏟子，以避免這種情況發生。

最適宜使用推土機的時刻

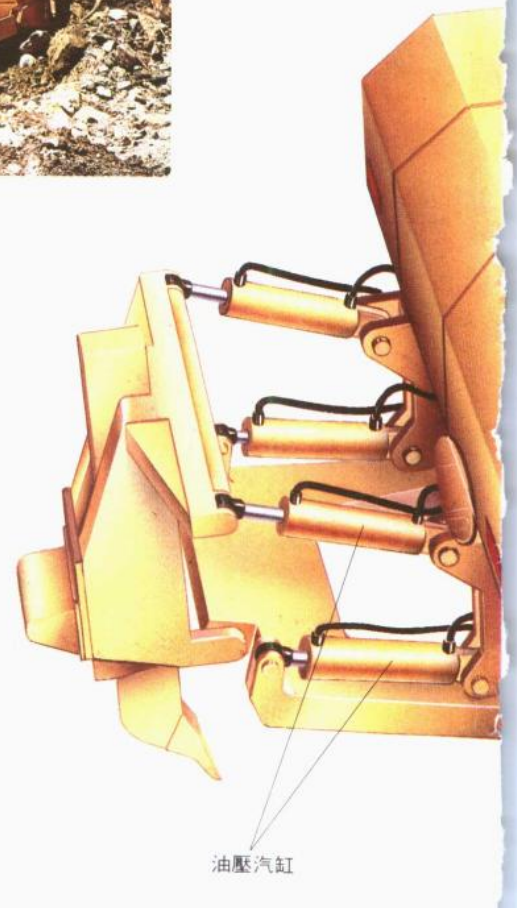
推土機就像任何裝置一樣，有它的特長，所以，有些工作使用推土機遠比使用其他機器要來得方便、有效。比如推土機在挖掘淺水溝、短距離內的物質輸送、推平卡車傾倒出來的泥土，和維持負載裝備附近的平坦及清潔，都具有相當大的功效。同時，它還可以做些很粗重的工作，比如攤平地面，樹木、樹樁和大石頭的移



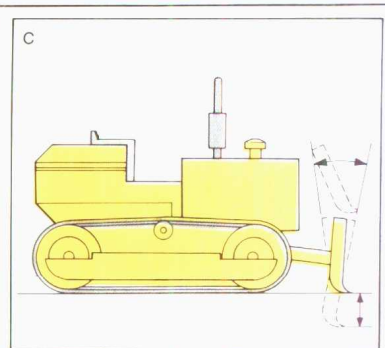
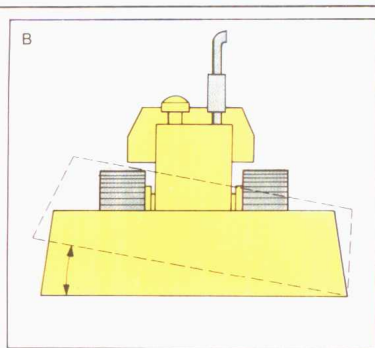
上：圖示為操作中的推土機正在移平地面。
右：推土機的主要工作部位。

推土機並不是用方向盤來操縱方向，而是由兩個槓桿來操縱。這兩個槓桿分別控制兩邊的履帶。拉動某一槓桿，可以使該槓桿所控制的履帶速度慢下來，那麼推土機就會向速度慢的那一邊轉彎。

圖示的這種推土機具有割裂鉗裝置，可用來擊碎地面，而安置在前面的大鏟子就可用來裝載疏鬆的泥土和岩石。這兩個工具，或者甚至其他工具，都安裝在最適當的位置，由一系列的油壓汽缸來操作。而推土機操作者則藉控制油壓汽缸來操作這些工具。



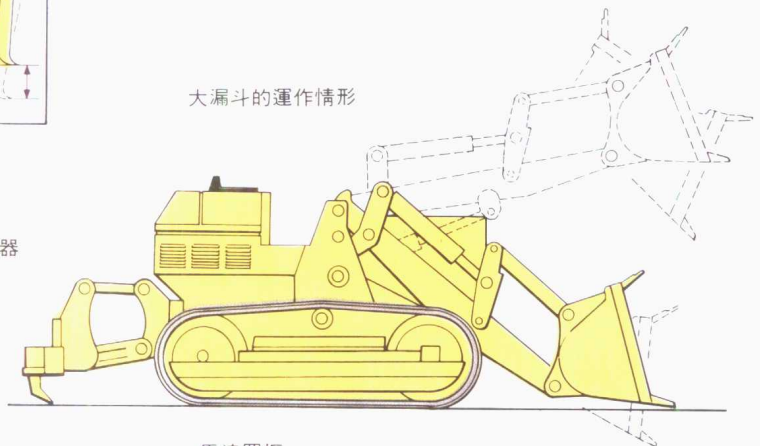
除等。建造公路時，我們也常利用推土機來清除樹木和鋪平地面。推土機也常配備有割裂工具，這個工具有一系列的齒狀物架設在曳引機的後面，可以用來割裂大岩石，於是推土機就可處理這些碎石片。推土機也有它的缺點，那就是每通過一次所要鏟平的路面，面積只能有它的鏟子那麼寬而已，雖然如此，推土機依舊是人類使用鏟子的一大革新。



左：推土機大鏟子爲了特殊用途，可以用不同的支架安排而有各種不同的位置。假如推土機用來承受疏鬆物質，那麼可以在它的前方裝上一個用油壓控制的大漏斗，如下圖所示。
最下：控制工作工具的油壓系統簡圖。

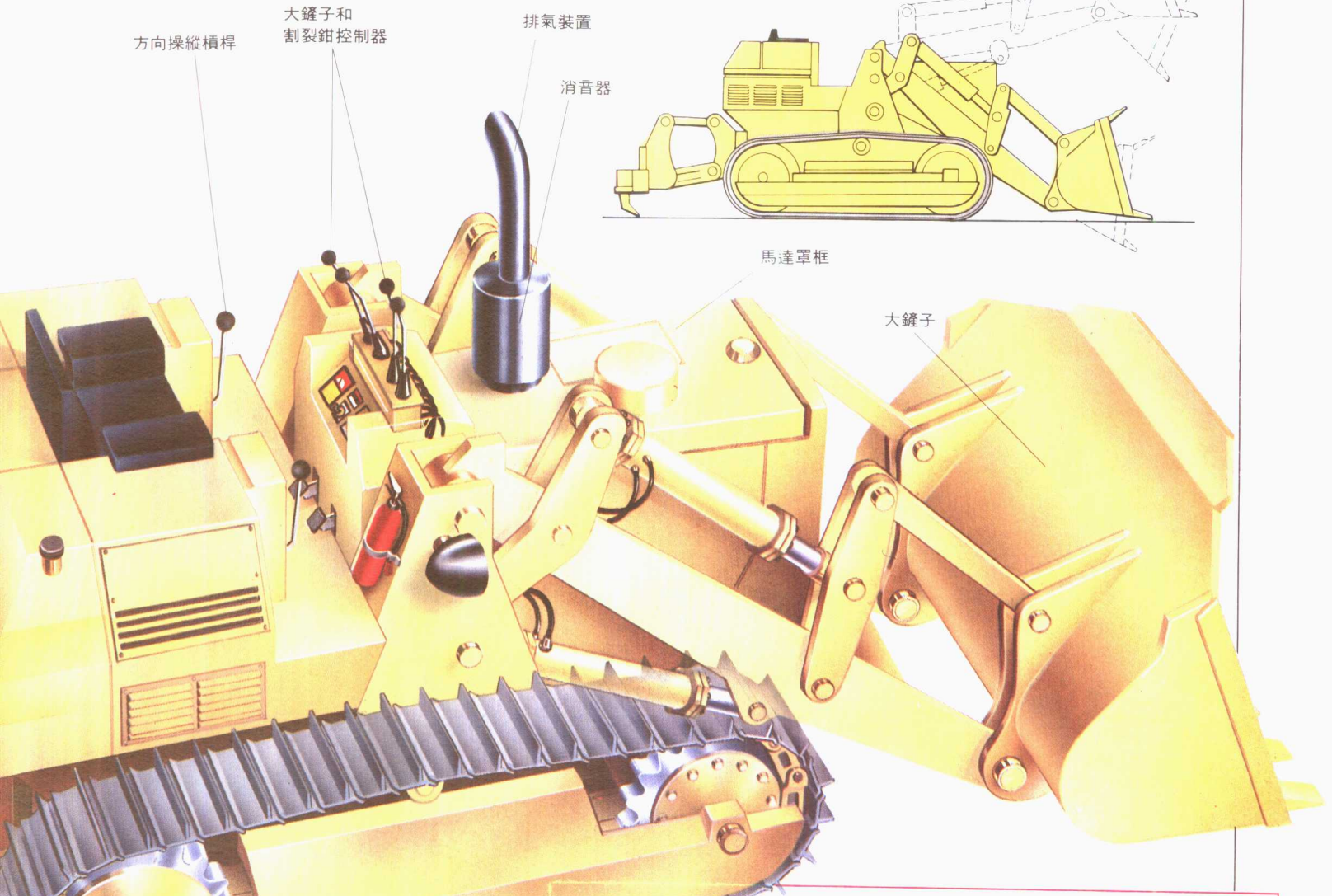
方向操縱槓桿
大鏟子和割裂鉗控制器
排氣裝置
消音器

大漏斗的運作情形

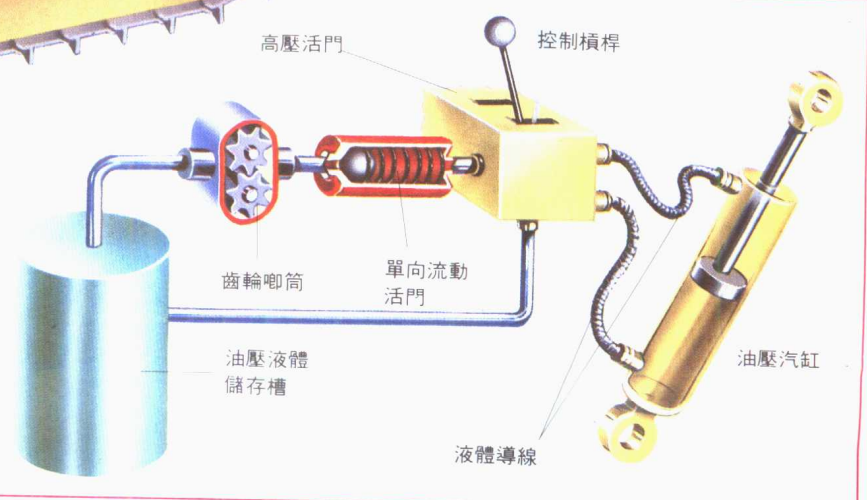


馬達罩框

大鏟子



高壓活門
控制槓桿



齒輪唧筒
油壓液體
儲存槽

單向流動
活門

油壓汽缸

液體導線

接地 Ground, Electric

人是電的良好導體。如果你觸摸帶電電線的一端，那麼電會經由你的身體接到地面上；因為對電流來說，你的身體只不過是通路上的一點點阻抗而已，這就是為什麼當你觸摸到漏電電線時，會招到電擊的緣故。如果你是穿著膠鞋，電流就無法通過橡膠，因為它是不良導體，因此橡膠可將你和地隔開，阻斷電路。但若是掉落的電纜線或閃電的電擊，則電源的電壓(或電位)會比地面的電位高出很多，此時膠鞋就不足以絕緣。如果受到閃電的電擊，或高壓線不慎掉落到身上，此時電流經過身體時，足以將人電死；之所以會如此，乃是因為電源與地面之間的電壓差異所致。一般而言，我們將地面的電位定為零電位。

有一個解決此問題的方法，就是提供另一途徑讓電通到地面上，而不經過你的身體，如此一來，即使你意外觸摸到帶電的電線而成為導體，電也會經過其他途徑導通。提供一個有選擇性的路徑給額外的或漏電的誤導電流通，也就是說使電有地方流通，藉此便能避免建築物進入高電壓的危險情況。這種交替性的路徑，連接電源和地面，使帶電導體和地面電位間形成一個迴路的方式，稱為「接地」。然而接地這個術語，通常是用來形容特別連接到地面電位的設計，它還可以避免電擊、火災、過熱或產生火花等危險的發生。

建築物的接地措施

閃電的高壓會使建築物著火。如果閃電擊中了建築物中的電源線，則會導致電流

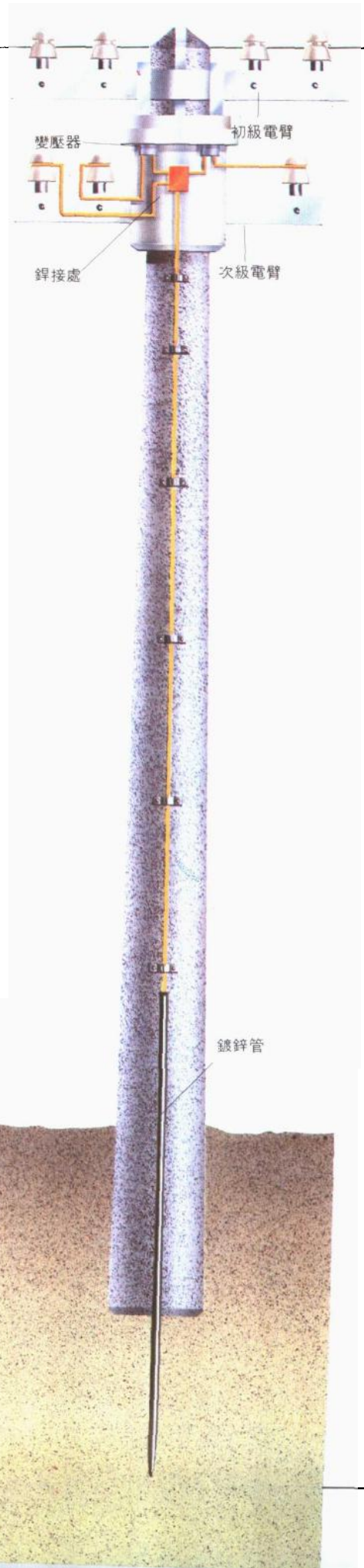
遽增，使得內部的電源線或電器用具著火。避雷針是用來防止電線著火的一種接地方法，裝置避雷針就可使建築物內的金屬條導通閃電，使之放電到接地處。接地線是連接到地下的電纜線，位於電源線的上方，用來充當閃電的靶子。

一般而言，電源是由發電廠將電輸配到偏僻的建築物上，而無論電源的輸配線路是在發電廠，或是連接到家庭裏的配電箱上，一定都會有一條接地線。這樣的系統是具有保護作用的，不但可使建築物內的導體免於受到閃電的衝擊，同時也可以防止電壓的累積升高，並且替漏電的電流提供一可行的路徑，使其直接連接到地線上，而不再經由一般正常的電路。在如此的系統之下，漏電電流流動時，通常會操作一電路中斷器，將輸配電線的電源切斷，避免發生意外。

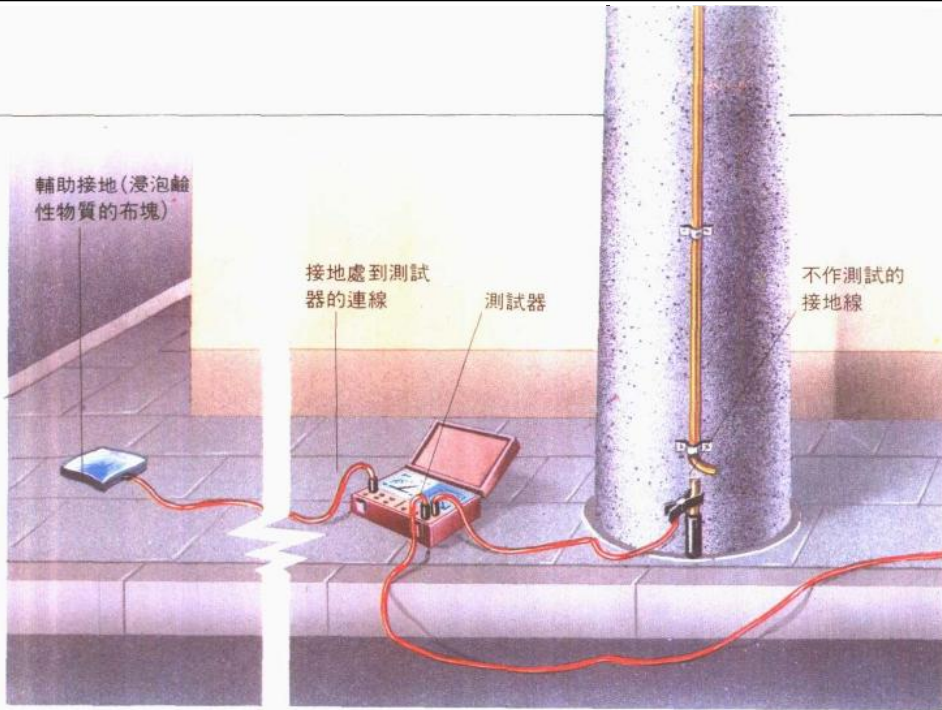
接地的室內線路

插座是室內線路和電器用具間的連接部分。因為電只能流經一完整的電路，故電從電源的電纜線上必須流經插座的「高壓」端到電器用具的電線上，經由電器用具再回經電線到插座的「低壓」端，最後再接到電纜線。插座箱有許多種接地的方法，但在較古老的建築物中，並沒有接地線。金屬固定物支撐著插座到金屬的插座箱上，能導通電流到電源線的金屬外殼，並經由接地的配電箱達成。在這些系統中，金屬對金屬的連接是導通插座箱和插座的唯一連接方式。

現代的建築物有個別的接地線，連接每



最左：橫切面顯示一接地柱的構造。由左而右，依序顯示接地線是如何附在接地柱上而不用銲接的方式連接。



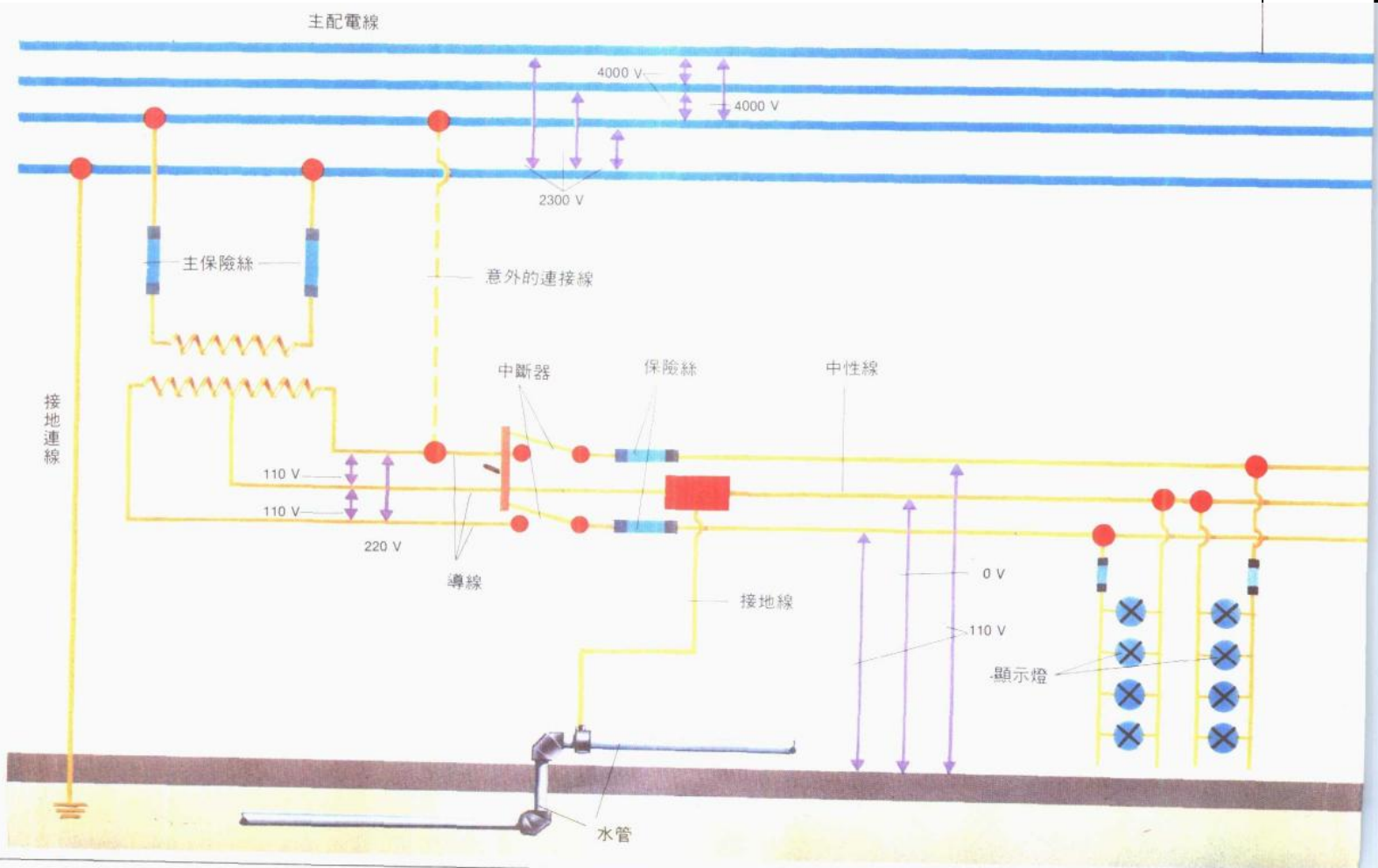
上：在街上的人行道上測量接地電阻的方法。兩組接地線大約要遠離測試點 6 公尺左右。浸泡過鹼性溶液的布塊或消火栓能作為輔助接地之用。然後這些線再連接到儀表上的接線。
 下：作為電線系統的接地連線，可提供整棟建築物的電源。主要的接地電路是接到供水的水管。

一個插座到接地的電纜線上。現有一種經過改變的接地設計是：從插座到其箱上的接地線和電纜線的接地線上直接拉一條短線連接。

在接地系統中，有一種附加的保護裝置是接地漏電中斷器 (ground fault interrupter, GFI)。這是一種特殊的電路中斷器，只要一顯示漏電，便會停止電流的流動，如此可以防止電流過載而引起電擊或過熱的現象。

接地的電器用具

電器用具的漏電電線若是利用室內的接線系統，可能會發生電擊的危險，因此大部分的電器用具都有一接地線連接到運作機械的機架上，如此一來，它們的金屬固定物會導通漏電電流，使其經過電器用具的電線到接地的插座上。特殊的三叉型插頭連接電器用具的接地線到第三腳上，也就是連接到插座的第三個孔的接地孔上。而兩個孔的插座只能適用於轉換插頭，其包含的接地線則經由插座上的金屬蓋板上的螺絲來導通電流。



接著劑 Adhesives

如果沒有接著劑，這個世界絕不會因此而無法結合在一起，但是一定會和我們所熟悉的狀況有顯著的不同。

接著劑是一種能夠把兩種相同或不同的東西黏在一起的物質，現在已廣泛地應用在黏貼金屬、木頭、玻璃、紙張、水泥、陶瓷、皮革、橡膠及塑膠上。而像飛機製造及建築這些需要接合得很牢固的行業中，接著劑尤其重要。

從西元前1,300年的埃及雕刻品上，我們可以看到描繪有工人黏合薄木片而成厚木板的情景。埃及的紙草(papyrus)，如同我們現在所使用的紙張一樣用來書寫；它是將成條的蘆葦，利用麵粉加水的漿糊黏結而成的(順便一提的是，最好的紙草來自黎巴嫩的罷布羅斯(Byblos)，也就是聖經 bible 這個字的起源)。煤焦油、松脂和蜂蜜都是早期的天然接著劑，好幾世紀以來，都被用作保護塗料、密封材料及黏合東西。中古時代修道院的藝術家用蛋白黏結金葉來裝飾手稿，文藝復興時代的畫家用的也是同樣的方法。早期的木匠所使用的膠，是利用魚、骨、乾酪，和其他自然物質製成的。現在一些非工業國家也還在使用蒸沸的有臭味魚膠來黏合木頭。

現代的接著劑

利用橡膠及纖維素製造接著劑在19世紀才發展出來，直到本世紀，才因為配合飛機工業的發展而有極大的進步。對飛機製造商而言，接合的好壞就決定了生死；他們需要能提供高結構強度，並且有抗金屬疲勞及耐外界應力的接著劑(金屬疲勞

是指在連續應力情況下，金屬結構呈現軟弱的現象)，為了滿足這些需求，化學家於是發展了環氧樹脂(epoxy resin)等的新產品。這種新的接著劑是利用聚合反應(polymerization)製成，也就是將分子一個一個重覆連結而成巨大分子的化學反應。

在西元1960年代，接著劑的需求量大增加，化學家於是從事許多研究，以便更精確了解接著過程中所發生的現象。較新的理論認為，接著劑的黏結效果是由於分子間緊密的接觸；地球上各種物質集聚在一起，也正是因為分子接觸的緣故。這種理論的支持者強調每一種物質，即使是水，都是一種接著劑，只是程度上有所差異而已，而大家公認所謂的接著劑，只是因為其具有特別程度的接著特性。要達到理想的接著條件，接著物的兩個面必需儘可能的乾淨，譬如說，工人是把木頭黏在另一塊木頭上，而不是把木頭黏在另一塊木頭的灰塵、油脂或其他沾污的物質上。還有，不論那一種接著劑，都有一個要求：在使用過程中的某些階段，必需是液體狀態，因為接著劑在液態情形下才能流動、覆蓋整個接著面，並可滲入接著面的罅隙。而最有效的黏結，是需要在黏合以後，在與接著面平行的方向給予外來的力量，以增加其接合效果。

天然膠

每個人都聽說過老馬在製膠工廠裏結束

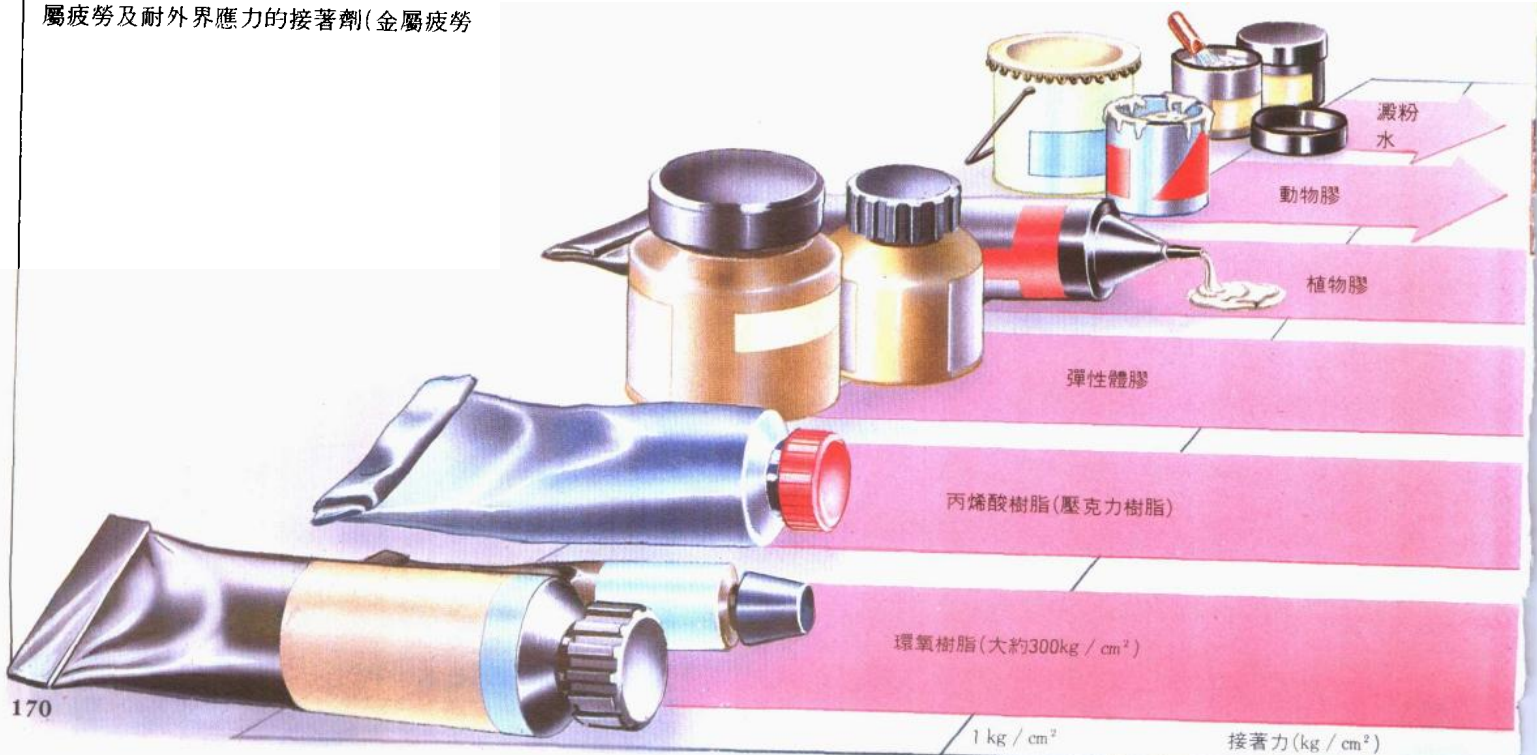
生命的故事，事實也是如此，因為天然接著劑大部分是利用動物的皮、骨骼及肉中的蛋白質及骨機質作成的。將不溶解的骨機質以酸、鹼或熱水處理，就逐漸變成可溶性。純度很高的骨機質在嚴格的反應程序控制下，可以作成供食品及彩色相片用的骨膠，具有相當高的經濟價值；如果反應是大規模進行，而且純度稍差，則骨機質就作成顏色較黑的動物膠。幾世紀以來，動物膠被用來製作木櫥、黏結書本，以及包裝用的膠帶。今日我們使用動物膠時，會在其中加入一些化學添加物，以改善其品質。

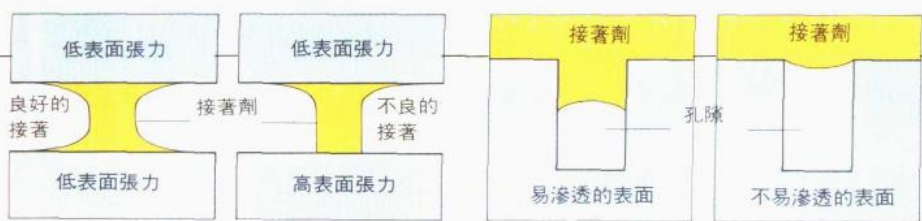
另一種天然膠是蛋白膠，是將蛋白質在鹼性溶液中反應製成的，對黏結木頭的效果而言，蛋白膠比動物膠理想。由於蛋白膠的接著效果很好，因此，在油漆及亮光漆等塗料上也常使用。還有一種利用屠宰場動物的鮮血或脫水過的血液製造而成的天然膠，至今在木材工業中，仍常使用來黏結薄木片以製作合板。還有以麵粉加水的漿糊，是一種最簡單的植物膠，在我們祖父母時代，每一個家庭都用它來黏貼壁紙。

現在使用的接著劑，大部分是複雜的人造高分子聚合物，可分為熱塑性(thermoplastic)及熱固性(thermosetting)兩種。

熱塑性接著劑

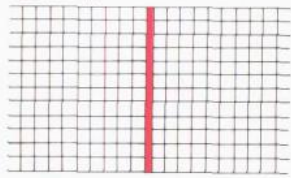
熱塑性是指一種物質遇熱軟化，遇冷再



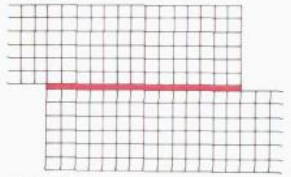


物體的表面張力愈低，接著劑愈能發揮其功效。良好的接著力乃決定於滲入黏著表面孔中黏膠的數量，而表面張力愈低，愈適於滲透。如果黏結的兩個面能用接著劑覆蓋得很理想，就能產生良好的黏結效果。

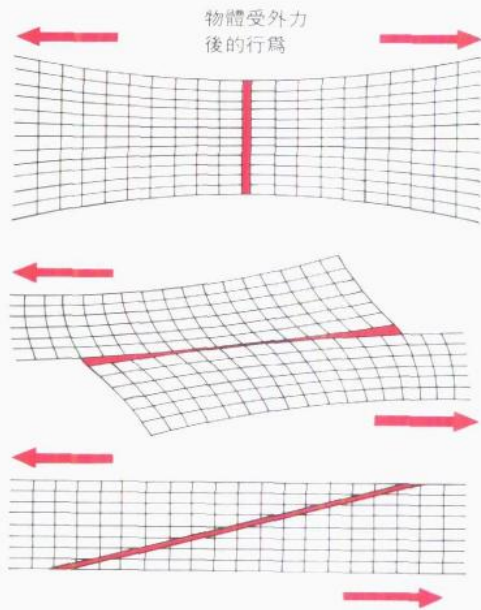
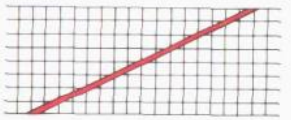
直接黏結



重疊黏結



斜線黏結



烯樹脂可以用來黏結玻璃，作成防碎的擋風玻璃。

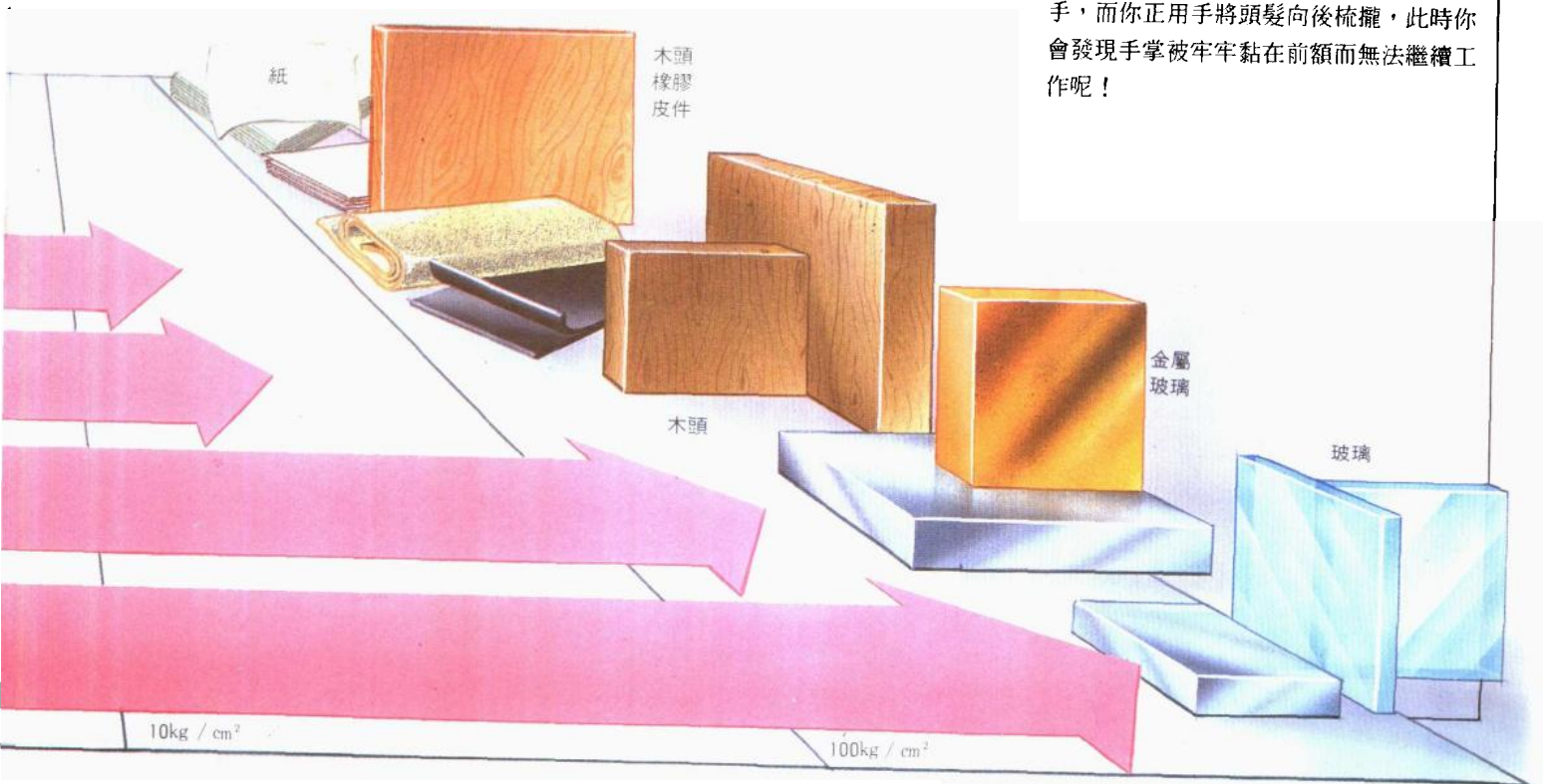
乙酸纖維素 (cellulose acetate) 和硝化纖維素 (cellulose nitrate) 的製造是將纖維素 (植物細胞壁的主要組成物) 與酸反應，然後溶解在快乾溶劑裏。纖維素衍生物型接著劑對黏結紙及木頭有很好的效果，但對玻璃或金屬而言，效果比較差。

熱固性接著劑

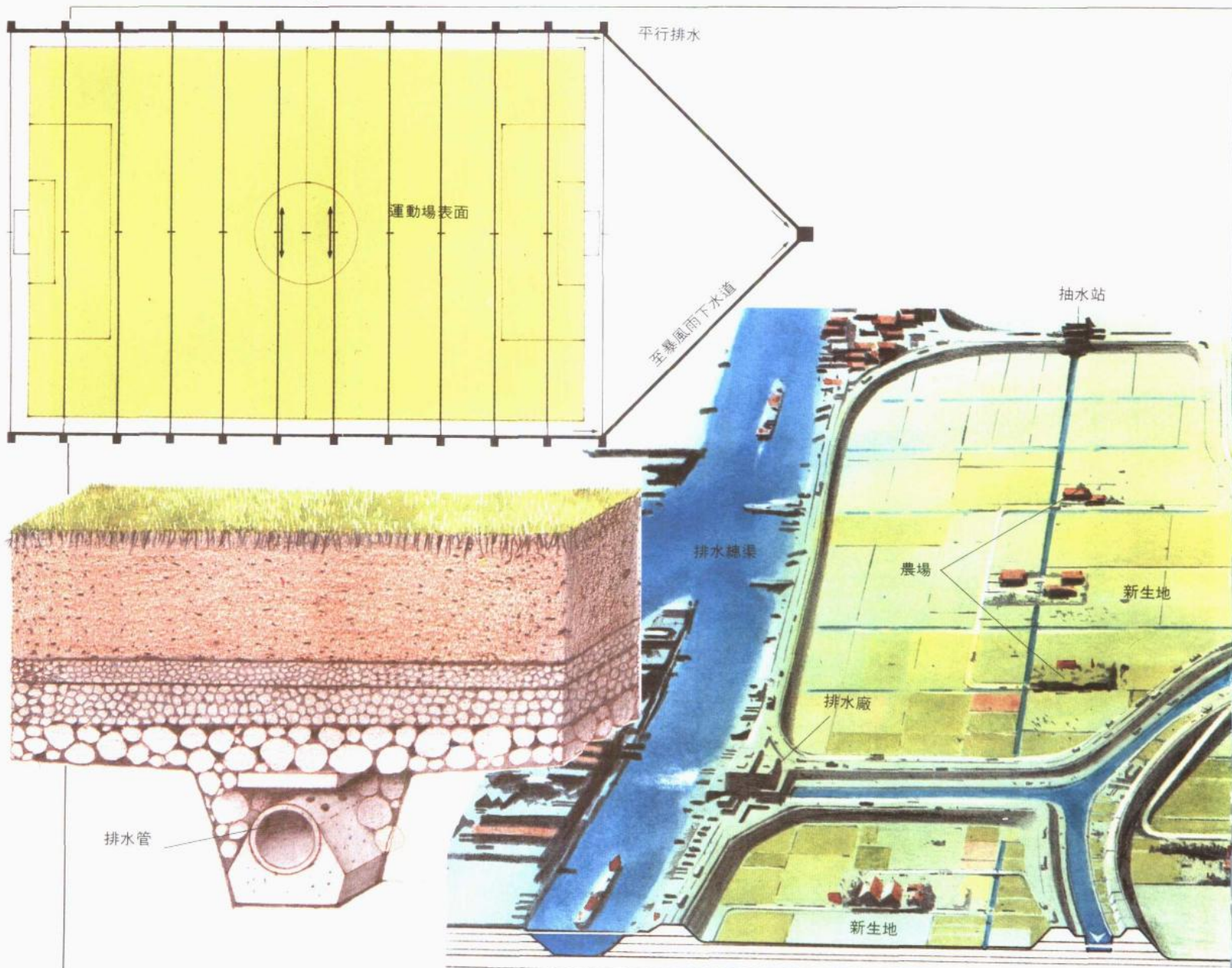
熱固性接著劑 (與熱塑性是相對的) 是一種合成樹脂，在硬化後產生不可逆的化學變化，在通常使用的溫度範圍內不熔融，也不溶解，它能夠將塑膠板黏在木料基質上，形成一種防水、耐氣候變化的合板，供建築業及造船業使用；因此，熱固化樹脂在工業上應用很廣。另外如環氧樹脂，則是利用一種特殊的有機物——環氧化物 (因在分子結構中有多出的氧原子而得名) 與催化劑作用而得 (催化劑是一種能加速化學反應，但實際不參與反應的物質)。環氧樹脂黏結以後會有硬化的現象，這種硬化反應有時需要加溫，但有時只要在室溫條件下就能產生。因為環氧樹脂是很優異的絕緣體，所以在電機、電子產品、飛機業、整形外科，以及腦外科上均普遍為人所使用。在醫療接著劑中有一些相當特殊，能夠不需要縫合或使用鉗子就能將肌肉組織黏結起來的接著劑，神奇膠 (crazy glue) 就是其中之一。在使用此類接著劑時必需非常謹慎，如果工作中不小心沾到手，而你正用手將頭髮向後梳攏，此時你會發現手掌被牢牢黏在前額而無法繼續工作呢！

凝固的物質。熱塑性樹脂中的兩種主要接著劑是聚乙烯樹脂及纖維素衍生物。聚乙烯樹脂是指其分子結構中含有一種叫乙烯的有機官能基，藉著加熱後冷卻，以及蒸發溶液兩種方法可使其固化。有一種叫醋

酸乙烯的乙炔接著劑，其中一種是由乙炔氣 (即火焰燃燒器中的電石氣) 和醋酸 (醋的主要成分) 反應製成。醋酸乙炔再經聚合反應，變成可溶於水中的乳白色膠，是一種家庭中常用的膠。還有其他種類的乙



排水 Drainage



荷蘭與德國從北海填海開拓國土，這是一項衆所周知藉排水而實現的人類成就。他們將潮濕的濱海土地除去水分，留下足以支持農田與城鎮的堅固泥土。事實上，常和荷蘭風景聯想在一起的風車，就是爲了推動唧筒以幫助土地排水而建造的。

土地排水

填海拓地只是排水的多項功能之一。爲維持農業土地適於農作物耕種，良好的排水是很重要的，因爲降雨或灌溉的水滲入土壤，會導致地面下的水升上地表。所有地下水到達的高度稱爲水位，如果水位太高，便會使低於水位的土壤浸在水中，對

植物造成損害，因爲通常植物的根部若被浸滿水的土壤所包圍，便無法完成植物生長所必需的氣體交換及養分吸收。

農業排水的目的，是爲了保持水位在所種植的農作物根部以下，爲此我們採用兩種技術。首先，在農田表面挖掘溝渠，使降在農田上的雨量由這些溝渠收集起來帶走；如果溝渠深度較水位低，則土壤中的水分將滲出並流入溝渠中。

另外的方法是，在地面下放置排水管，其深度由水位高度、土壤滲透性，及降雨量等因素所決定。這些排水管由砂礫之類的材料包圍，以便當水從土壤滲入管內時免於阻塞；水是經由各管分段間的開口或

管本身的穿孔進入管內，於是排水管便把這些水導出農田，注入其他地方。

道路排水

西元 1820 年，現代化道路建築先鋒之一的約翰·麥克亞當 (John McAdam)，主張不論道路表面是多麼厚，如果有水流經，並滲透底下的土壤，則道路將四分五裂。而今果然發現水在混凝土高速公路各結構層之間，成爲不可避免的陷阱，而且在重車全力輾壓之下，水慢慢侵蝕了道路的材料；當水凍結時，膨脹的冰塊產生應力，會導致道路破裂與壺狀孔穴。因此，確保道路的充分排水是非常重要的。

在如礫石的粗糙材料地層上鋪設道路表層——通常由混凝土或瀝青組成，沿著礫石路床兩側鋪設排水管，有助於確保良好的排水。經由道路表面逐層滲入（例如經由兩節管之間接頭），或經由土壤上升的水順暢的流經礫石，再從各分段的開口或排水管本身的開口流入排水管。沿著這些排水管的一定距離，設有其他的泄水管把水順利的帶走。

房屋及街道排水

我們所居住及工作的建築物，設有微妙的排水系統以帶走廢水。由建築物收集廢水的排水管與街道下面的排水管相連，以便導流到特別的工廠加以處理。

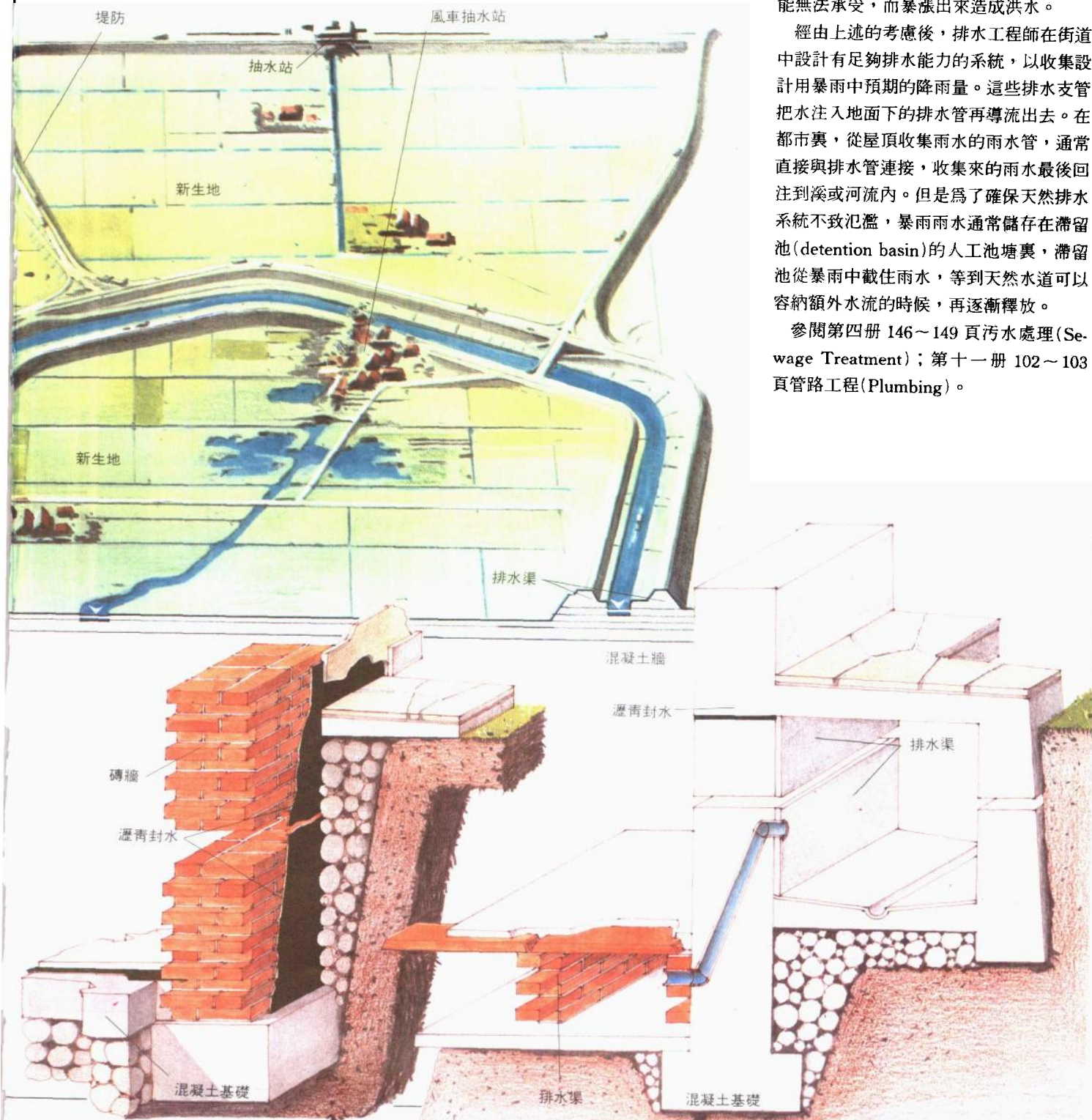
然而，在現代的大都市裏，有一套與處理廢水系統分開的排水系統，這是處理暴雨水量的系統。由於污水的處理過程相當昂貴，所以把雨水引入污水系統並不經

濟。

暴雨排水系統是以兩個因素來設計的。首先，將降雨日期製成表，以便計算出在一定時期內預期的最大暴雨（稱為設計用暴雨）；其次，計算出逕流率（run-off rate）。由於在已發展地區內，僅有少量雨水可由土壤吸收——因為柏油路面、房屋等的緣故，在降雨時大部分的雨水將逕流，因此，天然的溪流及河流排水系統可能無法承受，而暴漲出來造成洪水。

經由上述的考慮後，排水工程師在街道中設計有足夠排水能力的系統，以收集設計用暴雨中預期的降雨量。這些排水支管把水注入地面下的排水管再導流出去。在都市裏，從屋頂收集雨水的雨水管，通常直接與排水管連接，收集來的雨水最後回注到溪或河流內。但是為了確保天然排水系統不致氾濫，暴雨雨水通常儲存在滯留池（detention basin）的人工池塘裏，滯留池從暴雨中截住雨水，等到天然水道可以容納額外水流的時候，再逐漸釋放。

參閱第四冊 146~149 頁污水處理（Sewage Treatment）；第十一冊 102~103 頁管路工程（Plumbing）。



晶體及結晶學 Crystal and Crystallography

晶體是自然界中最美的現象之一。幾世紀以來，科學家及晶體加工者無不對它們完美平滑的表面、俐落的線條，以及深邃燦爛的光華深深著迷。晶體有一種雅緻的單純性，像一件精心設計的藝術品。

晶體也是一種最有用的工業原料，它們對現代文明的重要性並不亞於電池或電腦。晶體是收音機、電視機、電腦、手錶、留聲機及其他許多電氣用品的重要組件之一。

原子及排列次序

晶體一如其他的物質，是由原子所組成。晶體和其他物質不同的地方，在於它的原子是按特定的週期性格式（稱為晶格 lattice）排列，至於是那一種格式或重覆多少次並不重要。

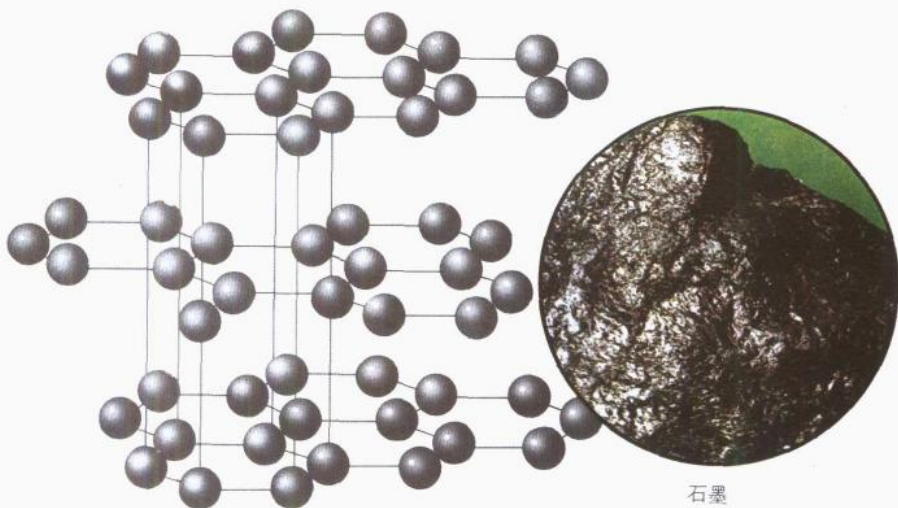
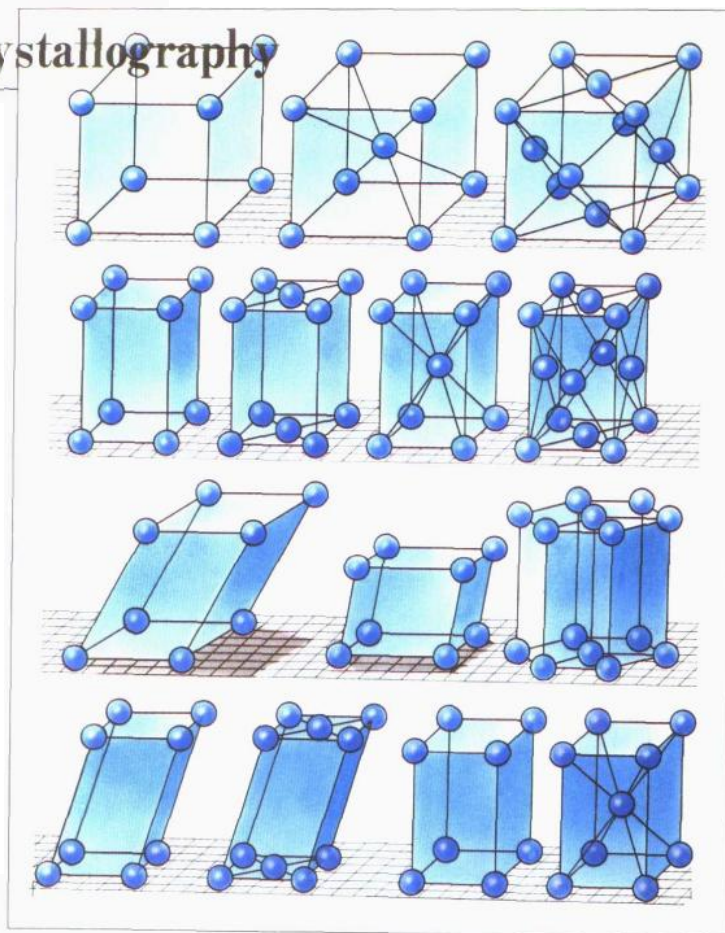
氣體及液體不會形成晶體，因為它們的原子一直在相互變動。玻璃、某些塑膠製品，以及某些矽化合物（如貓眼石）也不是晶體，雖然它們的原子固定不動，但並非以一定的週期性格式排列。但鑽石、食鹽及雪花就是晶體了，雖然它們的原子一直在動——只有在絕對零度時（ -273°C ）才會停止運動——但是原子與原子之間的相關位置則始終不變。

如果某一物質的原子排列一直重覆著某一單一的形式，則該物質即處於結晶態。以結晶態存在的物質體積不見得很大，事實上，一個比鑽石還小的物質，也可能具有結晶態。如果我們將一個碎鑽切成兩部分，則每一部分仍處於結晶態，如果繼續切割下去，直到每一部分小到和一粒食鹽一樣，仍然處於結晶態，甚至磨成粉以後也是如此。因為在這些直徑不到百分之一英寸的顆粒之內，原子結構及排列情形仍然一成不變。

如果把上述幾個顆粒融和為一，會有什麼結果呢？在這種情況下，會有一羣原子以一種固定的形式相結合，但整體的格式則是片段的，每一片段朝不同的方向。這就好像一個廣場上擠了好幾支樂隊，每一個樂隊的隊形完全相同，但行進的方向卻不同。

上述的這種物質（例如一塊花崗石）稱為多晶態物質（polycrystalline mass）。因為原子的排列方法只有一種，所以它仍然被稱為結晶態。多晶態物質的形成，是幾羣原子同時在不同處以相同形式結合在一

右：稱為布拉維斯晶格 (Bravais lattice) 的晶體結構。圖中所示的14種晶格點組合的特點，於從任一晶格點來看其周圍環境，與從鄰接晶格點來看均完全一樣。



起，直到相互接觸並結合在一起。從這個觀點來看，鑽石、藍寶石、食鹽顆粒、砂粒，以及鐵或其他金屬均屬於結晶體。

晶體結構

晶體依原子排列之不同，可分成許多型態。我們可以把它們的基本單位用三度空間的圖表示，這種圖形通常又叫單位晶胞，它可表示出原子排列成晶體的基本架構。

並不是所有的排列方式均能以不斷重覆的形式來形成晶體。首先，這種排列方式

必須是對稱的——也就是說，如果經過晶格的某一位置繪出一假想的線，則晶格各部分會以此線為中心互為鏡像。再者，並非所有的排列方式均能沿三度空間各方向重覆。目前已知的晶體排列方式共有32種，研究晶體的人又把這32種晶型分成7個晶體系統，分類的原則是依據各對稱軸之相關位置。

平常較常見的晶體結構有四種：體心立方結構 (body-centered cubic structure)、面心立方結構 (face-centered cubic structure)、六方密集結構 (hexago-

nal close-packed structure) 及鑽石結構 (diamond structure)。

體心立方結構，是立方體的八個角各有一原子，再加上中心有一原子。由於角落上之原子僅有八分之一屬於此單位晶胞，而中心者則完全屬之，故在此基本架構中的原子數是 2。鐵的結晶型態即屬此類。

面心立方結構在八個角上也各有一原子，另外在六個面的中心各有一個原子，由於面上原子只有一半屬於此晶胞，故共有 4 個原子。銅及許多其他的金屬為此種晶型。

要了解六方密集結構，我們可以想像許多以彈珠排列成的跳棋棋盤狀，然後一層層的堆高起來，其堆高的方式不是一個頂著一個，而是互插空隙，如此排列的結果就是六方密集結構，每一平面的原子排列均呈六角形，六角形的六個角及中心各有一原子。金屬中鋅的結晶便屬於此種方式。

矽及鍺是二種非常重要的礦物，因為它們是半導體 (semiconductor)。它們以鑽

石排列方式結晶，這種複雜的結構方式，是由兩個互相交織的面心網路所構成。

晶體結構另外也可分為疏鬆及密集兩種堆積方式。六方結構及面心立方結構屬於密集式，因為每一個原子鄰接另外 12 個原子。體心立方堆積則較鬆，每一個原子只和 8 個原子相鄰。而鑽石結構中每個原子只和其他 4 個原子鄰接。

當晶體中含有兩種以上不同的元素時，晶體結構自然會變得較為複雜。例如日常食用的鹽，是由等數目的氯及鈉原子所組成，其晶體即是由氯及鈉各自形成面心立方結構再互相交織在一起。結果每一鈉原子為六個氯原子所環繞，每一個氯原子，也為六個鈉原子所包圍。這種排列方式受兩種原子之間的鍵結影響。

氯化鈉的晶體結構相當單純，更複雜的礦物，其鍵結更複雜，因此會形成複雜的晶體。

雜質

以上所提到的結構均是理想的結構。自

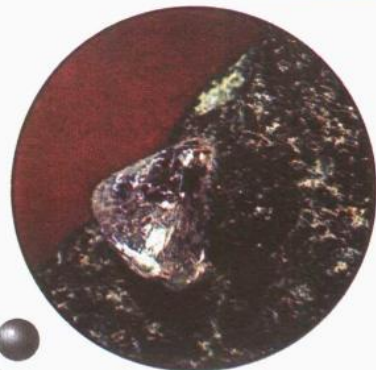
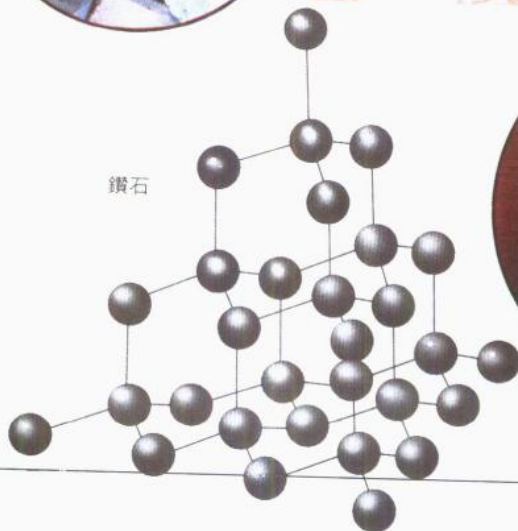
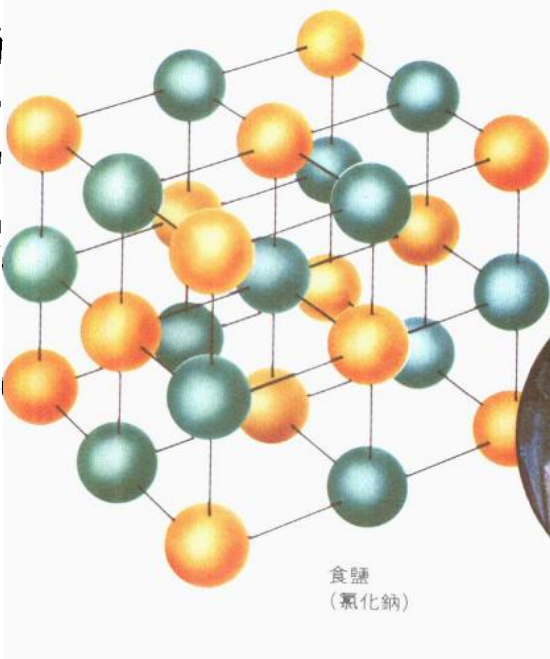
然界形成的晶體或是實驗室中做成的晶體，很少有不含雜質的，且這些雜質的種類又可分代換性雜質 (substitutional impurity) 及間隙性雜質 (interstitial impurity)，另外有的則是晶格中尚未填滿的空位。

代換性雜質指的是晶體中某一位置的原子為另外一種原子所取代。就好像樂隊中的某一成員被另外一個樂隊中的某一個人所取代。

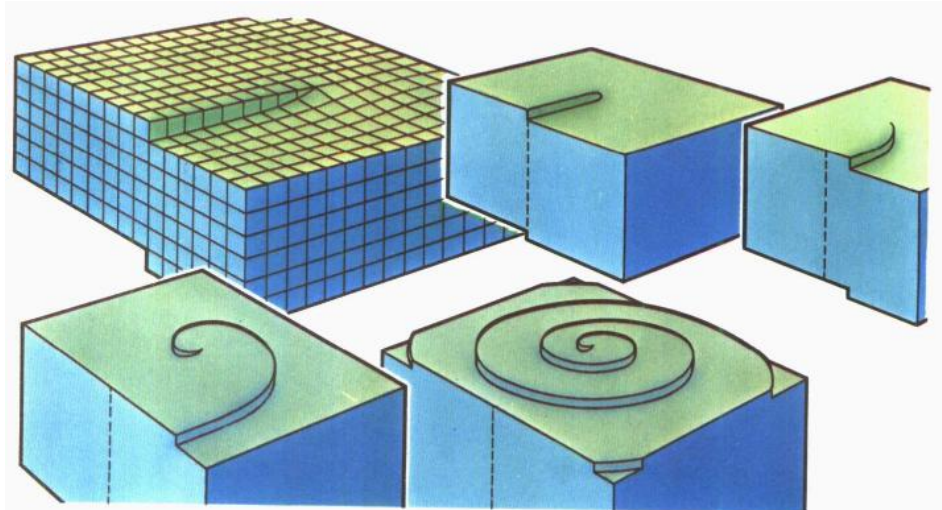
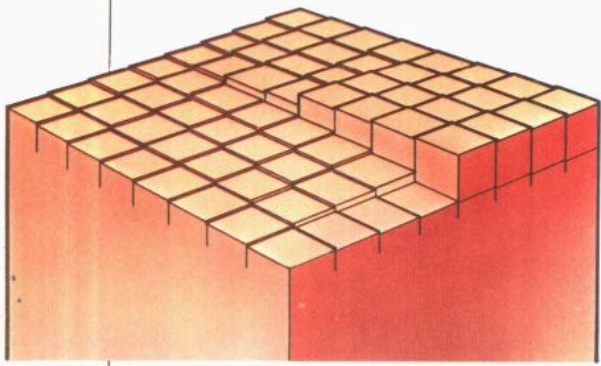
間隙性雜質就是某一外來的原子卡在原來的原子間，而原來的原子仍然存在。就好像從另外一個樂隊來的一個人擠在這個樂隊中，但原來樂隊的成員並沒有減少。外來原子和原有原子的直徑差，可決定有多少外來的原子可以插入空隙中。

第三種形式的雜質指的是在晶體中的空位，也就是在應該有原子填補的位置上而沒有原子，就好像一個樂隊少了一些成員，而位置就空在那裏。

這些雜質出現也不見得全不受歡迎。例如，紅寶石就是一種不純的剛玉 (氧化鋁)



某些固體的性質是由其晶體結構的性質決定。石墨的六方形晶格形成原子平面，其平面與平面間可以很容易地滑動，因此使得石墨成為很好的潤滑劑。鑽石的緊密四面體的晶格結構則使它非常堅硬。



晶體。純的剛玉是無色的，紅寶石的顏色就是一些鉻原子取代鋁的位置所形成。現在已可用人工合成紅寶石，方法是特意把鉻注入氧化鋁的結晶中，造成代換性雜質，這種過程又叫摻雜(doping)，在電子工業中，半導體的製造也需特意的晶體摻雜。

半導體主要是鍺及矽的晶體，其中摻雜了鎵、砷或其他的元素，以形成代換性雜質。加了雜質的半導體，可以因電價的不同以應用於不同形式的電子零件中。

然而，如果雜質不均勻地存於晶體中，就不合需要了。不均勻分佈的原因，有部分是在結晶物質逐漸冷卻時產生對流所致，這種對流是結晶物質仍在液態並即將成為固態時產生的。這是因為較溫暖且較疏鬆的物質，有上升或浮向表面的趨勢所致。至於溫度較低且較緻密的物質則有向下沈的趨勢。如果外來的原子密度或溫度與固有原子不同，則容易產生對流而造成不均勻的混合。

結晶現象

有鑑於此，最近有許多人開始研究結晶過程，希望能找到改進晶體均勻性的方法。未來可能會在外太空製造晶體，那裏沒有重力，因此不會產生對流。目前已在太空梭及太空實驗室中做過無動狀態結晶

現象的研究。

如果金屬的結構能更為均勻，則強度會比現在增加幾倍。這表示我們可以用更輕的物質做出高強度的成品，譬如用這種材料做出來的引擎，就能承受更高的溫度，並且產生更大的推進力。其他需要晶體的器材，包括電腦組件、光電池、電晶體，以及某些雷射也能藉此擴大應用範圍，並提昇功能。

結晶學及晶體生長

西元 1611 年，德國科學家克卜勒(Johannes Kepler)寫了一本書叫做「六角形的雪花」(Six-Cornered Snowflake)；書中他假設冰結晶是由許多相同的小單位集合而成的。這本書是結晶學中最早的著作之一。結晶學就是研究晶體的形狀、結構及性質的學問。

研究結晶學的一個重要目標，就是研究各種不同晶體的特有形狀，或叫「習性」。晶體的習性也可以像晶格一樣，用一組的面、邊、角及角度的圖形來表示。晶體的習性常是反映其晶格對稱性，另一決定習性的因素就是晶體各面生長的速率。

研究結晶學的人已經發現：不論晶體的大小如何，同一種物質所構成的晶體，各個面間的夾角總是相同。這種各面間夾角的恆定性稱為結晶學第一定律(First Law

of Crystallography)。為了測量各面之間的夾角，結晶學者發明了測角器(goniometer)。晶體的各面夾角有助於對該晶體的鑑定。

另外，結晶學者也用 X 光來輔助鑑定晶體。當 X 光透過一小塊晶體時，晶體中的原子會將 X 光散射，使 X 光形成光束向各個角度射出。然後我們可用底片或探測器來測量 X 光被散射的角度及方向，如此便可確知晶體的原子結構。一旦此種技術和電腦結合，即可用以處理 X 光資料及分析晶體結構。

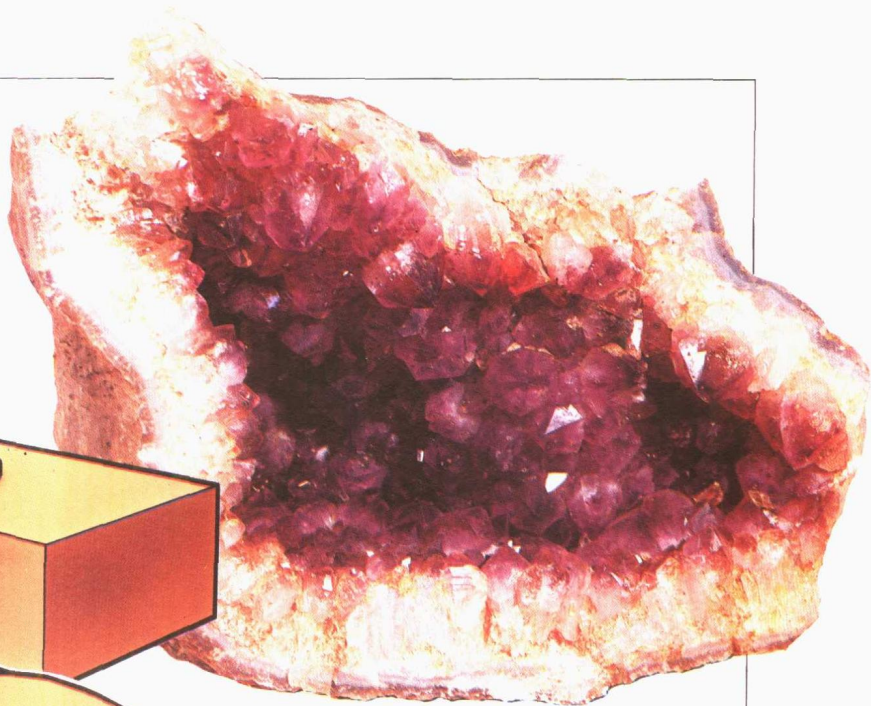
結晶學家同時也研究控制晶體生長的條件。晶體的生長首先應將欲形成晶體的化合物溶解於某種液體中，然後再由溶液中結晶出來。但是化合物也可直接從氣態轉化成固態而結晶(如水蒸氣在冷天凝結成雪花即是)。在某些情形下，固體承受壓力時，原子也會排列成晶體狀。

一般家庭中也有能夠結晶的物質，如常用的食鹽。如果鹽先溶於水然後靜置，等水蒸發掉，透明的晶體即會在容器底部逐漸形成。另外藥房也可買到不同顏色、不同習性的晶體。我們可以從圖書館或專門的商店中找到如何做出很大晶體模型的書。

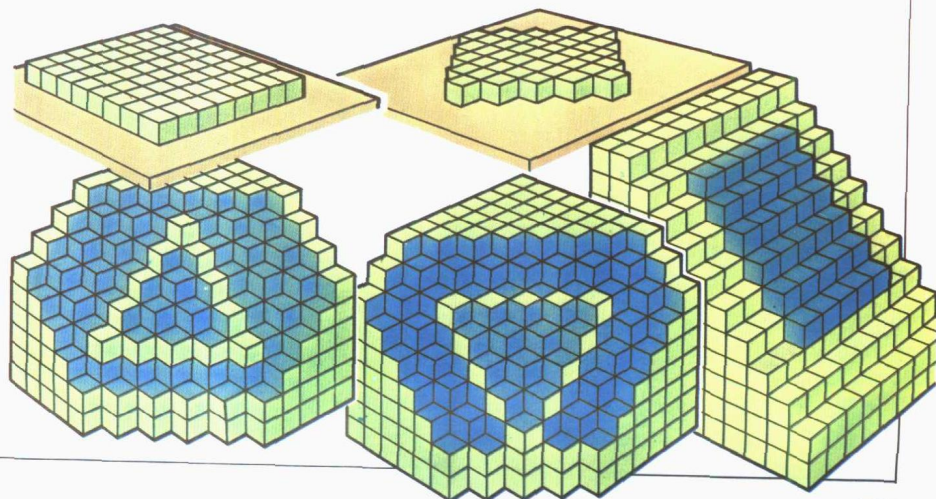
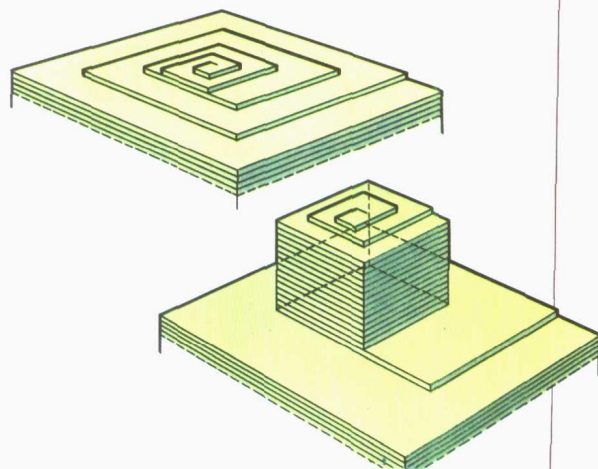
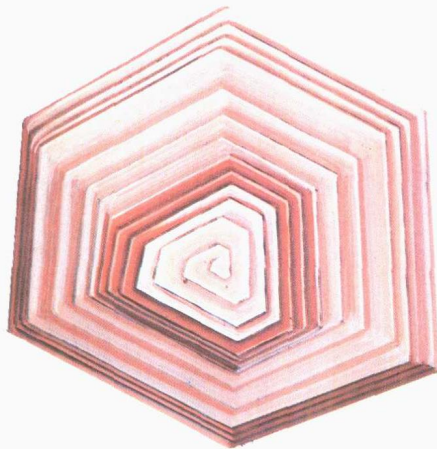
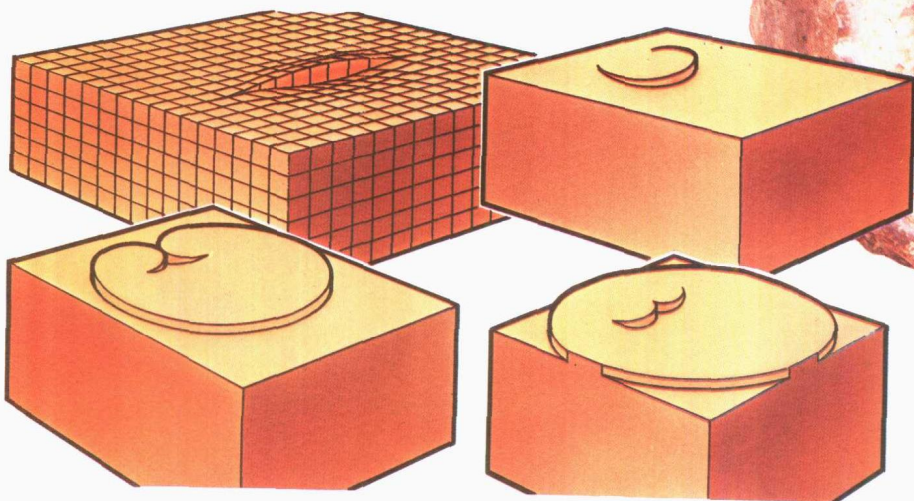
參閱第二冊 192~193 頁半導體(Semiconductor)。

如下圖及左圖所示，晶體生長時喜歡以螺旋形或許多不同的幾何形狀生長。原子沈積於此種平面上的速度要比沈積於一完全平坦的平面上來得快。

同樣地，如下圖所示的階梯形的晶體平面也有助於晶體的生長，生長的速率另外也要看在晶體結構中是由那些原子所構成的，而原子間的吸引力自然也有影響。



上：一晶腺 (geode)，是由一些物質沈積在岩石裂縫中所形成的礦物晶體。



智商 Intelligence Quotient (IQ)

你有多聰明？許多年來，智商為這個問題提供了一個似乎很單純的答案。許多人都假設，如果你的智商高，就表示你很聰明。但是，智商並不是正確的測量智力方法，它只是一個分數，顯示你在智力測驗或心智能力測驗上的表現，和同年齡其他人在相同測驗上表現結果的比較。雖然智商的概念主要發源於美國，但是智力測驗已被世界各地普遍使用。

智商分數

智商分數最初是根據實際年齡和心理年齡(即心智發展)的比例而得。比奈(Alfred Binet)設計了一個參照量表，在這個量表上，某一年齡的人在測驗上得到的平均分數，就表示那一個年齡的平均分數。例如，某一個兒童的分數，是一般12歲兒童得到的分數，那麼他的心理年齡就是12。為了表示心理年齡都是12歲，但實際年齡分別是10歲和12歲兒童在發展上的差異，比奈把心理年齡和生理年齡都換成以「月」為單位，算出比例，再乘以100，消除小數點，就得出智力商數。稍後，加州史丹福大學的推孟(Lewis

Terman)，利用這個量表，發展出史丹福—比奈智力測驗。

智商是用來顯示以實際年齡而言一個兒童是聰明或遲鈍。心理年齡都是12，但10歲兒童和12歲兒童的智商就有所不同：12歲兒童的智商是100($144/144 \times 100 = 100$)，而10歲兒童的智商是120($144/120 \times 100 = 120$)。12歲這個兒童的心理年齡，和其他同年齡兒童的心理年齡相同，他的分數100也顯示他是中等之資，但是10歲這個兒童120的智商，則是在10歲兒童的平均智商以上，顯示他的心理年齡超越了他的實際年齡。

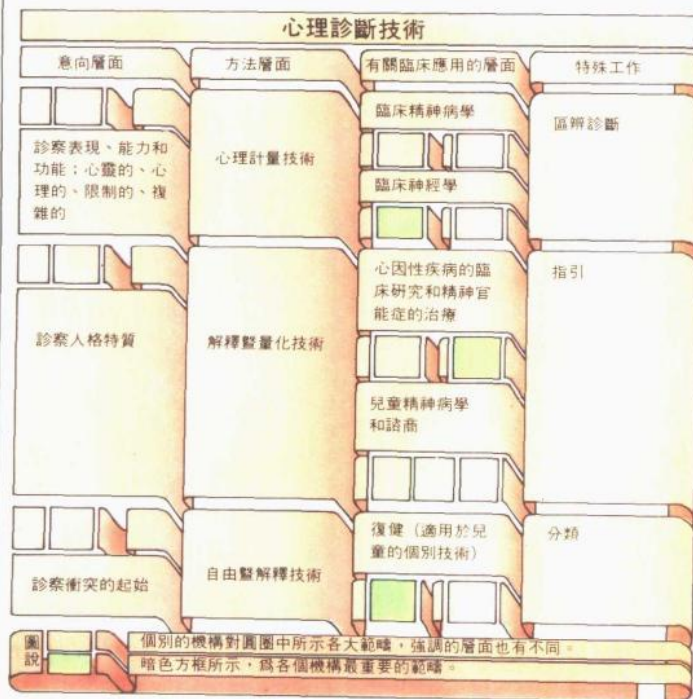
比奈的比例智商，得到的分數在平均數的兩側並不呈均勻的分佈，因為對年齡愈大的人實行測驗，難度就愈高。在計算分數時，要用15或16(視使用的測驗而定)的標準差來校正。這種差異是因為心理年齡通常到18歲就停止增長，超過這個年齡以後，它和實際年齡就不再相關。因此，通常用離差智商(deviation IQ)來代替比例智商(ratio IQ)，這種方法是由推孟的學生歐蒂斯(Arthur S. Otis)提出。他將每一年齡所得到的平均分數都訂為100，

而個人的分數則以他和那個年齡的常模(根據標準量表而訂)的差異來評定。

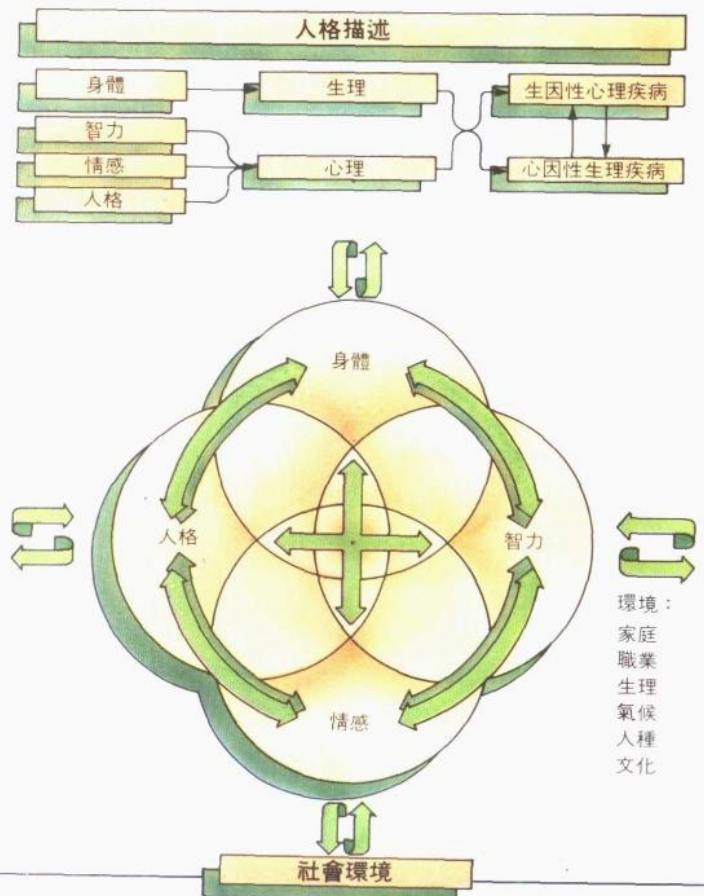
智商分數以下列範圍排列等級：90到109是普通智力，110到119是中上，120到129是資優，超過130則為天賦異稟。反之，70到89是中下，50到69是輕度智能不足，20到34是重度智能不足，低於20則為深度智能不足。但是千萬要記住，單靠智商，並不足以確定一個人是智能不足或天賦異稟。智能不足者必須同時顯示有自我協助、學習或社交技巧方面的缺陷，而天賦異稟者則必須在學習、原始創造力或其他足以使他名實相符的適應性技巧上，顯示某些特殊的能力。

智力測驗

除了史丹福—比奈測驗以外，還有很多不同的智力測驗，例如魏氏成人智力測驗(Wechsler Adult Intelligence Scale, 簡稱WAIS)，魏氏兒童智力測驗(Wechsler Intelligence Scale for Children, 簡稱WISC)，歐蒂斯羣體智力測驗(Otis Group Test of Mental Ability)，和陸軍阿爾法測驗(Army Alpha test)——這個測驗在



智商通常用在兒童時期，以決定兒童的心理年齡，指引其學習的方向。雖然這些測驗相當重要，但測驗結果絕不能單獨使用；它們僅能用作指引，絕不能作為最終的評斷。另外，必須切記的是，一個人的人格不斷在改變，這也是使測驗結果失效的一個因素。



魏氏智力測驗分數



第一次世界大戰的時候，把將近兩百萬應征入伍的新兵或募兵一一編組。

所有的智力測驗，不論是用來測量個人或羣體，其設計上都是為了測量一般心智能力，而不是測量特殊的技巧。大部分智力測驗測得的能力，往往和學校或工作上需要的能力有相當的關連。這些測驗通常包括語文、動作、抽象推理和空間理解能力等方面。

智商的使用及濫用

智商分數最常被用來分析兒童學業進步的情形，這些分數顯示兒童表現是否低於他們的能力，也就是說，實際上他們可以

學得快些。學校有時候會用智商分數將孩子們作能力分班，智商分數也常成為就業甄試或大學入學的決定因素。智力測驗的結果通常和學業成績有相當的關係，但是用來預測畢業後在專業上、企業和社交方面的成就，則沒有太大效果。

最近有關智商的爭論，已使智商不再被視為流行的評鑑工具。科學家對「遺傳」與「環境」對智力的相對貢獻，看法不同。有些人認為，缺乏環境刺激，比遺傳因素影響更大，例如在美國，一般黑人兒童的智商，就比白人兒童的低。許多人指出，測驗中的問題和形式，對強勢文化較有利，對在美國的西班牙語系者和其他具不同參

考文化和價值觀的人，則較不利。有些學者試圖創造不受文化影響的測驗，藉此消除文化的偏差。但是，不同社會經濟階層之間若有不同的智商，可能會助長教育和社會的歧視，這也形成一項顧慮。

智力測驗的正確性也頗受批評。有些心理學家指出，所有一般能力測驗都不是很完善的測驗方法，因為它們是把幾個無關的智能測驗分數加在一起。這些科學家認為，這些能力應該分項測驗及評分，而且，智商若有5分或5分以上的出入，則要看受測者測驗當天的狀況、施測和計分的正確性、對測驗分數的解釋和智商在諸多評鑑工具中所佔的優先次序而定。

智能不足 Mental Retardation

如果一個人在發育時期(出生至 18 歲),行為表現無法達到同年齡的標準,或者智力測驗成績顯著低於常人,這就是所謂的智能不足。智能不足可能是生理疾病造成的,例如蒙古症(Down's syndrome),即患者的第 21 對染色體是三個而不是正常的兩個;也可能是接觸到毒素或放射線,而損傷腦細胞或造成發炎;此外,近親結婚也是原因之一。而智能不足也可能是心理因素造成的,從小就被忽略或經常被虐待的兒童,比沒有這些經歷的兒童,較可能出現智能不足的現象。

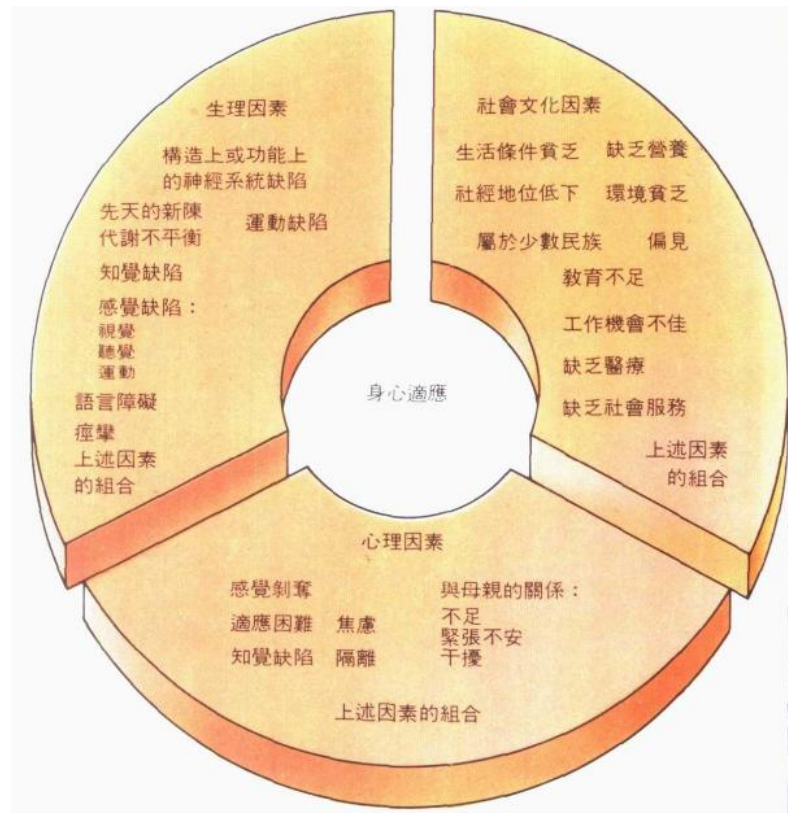
根據世界衛生組織的用法,診斷智能不足並不是為了指示可能的原因(這些要根據生理測驗和臨床發現來決定),它只是一個標識,用來描述一個人的習慣和能力。終生智能不足者,在教導下可能進步的程度,至少和他們受到的照顧和治療,以及心智受損的程度成一函數關係。

以智力作為診斷的一個因素

如果一個人的智力障礙嚴重到無法接受標準化的智力測驗,很明顯的,這個人必定是重度或深度的智能不足者。除此之外,對能接受測驗的人而言,測驗分數是一個相當好的指標,可以顯示其智能不足的程度。和同年齡的人比較,分數若低於平均數兩個或兩個以上的標準差,通常被認為可能是輕度的智能不足;如果超過的標準差更多,則是中度智能不足。一般而言,重度和深度智能不足者,無法接受智力測驗。特別要強調的是,單用智力測驗結果,不足以確定是否有智能不足的現象。

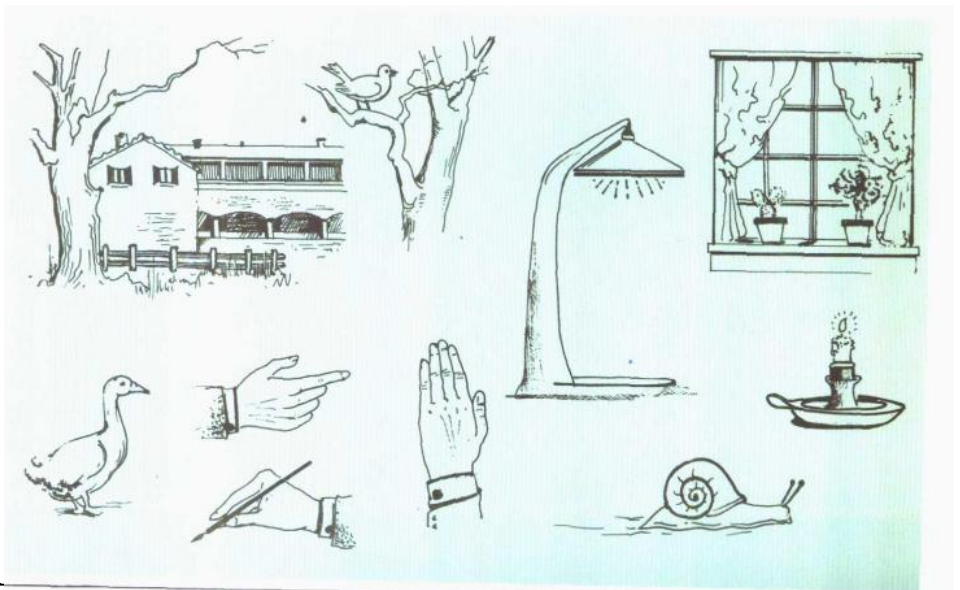
以行為作診斷上的一個因素

雖然行為比較難測量,不像智商可以用數學方式計算,但是臨床工作者還是根據各年齡在發展上能完成的工作,為不同年齡的人建立了一組正常行為的標準。在嬰幼兒時期,一個正常的兒童會學習自己餵食,辨認和他親近的人,並以預期的方式向他們反應自己的情感,且開始用詞句和他人溝通。假如知覺或運動發展受損,則是智能不足的重要徵兆。到了兒童期和少年期(5 歲到 12 歲),一個正常的兒童會表現出推理能力和參與團體所需的社交技巧。一個正常人在青年期的巔峯及巔峯期後,應能對自己的時間、金錢、社會性活



右: 智能不足可能是生理因素、心理因素、社會文化因素,或上述因素的組合造成的。

下: 醫生用來檢驗 4 歲的兒童是否有智能不足所用的測驗圖形。需要使用審慎的測驗來區辨不同類型的學習障礙。許多因素,包括新陳代謝不平衡、耳聾、和視覺不佳,都可能導致一些很容易被誤認為是智能不足的行爲。



動和居住的環境負責。

爲了把行爲當作判斷是否智能不足及其嚴重程度的標準，研究者爲每一個年齡組訂立了某些「信號行爲」。例如，一個三歲兒童，如果只能用湯匙吃一些軟的食物，或是用杯子喝東西的時候會潑出許多弄得一團糟，或只能偶而替自己洗手，但是還不能意識到想上廁所——這通常是更小的小孩表現的行爲——而他的智力測驗分數也

低於正常標準，那麼這個兒童將被視爲輕度智能不足者。假如一個6歲兒童的行爲，被視爲中度智能不足，則這個行爲對12歲或12歲以上的兒童而言，是爲深度的智能不足。同樣的，智力測驗的結果，或無法接受智力測驗，也可作爲更進一步的證明。

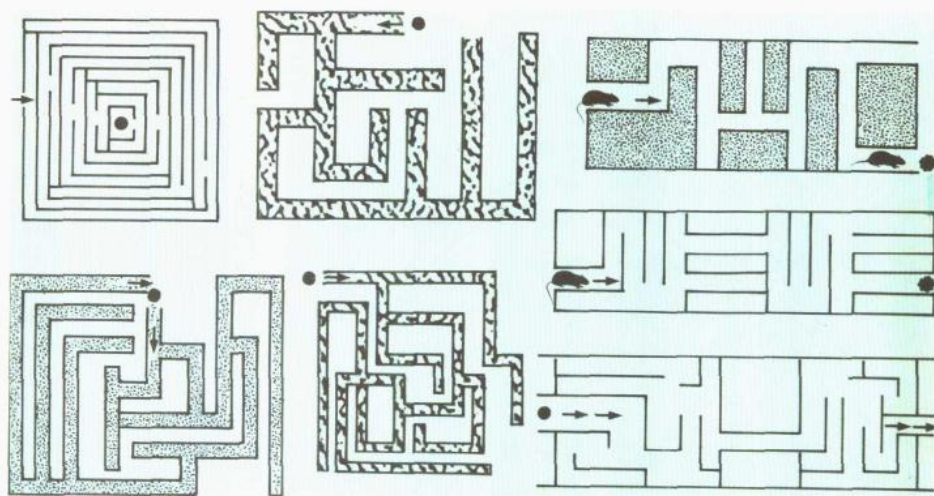
智能不足的預測

確定一個人有智能不足的現象後，假如不是屬於重度或深度智能不足，並不需要就認定他整個生活都需依賴家人，或終生不能受教育、沒有成就和不能就業。實際上，只要適當的訓練和教育，輕度或重度智能不足者，也可以勝任屬於機械性的職務，也能對家庭或社會有一份貢獻。

參閱本冊 178~179 頁智商 (Intelligence Quotient, IQ)。

右：檢驗9歲和10歲兒童是否有智能不足所用的迷津。

下：表中顯示了不同程度智能不足的嬰兒、兒童、和成人的能力。



智能不足的分類

	0 ~ 5 歲	5 ~ 20 歲	21 歲以上
輕度智能不足	通常很少被發現；感覺遲滯的情況極輕微；溝通和社交能力未受損。	社會適應方面需要協助；受過訓練之後，可以達到社會的要求。	社交上和經濟上可以自立，但在做決定時，需要指導和協助。
中度智能不足	適度的指導會有幫助；可以學會說話和走路；社交能力的發展不夠；可以做日常生活中的事物。	社交和工作上的訓練會有幫助；可以單獨往返熟悉的路線；可以完成小學三年級的教育課程。	可以勝任有價值的工作，但必須在有人指導和保護環境中進行；在壓力下做決定時，需要指導和協助。
重度智能不足	缺乏運動能力；只有極少的語言能力；即使簡單的工作也有學習困難；有效溝通的能力受損或完全不存在。	可以學會說話和溝通；可以學會做簡單的工作。	在持續且完善的照料下，可以學會照顧自己；可以學會在熟悉的環境中保護自己。
深度智能不足	幾乎完全缺乏運動和感覺能力；需要持續的照顧。	顯示一些運動方面的發展；可以學會幫自己做些極簡單的工作。	可以學會幫自己做一些極簡單的工作；需要持續的協助。

植物 Plant

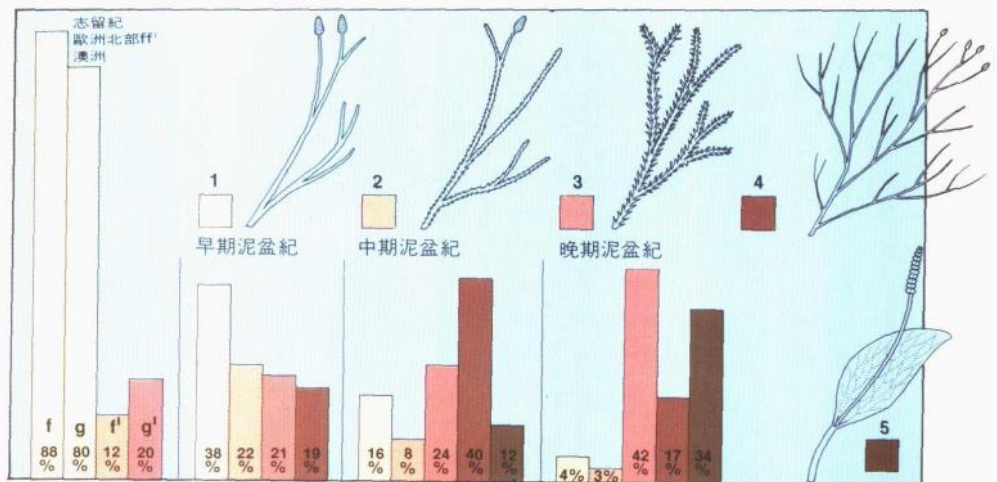
我們跟植物的關係，或許比你想像的更親密。要說出蕨類植物(fern)和魚的不同並不困難；但是生物在低等型態時，要區別動物和植物是不容易的。事實上，動植物在進化的過程中，很可能有一個共同的祖先。

所有的生物都要靠植物生存。植物除了供給大氣中寶貴的氧氣外，也是地球上最重要的糧食。植物也提供這個世界種類繁多、數量又大的非食用產品，包括木材、衣料、油料、煤、紙、香料、染料和藥材等。從太陽而來的能量，供給了世界上所有生物的能源，但是人類和動物都無法直接利用陽光，而植物則是一種轉換的媒介。它收集陽光、水分、氣體、礦物質和有機質，然後成為能夠維持生命的營養物質，再供應給地球上所有的生命。這種過程，對雙方都是有益的，如果沒有人類的智識去照顧和保護，許多植物可能已經滅絕了。

生物圈和食物鏈

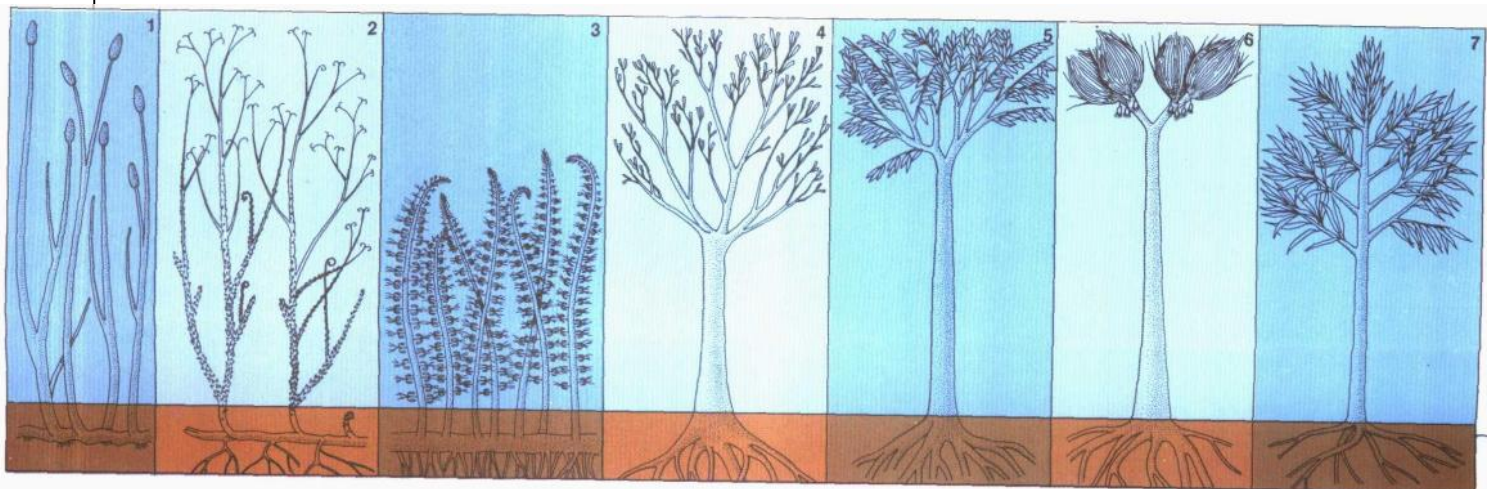
地球主要是由地核，以及包在外面薄薄的一層，含有一切生物的生物圈(biosphere)，再加上包圍在生物圈外面，稱為大氣的各種氣體所組成。在整個地球上，只有很小的部分有生物存在，因為這個生物圈上下高度只有8公里左右而已。來自地核和大氣中的各種化學元素，結合成各種物質，使得各種生命型態能在這個生物圈裏生存。當生物死亡之後，它們所具有的物質，就會歸還給大自然。地球上的物質是一個封閉的系統，外來的元素無法影響裏面的物質。而地球上的能量，則是一種開放系統，因為有一些能量會從外面進來(從太陽而來)。將太陽的能量經由光合作用，轉變成可用之物，是植物最重要的功能。

植物在食物鏈(food chain)中也扮演最



最上：植物葉子的進化情形，從志留紀的胚芽狀構造(1-2)，經過早期泥盆紀的中間型(3、4)，再到晚期泥盆紀的大葉形(5)。

上：在晚期泥盆紀時，所產生的植物葉子化石。



重要的角色，它可將能量和物質，從一種生物型態，轉變為另一種。舉個例子，草自陽光得到能量，而自大氣和土壤中獲得養料。然後，動物吃草，即得到草中的能量。等到這隻動物被吃了之後，牠的能量就會移轉給掠食者，最後，微生物會分解掠食者的排泄物以及死後的殘骸。分解後的物質，會回到土裏，作為草類的肥料，然後草類再從太陽得到能量，這樣就完成了一個食物鏈。

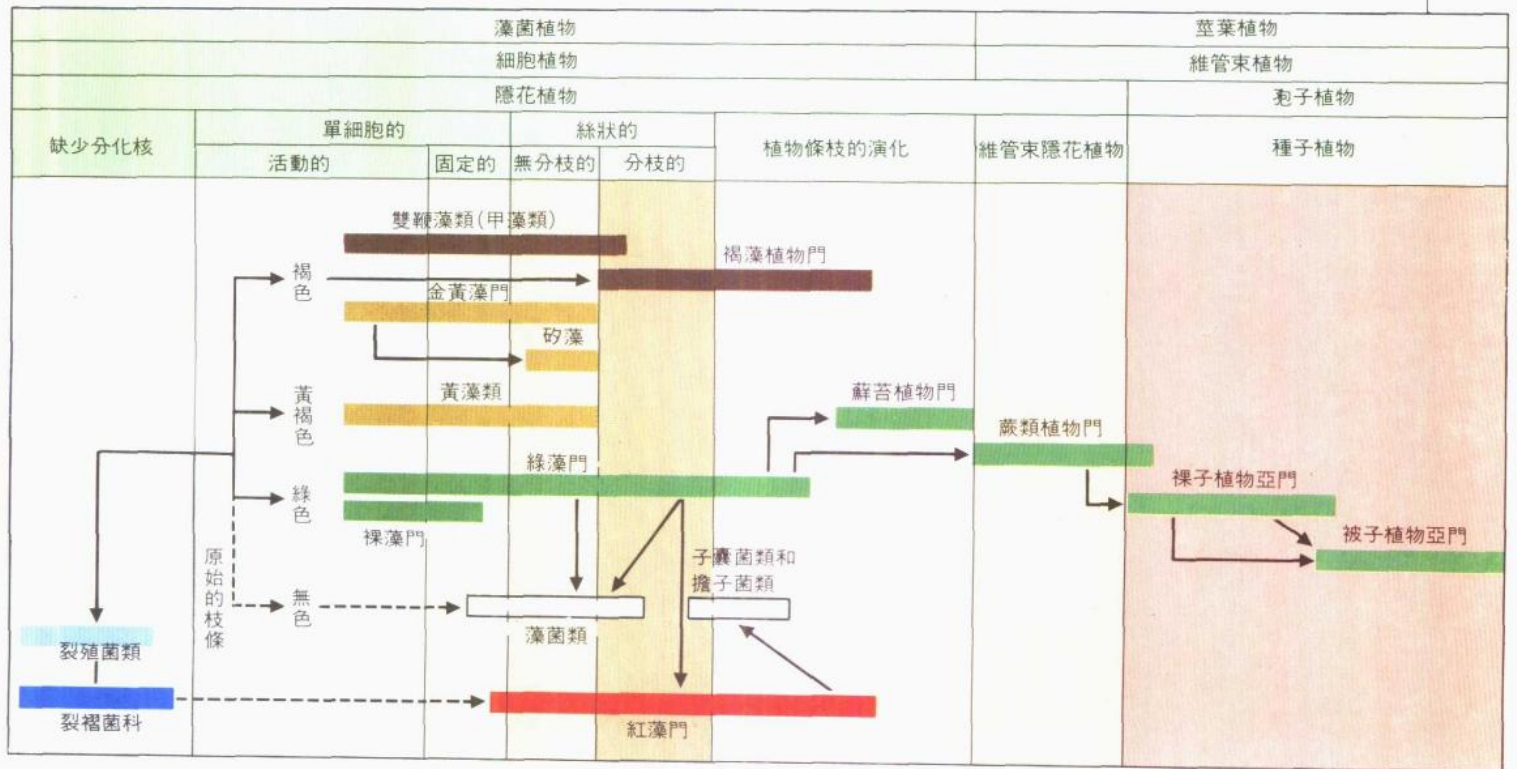
光合作用、呼吸作用和碳素循環

只有綠色植物和某些細菌及單細胞生物

的太陽能。在呼吸作用進行的時候，植物所含的碳元素就會燃燒，使氫和氧結合成水；燃燒時產生的能量，會變成 ATP 的型態，貯存於生物體內，或是以發散體溫的方式逸出體外。同時，二氧化碳也會被放出去。

碳素循環(carbon cycle)是碳化合物經過植物和動物的細胞，再經過大氣而完成的。植物自空氣中吸收碳元素，再被有機生物(包括人類)吃下去，然後經由呼吸作用重回大氣中，最後，再回到綠色的植物體內，而完成了一個循環。碳素經常是由氣孔或葉孔進入植物體內，大部分的二氧

早在亞里斯多德的時代，已有一個明確的分類系統(分類學)，但是他的理論直到十八世紀時，才由一位瑞典的醫生林奈(Carolus Linnaeus)改良成爲一個較好的系統。他發明了二名分類法(binomial system)。將植物分成種、屬、科、目、綱，和門。這些名稱現在仍在使用，但是現代的分類系統，已逐漸放棄外觀上的重要性，而強調器官之間遺傳上的關係。本文主要是談論這個世界上植物的主體——被子植物(angiosperm)、裸子植物(gymnosperm)和蕨類植物。



能夠行光合作用。光合作用是將太陽能轉變為化學能。葉綠素是一種綠色的色素，使植物能夠吸收陽光的能量，然後水分會被分解為氫離子、電子和氧氣，氧氣隨即被釋回空氣中。而氫離子則跟二氧化碳以及其他各種碳化合物結合成醣類；另外，電子則在能量的吸收過程中負有功能。在光合作用進行的時候，葉綠素吸收了太陽能，用來製造腺核甘三磷酸(ATP)，這種物質短暫貯存之後，即可轉變為化學能，再貯存於醣內。這些醣類彼此互相結合，成爲植物組成的基本物質。

吃了植物的動物，在行呼吸作用的時候，每一次都會放出少許貯存在植物體內

化碳由土壤中的分解者，經由呼吸作用放出來。在世界各地，碳素循環的速度是不同的，但是由於風和海洋氣流的作用，使得大氣中的二氧化碳濃度，經常能維持得相當平均。

植物的分類

植物的分類是一項很艱鉅的工作，因為在地球上，植物學家詳細描述過的植物，已有 325,000 種，而實際上，植物的種類比這個數目還多。由於增加、變更和刪除等，使這項工作永遠無法完成，但是，對於植物學上原有的混亂，卻必須盡可能整理得更有條理。

最左：七種上古植物的圖畫。左起(1)原始裸蕨科之一種，(2)單軸裸蕨科之一種，(3)珊瑚裸蕨科之一種。上面三種是從中期泥盆紀裏來的；(4)無葉枝蕨科之一種，來自晚期泥盆紀；(5)鱗木科之一屬，(6)封印木科之一屬，(7)柯黛松柏屬(柯黛松柏科之一屬)則來自石炭紀。



被子植物

被子植物(即顯花植物),是植物界中最顯著的一羣,它們是依照繁殖構造而分類的。這類植物的繁殖器官最明顯,而且最具吸引力。其實,花是由葉子形成的,有千變萬化的尺寸、形狀和顏色。花的雌性和雄性部分,經常長得很靠近。雌性部分即雌蕊,是一種細長的構造,有一個製造花粉的器官在頂端,稱為花藥。雌蕊即花的雌性部分,在花的內部,被雄蕊圍繞著,它有一個子房,子房內含胚珠,胚珠會變成種子。有些花只有一根花柱,它是從子房長出來的一種細瘦的構造,而頂端的柱頭具有黏性,能黏住花粉。花外側的綠色部分,是由一羣像葉子的萼片所組成

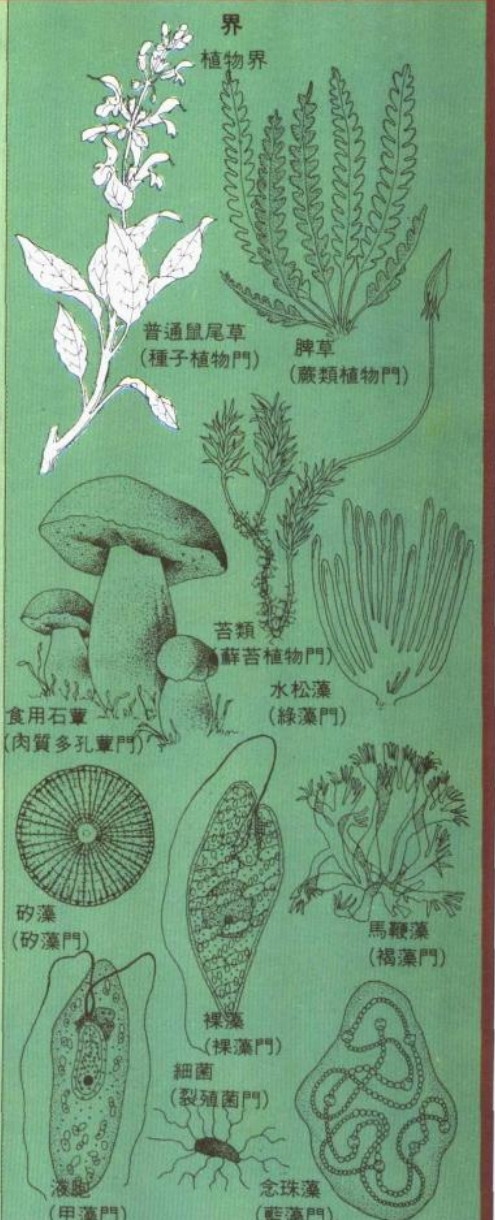
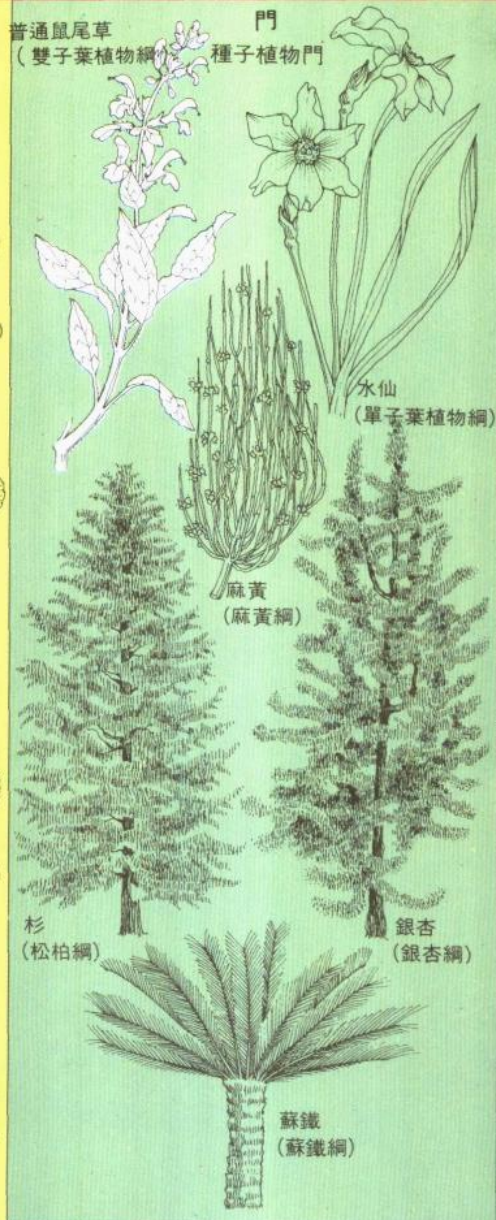
的,稱為花萼;花萼包著的是花冠,由花瓣所組成。

昆蟲和鳥類對於授粉作用的貢獻很大,被子植物是經由授粉作用而繁殖的。身上和嘴上沾有花粉的昆蟲和鳥類,從一朵花飛到另一朵花上,由於摩擦而使花粉落到有黏性的柱頭上。花粉是一種很像灰塵的東西,每一顆花粉粒都是由配子體(gametophyte)所組成,而精子(即雄性配子)就是由它產生的。雌性配子則是由花的胚珠生成。有一些植物能自花授粉,也就是說,在同一朵花或同一植株上自行授粉,而另一些花則須異花授粉,也就是必須要將一朵花的花粉,送到另一棵植物的花上。授粉作用經常是靠風力來完成,尤

上:為植物如何由特殊性轉移到一般性的分類系統的例子。這個說明是以普通鼠尾草做為例子;它是一種廣泛地被使用的香料。屬於鼠尾草屬,整個屬是一羣很相似的植物。科、目、綱和門,是從植物界的這一個最大的族羣中,依序逐漸增廣的部門。

其是樹木和某些草類。

花粉粒抵達花的柱頭之後,會長出一條管子,迅速地延長且深入花的內部,直到穿入胚珠到達雌性配子體為止。然後有兩個雄性配子送進雌性配子體中,其中一個雄配子會跟卵細胞結合,而引起受精作用,這種過程在授粉作用完成之後,可能



仍須 3~4 天的時間。受精卵，即接合子 (zygote)，無論是胚芽或發育中的植物，都是由它形成的。第二個雄性配子則跟胚珠內的另一個雌性細胞結合，形成胚乳，可作為胚芽生長時的食物。這兩種受精體同時生長，因而改變了花的外形，胚珠壁變成種皮，而子房則變成植物的果實，包住種子。

依照子葉的數目來分，有單子葉植物和雙子葉植物兩種，子葉含有豐富的營養成分，在萌芽時，它是首先冒出的葉子。單子葉植物如玉米、棕櫚和洋葱等，只有一片子葉。雙子葉植物如玫瑰和蘋果等，有兩片子葉。雙子葉植物的葉脈是複雜的網狀構造。

裸子植物

被子植物的種子是被包裹著的，而裸子植物的種子則是裸露的，而且沒有真正的花。松、杉、柏和蘇鐵是很常見的裸子植物，可以從它們的繁殖方法去區別。它們不需借助昆蟲來幫忙完成授粉工作，因為它們能產生大量的花粉，使花粉有更多的機會去跟雌性配子結合。對裸子植物而言，風是傳播花粉的重要媒介。

像松、杉等針葉樹，以鱗狀物容納並保護著種子，此鱗狀物就是球果的扁平小枝。裸子植物的花毬分為雄性和雌性兩種。雌性的花毬較大，能產生種子，長在短直的小枝上。而雄性的花毬，則成羣地長在長枝的末端附近，能產生花粉，在每

年的春天出現，但是放出花粉之後，即凋萎而脫落。當雄性的花粉被風吹來吹去的時候，雌性的花毬會慢慢地裂開，使花粉進入。裸子植物的受精作用，需要很長的時間，經常超過一年。當雄性的配子體到達雌花毬鱗片上的胚珠時，即產生一條管子，慢慢地穿過胚珠外皮，向裏面的雌性配子體前進。大約三年後，種子才會成熟，然後與鱗片分離，使種子落下。有些地方的人們會收集這些種子作為食物，例如平原松 (pinyon pine) 的種子，即是有名的松子；在許多地區，特別是歐洲和中東，是很普遍的食品。

右：亞馬遜叢林的紅外線照片。下：垂柳。



蕨類植物、苔類和蘚類

被子植物、裸子植物和蕨類植物都屬於維管束植物。維管束有一個特殊的系統，能夠輸送養分和水分。蕨類植物是多變化的植物羣，其種類至少有 10,000 種。熱帶雨林之所以美麗且誘人的理由之一，就是擁有數量和種類都很多的蕨類植物，有些可高達 9 公尺。蕨類植物是優美的植物，它們沒有種子，但是在葉子的背面，卻有成羣的圓形器官，稱為孢子囊(sporangia)，囊內有稱為孢子的細胞。這些孢子，會被植物猛烈地彈射到空中，然後落到森林的地面上，長成配子體；這些配子體會輪流產生雄性和雌性的配子，而彼此互相交配。

苔類大約有 15,000 種，分佈在全世界的潮溼地帶。它們是非維管束植物，沒有真正的莖、根或葉，而直接自空氣或土中吸收水分。苔類最引人注目的部分是「綠色的地氈」，那是它們的配子體。雄性和雌性配子，都是從配子體莖狀物的頂端產生的，它們結合之後，即形成一個胚芽，然後長成孢子體，再產生孢子，落到地上，又長成配子體，因此而完成生殖循環。蘚類有 9,000 種，長得有點像苔類，但是外觀呈瓣狀，很容易區別。

藻類和真菌類

大約有 20,000 種的水生植物是藻類，它們可能很小，也可能很大，尤其是在海

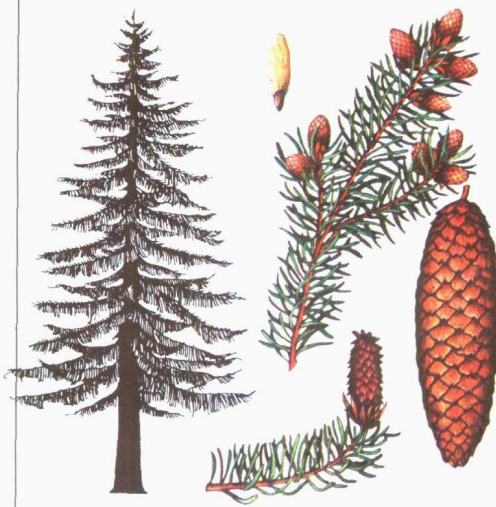
洋裏的，可能像大海帶一樣，長得跟紅杉樹一樣高。藻類(algae)是依顏色和形態分類的，是水中食物鏈的基礎。由於它們的構造最簡單，因此可能跟地球上最早出現的植物很相似。它們的繁殖很迅速，而且由於種類的不同，生活史也會有很大的差異。

另外有一種有機體，跟綠色的植物有很大的不同，但它們是真正生長在土壤裏的，那就是真菌類(fungus)。這類植物包括洋菇、香菇、酵母、黴和銹黴菌(rust)。它們沒有葉綠素，因此無法行光合作用；相反的，它們從死亡的植物和動物吸收養分，這種生活方式稱為腐生；如果寄主是活的，則稱為寄生。有些真菌類

會使人類生病，像香港腳即是；而許多植物也會被真菌侵入，甚至死亡。

植物和未來

由於醫藥的發達，使得研究植物學的工作被遠遠地丟到一邊，其結果是人口的爆炸，帶給未來的世界如何供應足夠食物的問題。有人估計，到了二十世紀末，全球將有大約 70 億的人口，而我們希望能利用植物來儘量解決糧食問題。目前正致力於研究的是如何減少農業上所使用的能量。因為在化石裏由植物變成的燃料，像石油和煤炭等，不僅很昂貴，而且也快用盡。大量消耗肉類是很浪費的，因為動物會消耗大量的植物性食物。因此，希望人類將來能多多利用植物和魚類作為食物。



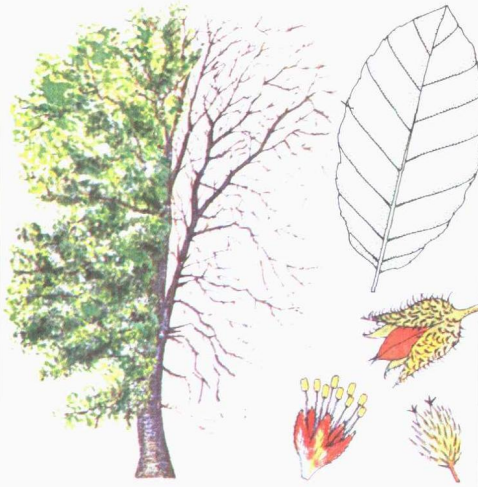
紅縱樹



落葉松



栗樹



山毛櫸



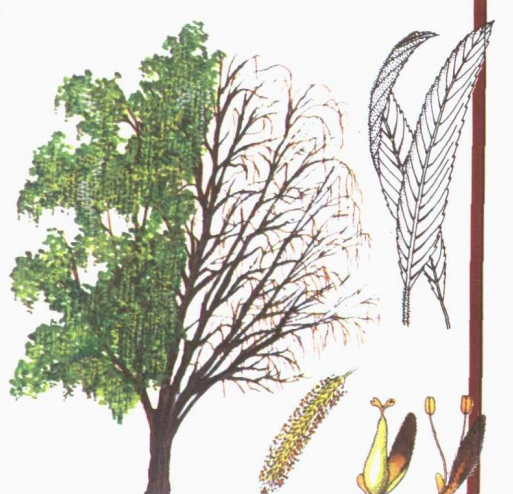
榆樹



橡樹



白楊木



柳樹

辦別一些比較常見的樹木的指引。
樹形、葉子和果實，全部都是辦認的線索。

植物分佈圖 Botanic Atlas

在史前時代，人們必須學習鑑定植物，以了解何者可食，何者有毒以及何者具有醫藥價值。他們的工作可說已經奠定了植物學的基礎，這是一門最古老的科學。埃及皇后海特希普蘇特(Hatshepsut)曾於西元1494年派遣一支植物探險隊至神秘的彭特地方(大約位於現代的索馬利亞)。探險隊帶回的標本中有31棵照顧良好的樹，從那時起，許多博物學家、探險家和冒險家紛紛前往世界各個角落去尋找有用而神奇的植物。

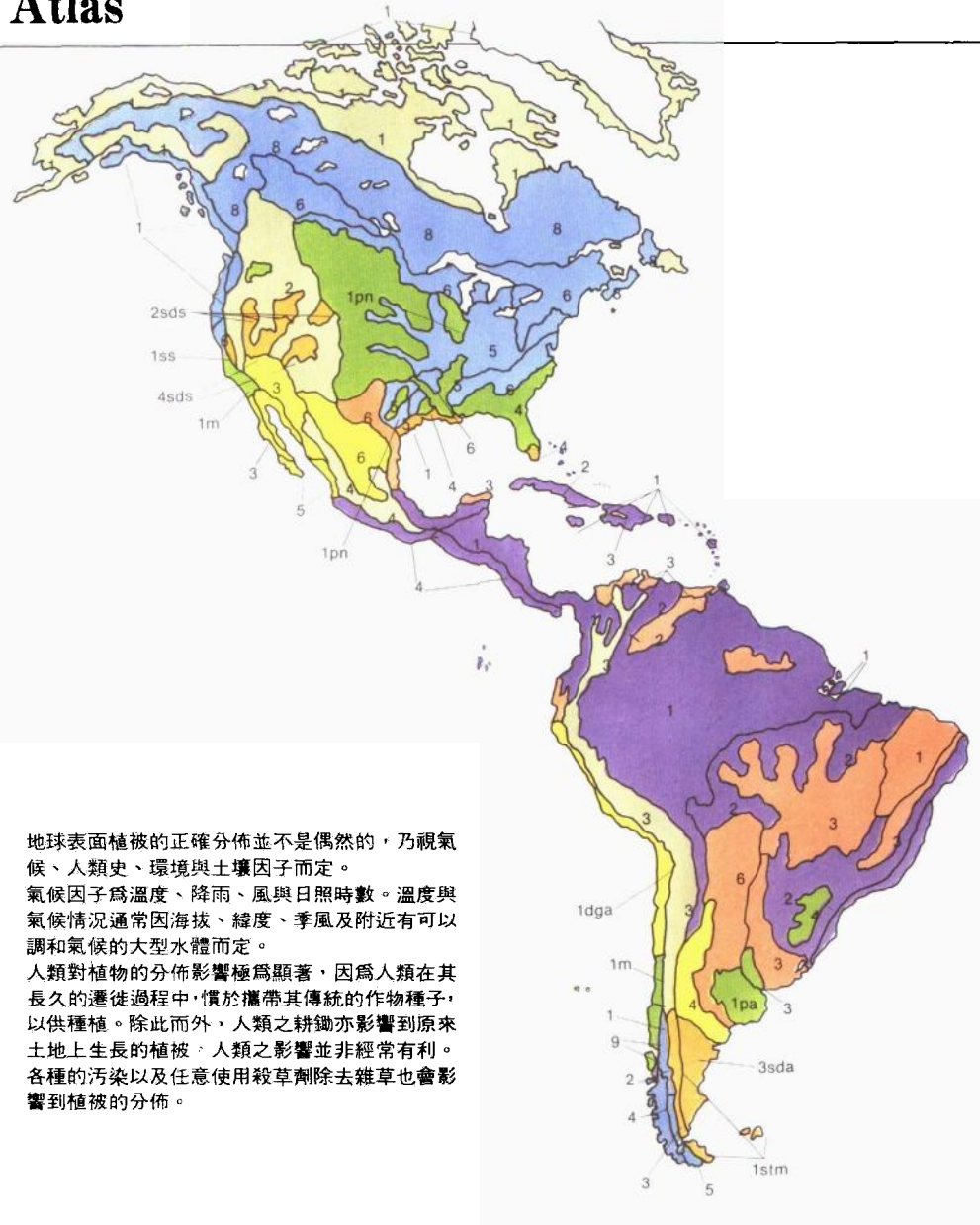
在十七世紀中葉，植物探險工作有了新的轉機。瑞典植物學家林奈(Carolus Linnaeus)，研究出以植物生殖器官為依據的分類與命名制度，他的方法極其完備，故今日仍被繼續沿用下來。林奈曾探勘過斯堪的那維亞半島北部的大部分地區，去尋找新的植物並加以分類。他同時也繪製了一份地圖，詳細的註明當地的植物與位置。約為同時的德國博物學家洪保德(Alexander von Humboldt)於南美探險後亦奠定了生態學的基礎。他繪製出一幅植物羣落圖，詳細描述了各種植物與其他種類、氣候與海拔高度之間的關係。當他分析高山上不同海拔高度的植物時，第一次確立了生命帶的觀念。

植物世界的地圖

由於世界上的植物種類相當繁多，約有40萬種，且植物羣落不論從量與質的角度皆難以正確的描述，故生物地理學家與植物學家在繪出正確的植物地圖時曾遭遇到很大的困難。因為同一植物羣落有多種描述的方法，故極少植物圖完全相同。

植物羣落乃為一地理位置中不同種類植物的聚合體。不論面積大小，該羣落必位於一特別的地區內。不論該羣落之種類有多少，有時可能有萬餘種，該地區必為某類植物所控制。植物羣落通常亦以優勢植物命名，例如溫帶落葉樹林，其特徵為極易辨別的落葉樹，如槭樹、山毛櫸與榆樹，這並不是說林中沒有其他種類的植物，如常綠樹、灌木、蕨類、草花、苔類或菌類；相反的，落葉樹林中除落葉樹外還有很多種類的其他植物。不過此一森林最顯著的景象則由最大而最顯著的植物所決定。

因為植物羣落間常會相互逐漸兼併，二者的界線常難以明確劃定，故生物地理學



地球表面植被的正確分佈並不是偶然的，乃視氣候、人類史、環境與土壤因子而定。

氣候因子為溫度、降雨、風與日照時數。溫度與氣候情況通常因海拔、緯度、季風及附近有可以調和氣候的大型水體而定。

人類對植物的分佈影響極為顯著，因為人類在其長久的遷徙過程中，慣於攜帶其傳統的作物種子，以供種植。除此而外，人類之耕鋤亦影響到原來土地上生長的植被；人類之影響並非非常有利。各種的污染以及任意使用殺草劑除去雜草也會影響到植被的分佈。

家與植物學家在確定植物羣落的疆界時常感到困難，但仍可繪出植物圖。如果植物圖把各種森林、草原、沙漠地區與其他類型植物羣落的位置標明得相當正確，則可提供多方面的用途，對於植物學家、公園職員與農業專家有很大的幫助。

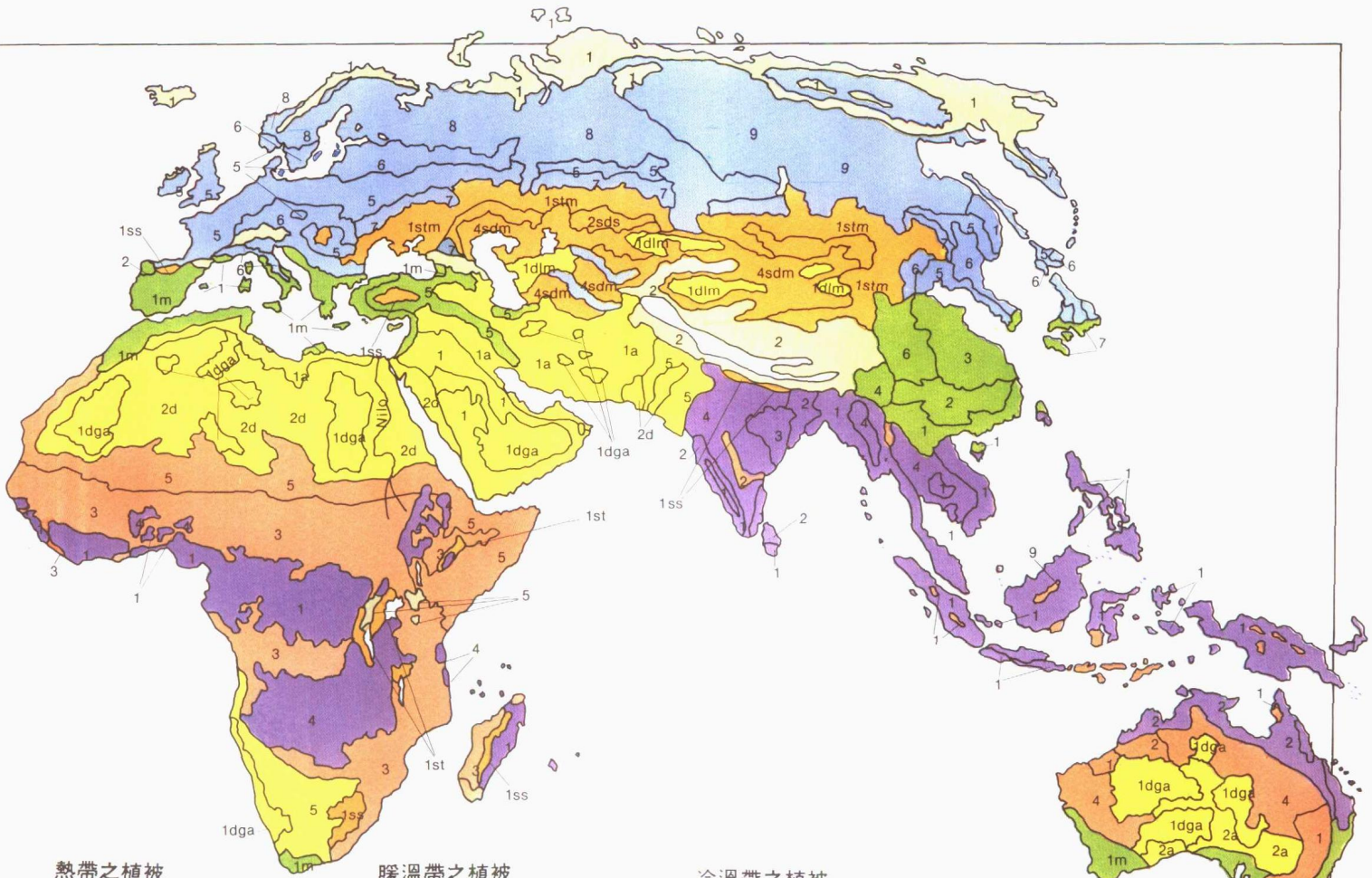
控制因子

植物通常對於物理環境極為敏感，年雨量或溫度稍有變異，都可使許多植物毀滅。有趣的是，此種改變常對其他植物有利。當某種植物死亡後，其他種類的植物會迅速的佔據該地，例如在上世紀中北

美的溫度持續上升時，一些生長於較南方的北極植物則形絕滅，所遺留的空間則為北方的溫帶植物所取代。

土壤情況對植物生長影響極大。例如杜鵑類必生長於酸性土壤中，而仙人掌與其他沙漠植物則僅在強鹼性土壤中生長。許多其他情況也對植物有所影響，如植物獲得光的程度，地形的坡度與排水等。通常此等影響的效應太小，以致無法顯示於小比例尺之國家或世界地圖中。

以下為世界性最大而最常見的植物羣落。各種植物羣落之名稱，大部分皆為植物學家所公認。



熱帶之植被



森林

熱帶氣候：很熱，全年有雨
 1. 闊葉植物之森林
 亞赤道氣候：很熱，兩個旱季，兩個雨季
 2. 混生常綠闊葉樹林與落葉林
 3. 落葉闊葉林，有常綠林下植物
 4. 落葉闊葉林



過渡型

熱帶氣候：很熱，雨季短而為豪雨，旱季長
 1. 闊葉樹林，間有塊狀之空曠地
 2. 落葉闊葉樹之開放森林
 3. 闊葉灌木林
 4. 散生林木與常綠灌叢之沼澤



熱帶草原

1. 熱帶草原間有常綠樹
 2. 熱帶草原間有混生之常綠與落葉闊葉樹
 3. 熱帶草原間有落葉樹
 4. 熱帶草原間有常綠灌叢
 5. 熱帶草原間有混生之常綠與落葉灌叢
 6. 熱帶草原間有落葉灌叢

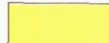
乾旱氣候：很熱，雨量稀少



1st 熱帶草原沙漠過渡型

1st 半沙漠草原間有矮灌叢
 2d 熱帶沙漠，植被稀疏

暖溫帶之植被



過渡型

乾燥氣候：雨量稀少
 1a 過渡半沙漠草原帶之中森林
 2. 過渡至半沙漠草原帶中具有散生常綠灌木的森林
 3. 過渡至半沙漠，散生之常綠灌木
 4. 過渡至半沙漠，散生常綠與落葉灌叢
 5. 過渡至半沙漠，落葉灌木叢
 6. 過渡至半沙漠，散生落葉灌叢



草原

Iss 亞熱帶草原



地中海型植被，森林、平原

地中海型氣候：熱，雨量大多降於冬季

地中海型植被
 潮濕氣候：熱，雨量大多降於夏季
 1. 常綠林
 2. 常綠與落葉林
 3. 落葉林
 4. 常綠寬葉與針葉以及落葉樹林
 5. 常綠闊葉及落葉狹葉與闊葉混生林
 6. 落葉闊葉樹與常綠針葉樹混生林
 1pa 阿根廷草原
 海洋氣候：溫度攝氏16-17度，全年有雨
 7. 常綠闊葉樹林
 8. 具有針葉樹之常綠闊葉樹林
 9. 常綠闊葉林、落葉林與針葉樹林



湖泊，內陸海

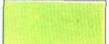
冷溫帶之植被



森林過渡型

海洋氣候：溫暖，冬夏溫差大，平均年雨量為200-2000公釐

1. 常綠針葉樹林
 2. 常綠落葉與針葉樹混生林
 3. 常綠闊葉樹林
 4. 沼澤地過渡灌木林
 潮濕氣候：受鄰近海洋之影響，夏季炎熱，冬季寒冷，平均年雨量約2000公釐
 5. 落葉闊葉樹林
 6. 落葉闊葉樹與常綠針葉樹混生林
 7. 林下具有草類的落葉闊葉林過渡森林帶



草原

1pn 北美大草原



草原過渡型

乾燥氣候：夏季炎熱，冬季寒冷，平均年雨量在200公釐以下。

1stm 中緯度草原
 2sds 具有矮生長常綠灌木的半沙漠過渡帶
 3sda 具有長綠與落葉灌木的半沙漠草原過渡帶
 4sdn 具有矮生長常綠闊葉灌木的半沙漠過渡帶



沙漠

ldlm 中緯度沙漠

寒帶之植被



森林

8. 常綠針葉樹林
 9. 落葉狹葉樹林

極地與高海拔植被

寒原，高海拔，冷溫帶，熱帶高海拔與暖溫帶

1. 寒原
 高海拔，冷溫帶，寒冷，全年降雨
 2. 北美與歐亞山系
 3. 安地斯山
 4. 墨西哥之高山
 5. 非洲之高山

極端氣候帶



極端乾旱帶

ldga 完全缺乏植被或極度稀少



極端寒冷

極端寒冷
 1. 極地的冰，終年積雪，無可見之植被

熱帶森林

沿赤道的陸地地區通常降雨較多，每年約有 1,500 公釐，而且溫度經常高於攝氏 20 度。在熱帶雨林地區沒有真正的季節，且所有植物皆為常綠。全年皆有落葉，但每次不過一、二片，故樹林絕不會是光禿禿的。

雨林中生長著很多種植物，尤以樹木為多。單一樹種的純林分佈極為罕見。熱帶雨林中植物種類極其繁多，例如僅在印尼就有三萬種顯花植物。樹木的枝下側通常較高，形成樹冠的枝葉高高在上。接近地面處經常缺乏光線，故林下植物遠較一般的森林為少，因為僅有極少植物可在缺乏光線之下生存。雖然如此，有些地區仍有很多蕨類和高大的草本顯花植物在接近地面處生長。蔓藤類普遍攀緣於各種物體上而穿出森林。

熱帶季風林常會在經歷一次為期數週的季風豪雨之後，受到長達數月的旱季。此種森林的優勢樹木為柚木。竹子與相思樹

極為常見，亦為乾旱森林中的組成分子。此種森林在東南亞、緬甸、印尼的部分地區、印度與澳洲北部最為常見。但澳洲的森林却極為不同，其優勢樹種乃是各種不同的桉樹。非洲與中美洲的少數森林也可稱之為季風林，因為它也是豪雨與旱季形式的氣候。

溫帶森林

有刺灌木林位於草原或沙漠與熱帶雨林或帶季風林的過渡帶。此種森林主要由相思樹類、大戟類(蓖麻與橡膠樹皆屬大戟類)與有刺藤類所組成。有些地方的植物至為密集，以致形成難以適行的荆棘叢林。大部分植物為落葉性，每當旱季來臨，樹木與灌木皆呈了無生氣的灰色。有刺灌木林分佈於墨西哥的部分地區、巴西的東北部以及南美的零星地區。在非洲有一片面積廣大的有刺灌木林，自坦干伊喀湖向南延伸至南緯 20 度，東西兩方則直至海岸，其他則見之於印度及部分的澳洲

地區。其分佈地區的雨量平均為每年 25~100 公分，而且有較長的旱季。

地中海型森林見之於地中海沿岸、美國加州部分地區、紐西蘭、智利及南非。這些森林並不茂密，乃由散生而間隔較寬的樹木所組成，大部分為常綠橡類、栓皮橡類、夾竹桃、桃金娘與圓柏等。大部分的土地可能為草生地。此種森林僅見之於氣候極為溫和，從不結冰，而一年中最熱月的溫度平均高於攝氏 22 度。此等地區夏季苦旱，致使所有草類死亡或枯黃。

冷涼溫帶落葉樹林分佈於美國與加拿大東部的部分地區，法國、英國、德國及義大利北部的大部分地區，蘇俄沿北緯 50 度地區，以及中國、韓國與日本的部分地區。在智利南部與火地島(Tierra del Fuego)，也有小面積的此種森林。此種森林分佈地區的冬季氣溫低至冰點以下，但在夏季至少有一個月的平均氣溫高於攝氏 20 度。雨量適中，每年約為 25~100 公分。其組成主要為槭樹類、橡類與榆樹

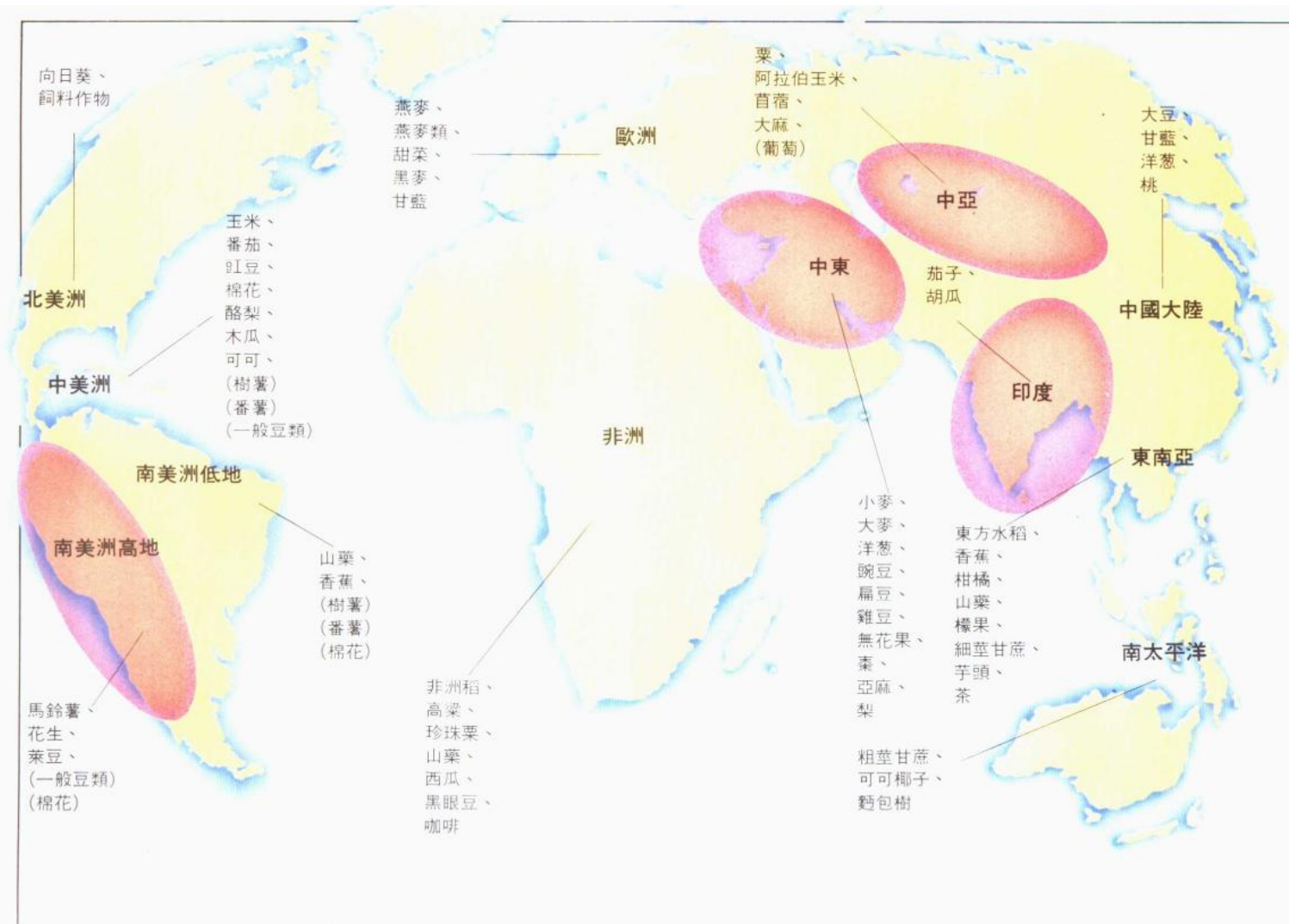
下頁，左上：西伯利亞中部之冷杉與松樹的混生林，常綠之冷杉與松樹對極其寒冷之氣候適應良好，因其針葉之面積有限，可減少水分之損失。

西伯利亞地中之水常凍結而無法為根部吸收。右上：熱帶雨林。因不缺乏液態之水，對於將較大之葉面積曝露於日光中之闊葉樹木較為有利。

右：漸新世時重建的森林。顯示該時之氣候較早期為冷涼，平均溫度與目前的相差不多。由於許多落葉闊葉林為槭樹、槭樹與樺木之出現，顯示地下水供應充足。







類，另一些地區還有木蘭類、山核桃、石楠、倒掛金鐘與其他開花的灌木類。

寒原與寒帶林

北方針葉樹林分佈於加拿大與蘇俄的大部分地區，以及美國阿拉斯加的部分地區，通常也稱之為寒帶林，這些高大的森林都以常綠針葉樹為優勢種。冬季最冷的月份溫度平均為攝氏零下 20 度，夏季極為顯明，最熱月溫度平均為攝氏 10 度以上，其組成主為雲杉，但有時亦有鐵杉、落葉松與冷杉。通常還有赤楊、樺木與圓柏的灌叢及白楊等零星點綴於林間。

寒帶林的北方為一大片無樹木的土地，稱之為寒原，它被覆了加拿大、阿拉斯加、挪威、蘇聯、冰島的部分地區，以及南極的小部分地區。因為寒原太冷所以沒有樹木生長。最熱月的平均溫度也在攝氏 10 度以下，但高於冰點，不過在一年中

任何時間都可能結霜，有時冰點以下的溫度一次可持續數月之久，溫度可降至攝氏零下 40 度或更低，雖然氣候如此惡劣，但仍有許多植物能在寒原中生長，如苔類，特別是水苔、地衣，以及許多野花與馴鹿苔。

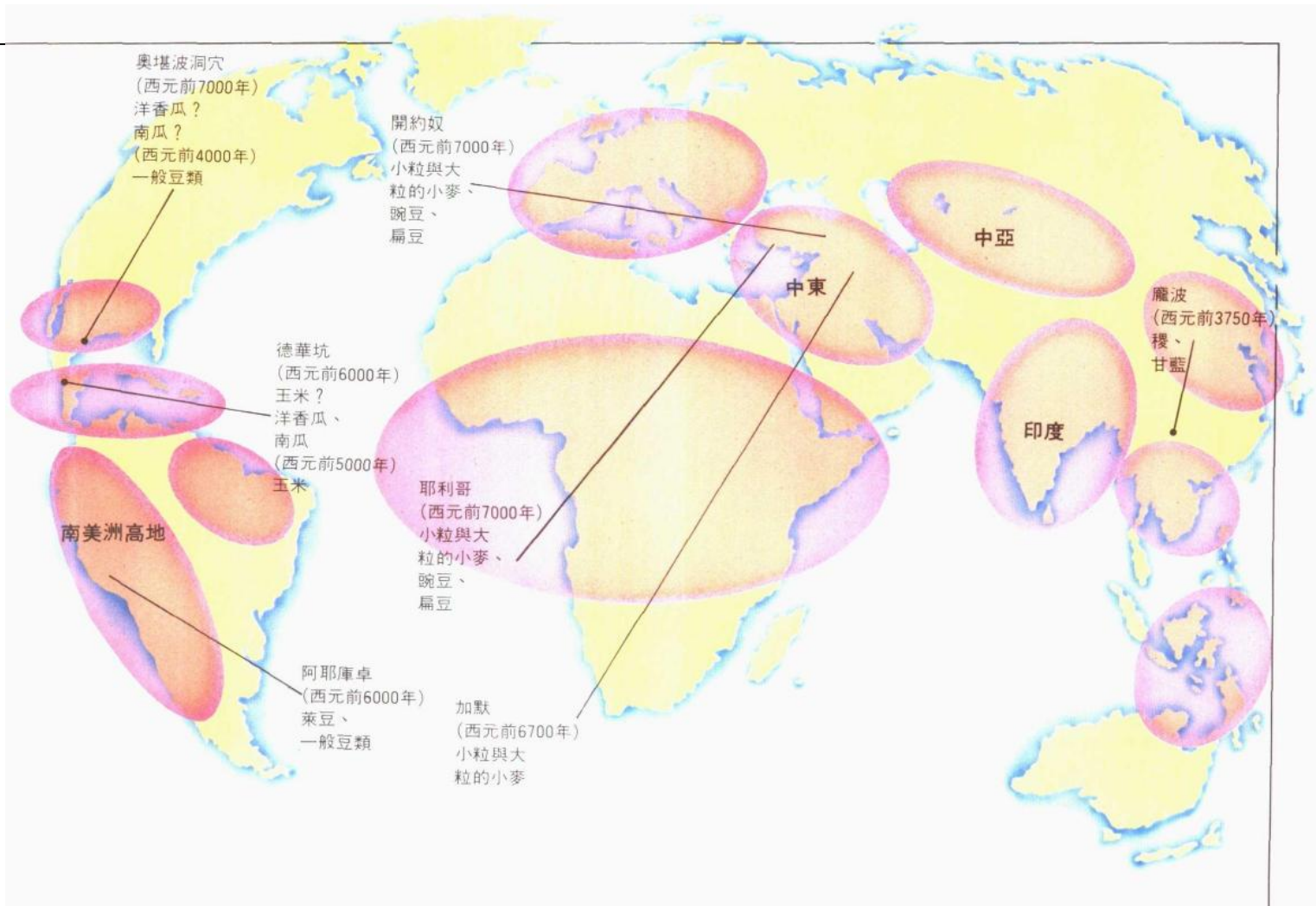
一些高山，甚至位於熱帶，在高度超過林木界限以上的植被則相當於極地寒原。此種高山地區的植物常與極地寒原的種類相同。

草原

熱帶草原見之於橫跨非洲自北緯 10 度至南緯 20 度間的帶狀地區，巴西的馬托格洛索(Mato Grosso)、阿根廷北部、巴拉圭與澳洲北部的部分地區。熱帶草原的最涼月平均溫度也在攝氏 18 度以上，而最乾的季節為冬季。熱帶草原中常為高草類，一種稱為象草(elephant grass)的植

物高達 4.5 公尺，且常有零星樹木散生其間。

北美草原常較高，而歐亞草原(steppe)則較矮，二者都分佈於溫帶地區。北美草原被覆了北美中部的大部分地區，以東經 100 度左右為中心，延伸到北緯 50 度至 25 度的地區。而歐亞草原則見之於北緯 50 度上下的地區，一直自歐洲延伸到中國大陸北方，但中間偶有間斷。南美草原(pampas)與歐亞草原相當，僅植被組成有別而已。世界各地的草類各不相同，美洲的草類多為格拉瑪草(gramma grass)與叢生草(bunch grass)。溫帶草原冬季寒冷，其中有一個月的溫度平均低於冰點。夏季炎熱，其中有一個月的溫度平均高於攝氏 20 度。



植被之分佈與氣候及環境因子密切關聯，但人為因素亦極為重要。當人類由一地遷至另一地時，他們會攜帶一些種子。此種人為之植物遷移在今日已經形成一門科學，農藝學家與植物學家也正為了要得到理想的、商業的或遺傳的特性而找尋新的植物。

左：圖示為現在世界各地適當氣候與土壤形況下種植之作物與有用植物及其原產地。

研究植物遷移的科學，稱為地植物學或植物地理學。用於此一學問中之研究方法則視其遷移之情況而不同。在研究古代植物遷移時，植物地理學家研究在墓地、廢墟及其他考古跡地中的種子和花粉出現的最早年代。上圖即為其研究結果之摘要，說明一些植物的起源，且已自其原產地廣泛的擴散分佈於各地。

沙漠

雖然撒哈拉、阿拉伯及中國大陸新疆的塔克拉瑪干沙漠中少數地區完全沒有植被，但大部分沙漠都有一些類型的植物，只不過較為零星稀疏而已。沙漠見之於北非、阿拉伯半島、伊朗的部分地區、阿富汗、巴基斯坦及印度等地。塔克拉瑪干及戈壁沙漠則位於中國北部的新疆與蒙古。北美西部及南美的西海岸沿岸地區也有沙

漠。那密(Namib desert)與喀拉哈利沙漠(Kalahari desert)位於非洲的南部。澳洲內陸大部皆為沙漠，沙漠地區之雨量每年在25公分以下，有些也為世界上最熱的地區，而且夜晚與冬季的溫度可低到冰點以下，這是因為大氣中沒有能保持太陽熱的濕氣的緣故。

每一沙漠地區都有其獨特的植物，但大部分沙漠植物都有共同的特徵：為了節省

水分，大部分植物的葉片較小，甚至沒有葉片；許多為有刺者，如仙人掌，可將下雨時根部吸收的水分大量貯存於體中。有些野花可在雨季終了的數週前完成其短暫的生活史，另一些植物則發展出很深的根，可吸收地面下的水分。

植物病害 Plant Diseases

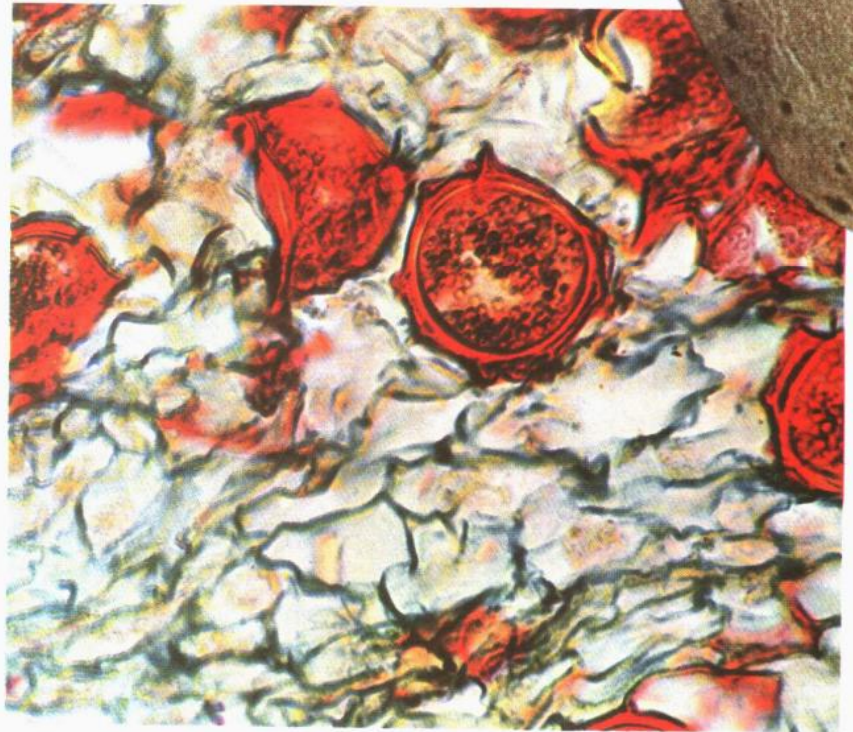
植物的病害改變了歷史的演進過程。例如在西元 1845~1846 年的馬鈴薯焦枯病，使得上百萬的愛爾蘭人為了逃避饑荒而移民到美國。而西元 1870 年代，錫蘭咖啡銹病的流行，不僅使得世界的咖啡中心轉移到南美洲，而且也使得茶成了英國最主要的飲料。植物的病害在經濟上，也是具有毀滅性的。中美洲的水果公司，每年要花費全部生產預算的四分之一在香蕉的病害防治上；在美國，即使有複雜的防治措施，每年仍有百分之十以上的糧食作物被毀壞，在財政上的損失，總共達美金 30 億元。

定義和分類

包括人類在內的掠食者，為了得到所希

抵達根部。霜則往往引起嚴重的傷害，甚至導致死亡。光線對於植物的正常生長是很重要的，光照太少，會引起變色病，或是缺少葉綠素，以及長得脆弱、纖細，使得植物易於致病。植物所需的元素，主要是氫、氧、氮、碳、鎂、硫、鈣、鉀和磷等，必須適量而且平衡的供應，才能防止得病。特定的微量元素，包括銅、鋅、硼、鐵、氯、鉬和錳等，也要有適當的份量。最後，不適當的使用化學藥品也會使植物死亡，像農藥、肥料、激素和除草劑等，在使用時，必須具有充分的知識，而且要小心。

一種生物和另一種生物之間的關係是很複雜的，但通常並不會致病，事實上，這種關係有可能是彼此有益的共生。微生物



望的食物，可能會殺死植物。我們可以不管這個，但是卻必須關心植物的病害，也就是植物從種子萌芽開始，到新種子成熟的過程中，任何妨礙生長循環的因素。病害的分類，通常是依其病因而命名的：寄生蟲或寄生性植物、病毒、黴菌、真菌（fungus）、細菌、藻類、蟲類，甚至別種植物，也可能將幾種病害併入一類，因為它們只能感染特定的植物。

植物生病的原因

植物的病害，依其起因可分成三類：(1)生理上的原因（非寄生性的）；(2)活的生物所引起的；(3)病毒所引起的。

生理上所引起之病害，包括不良的環境，會使植物看起來好像有病。舉個例子，像水分不足，加上高溫，會阻礙植物的生長，引起凋謝或枯萎；水分太多，則會蓋住植物的組織，或是阻止足夠的氧氣

有一個很重要的功能，它消化死亡的植物和動物，使土壤肥沃，並且放出二氧化碳到大氣中。但是當它們攻擊活的生物時，也會引起不小的傷害，這稱為寄生。

大約有 200 種細菌會侵害植物的生命，並且每一種或一羣有害病的植物，通常都會發現一個以上的變種。事實上，細菌也

會合併在一起，而形成新的病害。大部分的病害可分成幾類，像局部腫大的瘤、枯萎、損傷、斑點和腐爛等。細菌有很多方法能侵入植物體內。有時候，植物會有傷口，像不正確的接枝即會留下傷口，因而招來病害。花朵上的氣孔或皮孔也可能會被蜜蜂帶來的病害所侵入。有一種典型的

上：為了使水果含有較多的養分，以及能夠比其他同時上市的水果有更好的外觀，就必須要不受病害的感染，就像左邊照片裏的草莓。在中間照片裏的黴菌，會引起馬鈴薯黑腐病（最上）。

右：葡萄被露菌病所感染。

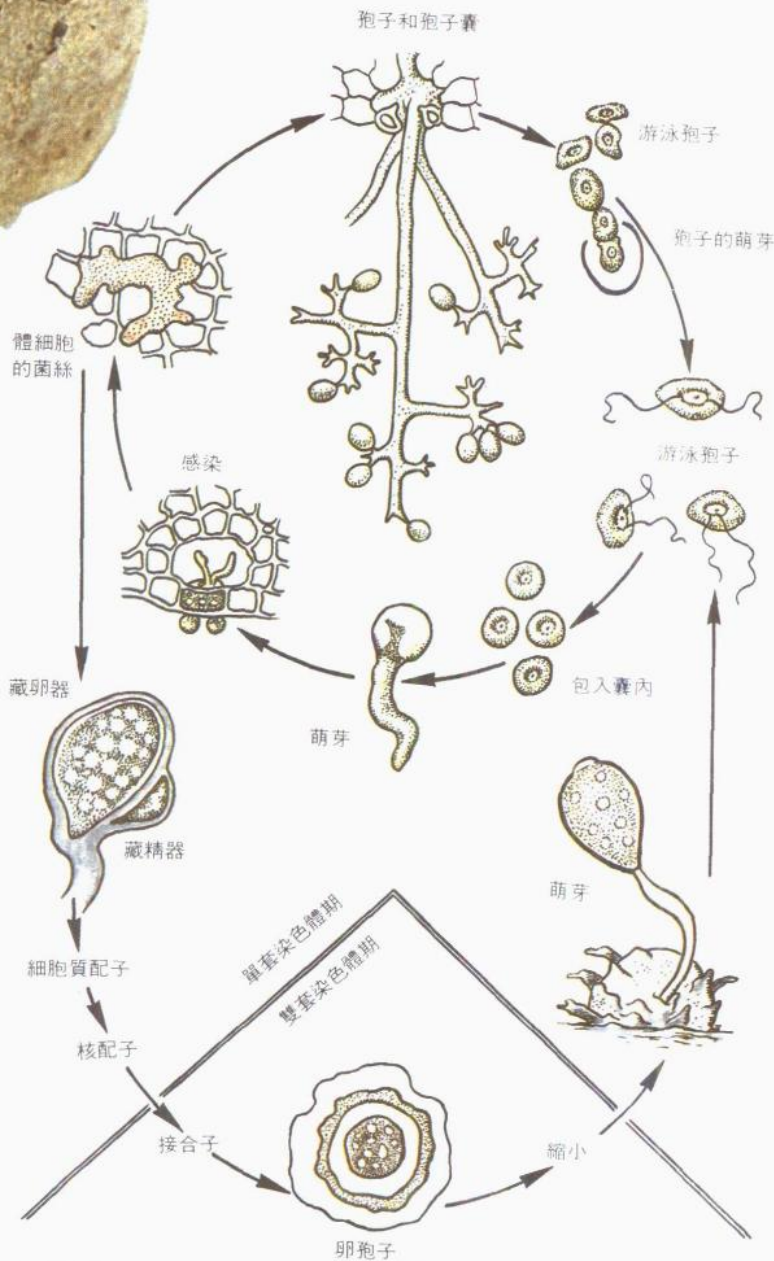


例子——火燒病（fire blight），是第一種被發現由細菌感染的病害。這些細菌首先侵襲細胞間的組織，隨即侵入並且殺死細胞。這種細菌在寒冬時，生活在逐漸老化的樹木上，在春天時，慢慢地侵入表皮而感染新的組織。而昆蟲和暴風雨的沖刷，也會幫助它們侵襲別的部位。其他的病害只能由受傷的部位侵入，或只有攻擊細胞的周圍，但是，結局都是破壞與死亡。

引起植物病害最嚴重的生物是真菌類。最早的例子，是在西元 1904 年，美國栗樹枯萎病的侵害。當它第一次出現時，沒有人去注意它，但是到了西元 1908 年，已嚴重得無法控制了，因此，用栗子做的大量香檳酒，即無法充分供應。這種病害會形成黃色或褐色的傷痕，環繞著新芽，並且將它殺死；樹木最後會凋萎，但不知是什麼原因，從根部仍會長出健康的芽，而不會馬上被枯萎病感染。這種真菌靠風、雨和鳥類蔓延，因此，使得美洲栗遭淘汰。

其他的真菌類，像荷蘭榆樹病、小麥黑莖銹病，和木頭的腐爛病（造成將近半數的木頭損失）等，在世界各地都曾引起嚴重的損害。在真菌裏，器官的萌芽因菌絲胚管的形成而發生。水分和一個合適的溫度是必需的，但是有一些品種會在潮濕的空氣裏萌芽。至於病害在寄主體內的發展，主要是決定於環境和遺傳上的因子。舉個例子，土壤裏的氧和二氧化碳的含量，有很大的影響力，特別是在微生物攻擊根部的時候。當所有的條件都有利於致病微生物時，這種病就會廣為流行。

其餘的植物病害是由病毒所引起的，病毒是一種很小的分子，由核酸和裏面的



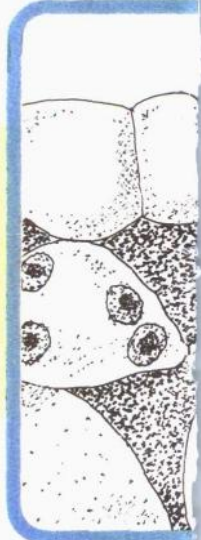
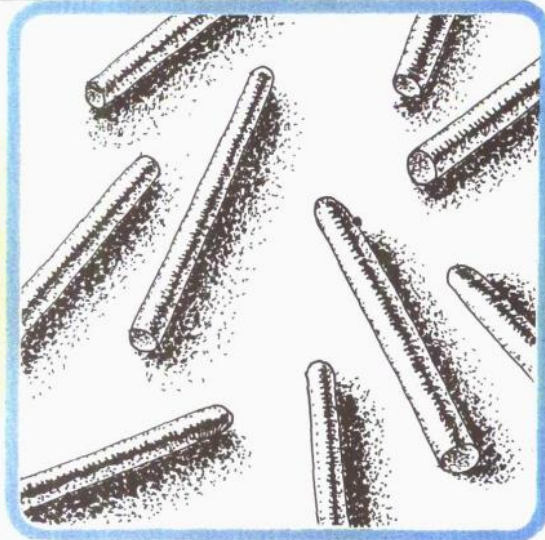
左：若要控制葡萄的病害：露菌病，就必須有如圖所示的繁殖循環的正確知識。這種真菌在游泳孢子時期，最容易被消滅。因為這個時期的溫度和濕度會增高，因此產生了游泳孢子；要對抗露菌病必須在春天的雨季後，馬上噴灑農藥。

核，以及包在外面的蛋白質所組成。它們能夠侵入，並且摧毀健康的細胞，然後複製，最後引起病害。病毒會引起各種不同的病徵，包括變色、畸形、發育不良、黑斑或死亡。這些引起病害的微生物是在接枝時用了帶菌株或污染的土壤所引起的。有時候是經由接觸，但是大部分是由昆蟲所引起的。病毒的控制方法，是將病株摧毀，發展抗病品種或是利用檢疫的方法。

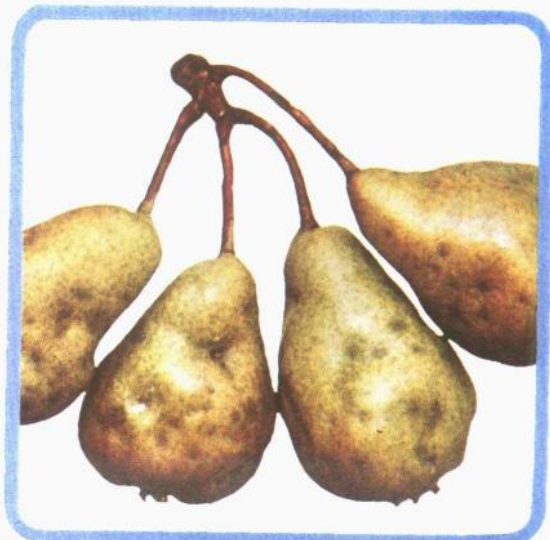
除了上述主要原因之外，有一些蟲類，甚至其他的植物，也會引起病害。線蟲類會攻擊幾乎所有糧食作物的地下部分。它們以根部細胞為生，會留下唾液中的有毒成分，並且傳染病毒，而可食用的部分特別容易招致細菌和真菌的感染。有一些顯花植物看起來很漂亮，但卻是很危險的。樹寄生生長在樹皮和木頭裏，從寄主身上得到水分和礦物質，而在每年的聖誕節裏，會長得很漂亮。菟絲子和無根草是另外兩種寄生性植物，也是以相同的方法殺死寄主植物或使其變得脆弱。

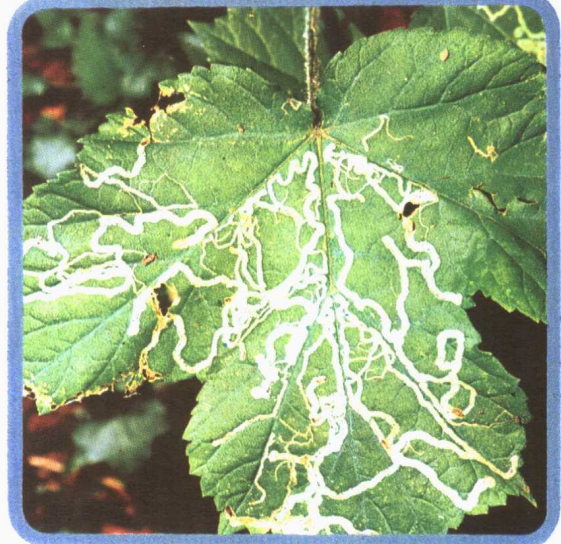
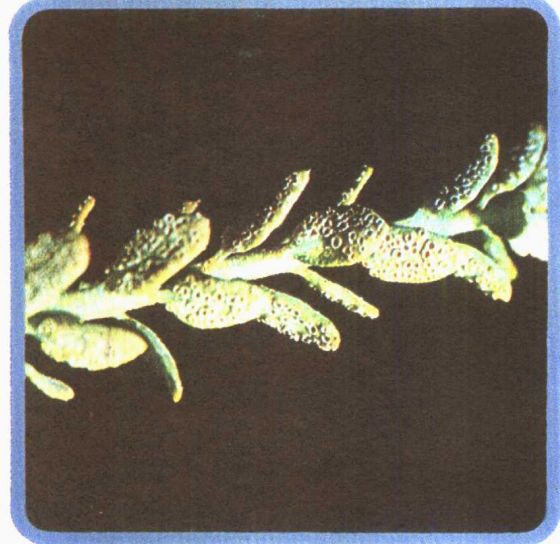
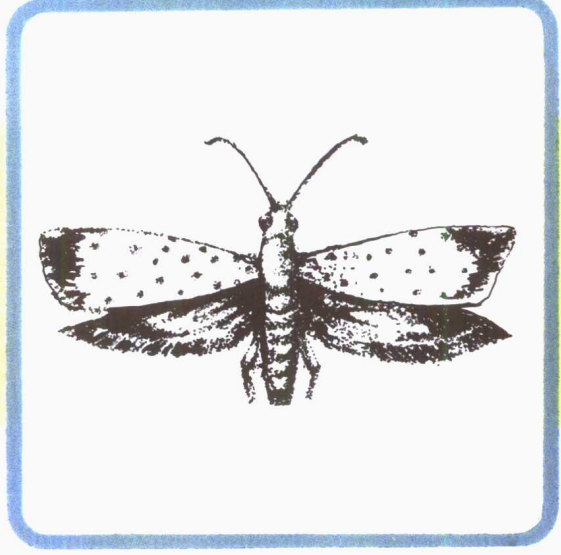
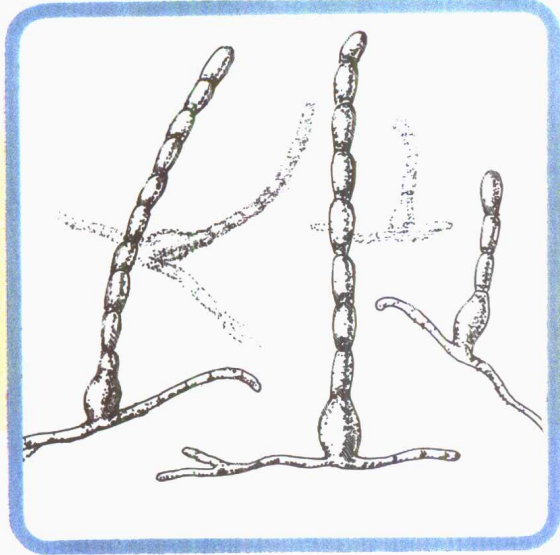
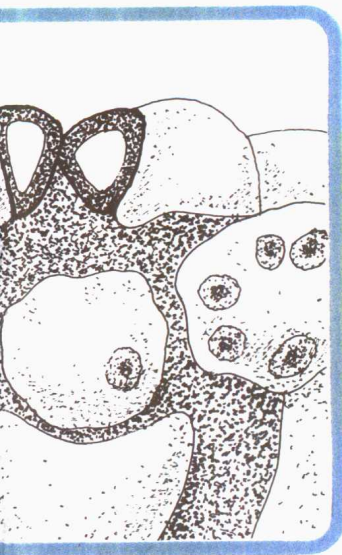
植物病害的徵候

不管是那種植物病害，其徵候是十分重要的，對於判斷病症和確定處理的方法有相當大的助益。顏色的變化，如長出斑痕或黃萎等，是普通的徵候。由傷害或水分不足所引起的病徵，是葉子裏有孔和枯萎。植物停止發育，稱為生長停止，在很多得病的植物上都可以看到，像樹瘤(長出來的)和傷口無法癒合等都是。不正常的生長，像毛髮潰瘍、長水泡和樹癭等都是病徵，而葉、花和果實在該落下來以前即脫落的話，也是病徵。



右上：四種植物病害的基本病因放大圖，從左至右為病毒、細菌、真菌、昆蟲。每個圖案下面的兩張照片為植物感染這些病原後的情形。從左到右為菸草鑲嵌病（斑點病）；病毒感染後的梨子；被細菌感染的橄欖樹和橄欖；真菌蓋滿的蘑菇草和葡萄；被吃掉一部分的葡萄葉；完全被毛蟲吃光的松樹。





植物標本館 Herbarium

植物園標本館裏的標本，就像動物園裏的動物標本一樣，是一種死的、乾透的，而且是不需飼養、耕種或清洗的特殊而保留生命型態的樣品。

植物的標本館，就等於是植物的圖書館。在那裏，乾透的標本是依照科、屬、種，或是其他的分類系統而整理的。學者置放這些標本的目的，是爲了比較、鑑定和保存可能有絕種之虞的植物的永久記錄，或是整理來自特殊區域或特殊族羣的植物之收藏或記錄。

世界上約有 2,000 所比較重要的植物標本館，大約收藏了三億份的植物標本。雖然最大的收藏處是植物園，但是有一些大學也擁有和植物學系有關的植物標本館，有些甚至有幾百萬份標本存檔著。最大的植物標本館在歐洲。巴黎的植物園有大約 650 萬份標本，而位於倫敦西部邱鎮 (Kew) 的皇家植物園，則有 500 萬份以上的收藏。美國華盛頓的國立植物標本館和紐約的植物園，則各擁有 400 萬份以上的標本。

標本的準備

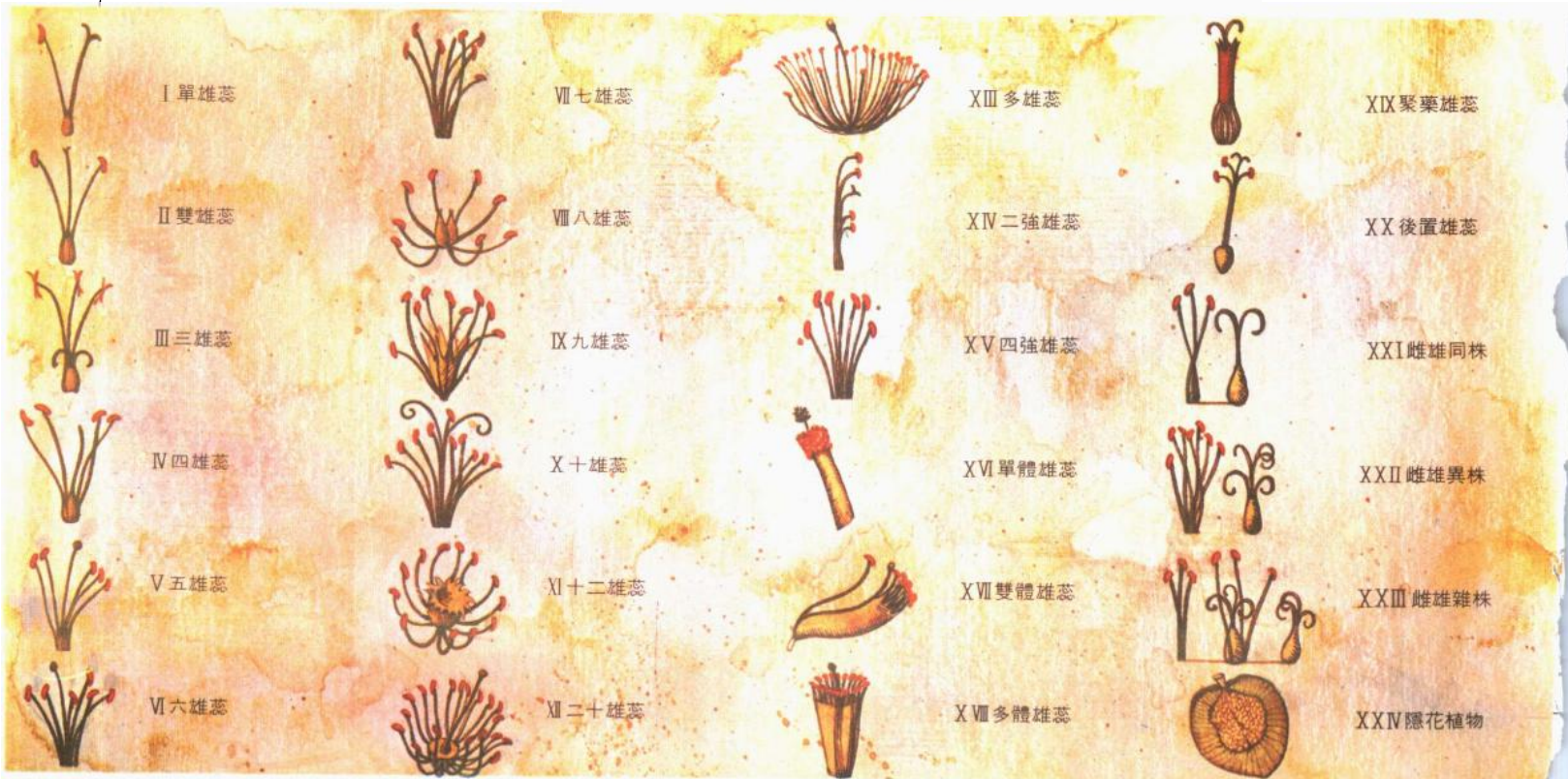
最早的植物標本冊，是十六世紀時在義大利編纂而成的，那是將乾燥、壓平的植物，裱裝在書頁上裝訂而成的冊子。若收集的標本比書頁還大，就折疊起來存檔，保存在鋼製的標本櫃內。

植物學家採集一份標本時，即記錄採集的地點和時間，然後放進採集箱內。採集



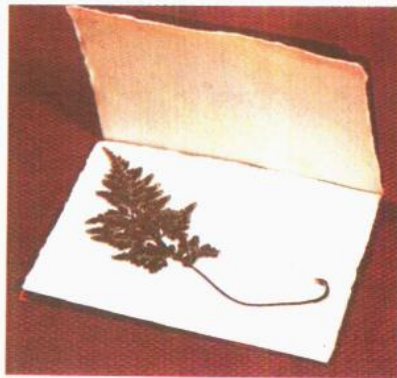
幾世紀以來，植物標本館在植物學的研究上，扮著相當重要的角色。尤其是科學家們第一次企圖去建立一個有系統的分類方法時，利用標本去區分許多不同種的植物。將構造上的特徵編成目錄，就能夠區分外觀特徵相似的一羣植物。

左：古老的卡片上，有一棵羊齒植物，是義大利的植物學家里尼歐 (Benedetto Rinio) 所採集的。下：林奈的植物分類系統。





作為標本用的植物，首先必須採集，放入像上圖的採集箱內，然後再裱裝。在供研究之前，將它夾在吸水紙的中間，使它平整而且乾燥。種子的收集，經常是置於玻璃管內。最上：早期義大利的植物標本冊。



箱是一種有肩帶的圓筒形箱子，可以在田野裏作為收集標本之用。回來之後，將植物或其中的一部分，置於兩層報紙或吸水紙之間，並將幾份束在一起，置於壓花器內。這樣，就能將標本吸乾並壓平。

當一份標本送達標本館之後，即經鑑定，再固定在一張厚實且高品質的不含酸性台紙上，並且貼上一張標籤，詳細記載植物的名稱、採集的時間和地點、採集者的姓名，以及其他有關的資料。這些標本通常是用膠黏在紙上，但是也有用其他的方法來裱裝標本，因此在正常而且小心使用的情形下，能保存得很久。

植物標本館的功能

任何植物標本館裏的早期標本，都是由有名的植物學家所採集的模式標本，這些植物的樣品可用來作變種或亞種命名時的參考範本。這些寶貴的標本，通常是與經常使用的標本分開保存的，以避免因使用而損壞。在倫敦的林奈社(Linnaean Society)所收藏的標本，是十八世紀時，瑞典的植物學家林奈所採集的，他是植物標準系統分類方法的創始人。

一般的標本，大抵是依照科、屬和種的區分，而置於標本館的檔案系統裏。在這個系統裏，每一個屬可能擺置在它們各自所屬的科內；同樣的，不同種的植物也可依照它們的屬存檔，否則就依種的不同而分別存檔。

在標本館內有一些昆蟲，其中的標本甲蟲(herbarium beetle)，會將乾燥的植物當作食物。為了防止標本被這些害蟲破壞，這些樣品要用像滴滴涕(DDT)一樣的殺蟲劑燻過。另外，有時候也會將驅蟲劑的藥包，置於標本櫃內。豐富而保存良好的標本收藏，能顯示出這個世界上植物自然進化的資料。化石上的沈積物，可拿來與標本館內的標本互相研究、比較，或許可揭露古代環境的秘密。藉著新標本資料的編纂，植物學家便能夠追蹤現代環境中所發生的種種變化。

植物學 Botany

字典上所告訴我們的植物學，是指植物的科學。它是研究植物如何生長、如何在自然的環境裏，履行功能、如何繁殖，以及如何死亡等。到目前為止，這種解釋已是夠好的了。但依照現代說法，即對於逐漸耗盡的能源而言，植物學是一件更令人有興趣的東西，因為它所研究的，是地球上最有效率、最豐富的太陽能轉換者。就其遠景看來，植物學有可能成為最重要的一門科學。

植物是在幾十億年以前，地球誕生之後，第一種使地球繁茂的生物。在冰河時代的末期，覆蓋大部分北美洲的冰河逐漸融化了，地球上所有生物因此絕滅。一種叫做地衣(lichen)的小型植物，是第一種重新生長的生物。接著火災摧毀了森林，這個曾經長滿生物的地方，又只剩下黑色的殘跡。這時有一種稱為火草(fireweed)的植物，再度展開新的生命，延續生機。在地球上所有生物組成的大食物鏈裏，植物最重要，種類也最豐富。這種太陽能的原始轉換者，提供其他類型生物所需的熱能。

生命的基礎

能量是所有生命的基礎，對人類而言，能量全部來自太陽。太陽的能量發自它的核心深處，由於熱核反應而產生不可思議的高溫，而它抵達地球的速率，大約每分鐘能將 2 卡以上的熱量，送抵 13 平方公分的地球表面。如果沒有植物的話，這些能量是沒有用的，因為這種輻射型態的能量，我們無法直接利用，必須先由植物轉變為化學能，然後我們才能吸收；這些食

物不是直接源自植物，如蔬菜或其他植物性產品；就是源自動物，如肉類等。我們也可以利用燃燒的方法，取得儲存在木材裏的能量，甚至我們也能利用動植物在幾百萬年以前所轉變而成的能量，這是儲存在石油或煤等化石型態裏的。

植物在地球上的領域，即是生物圈(biosphere)，是一層厚度大約 8 公里的薄薄的水和土地，也就是介於形成地球的基本物質和包圍地球的大氣層之間的區域。在陸地和海洋裏，植物繁茂的生長著，提供了人類以及所有的動物生存所需的基本糧食。

種子和芽

大部分的植物先從種子開始萌芽，種子



關於植物是否可食、有毒或者是否可供藥用等知識，跟人類的文化一樣古老，但是有系統地去研究是最近的事。

有一段期間，研究植物曾一度被認為是農業的一部分；後來又幾乎被視為藥物學的一部分。到了十六世紀，隨著植物早期分類系統的發展，植物學才成為一門獨立的科學。

像一個小小的、奇蹟似的活包裹。這麼小的東西，却含有長成新植物所需的每一樣東西，包括一個使種子在適當的時間才能生長的生物時鐘。如果一顆蘋果的種子，在9月時落到地上，它將在10月受雨水的滋潤，和暖暖的秋陽照拂。雖然氣候很適合，可是在這冬天將要來臨的時候，它却不會受到誘惑而生長；這是因為在它的包裹裏，有一種生物機制，使它在漫長的冬季之後才能開始生長，好像是必須經過冬天的歷程似的。

但是，這並不是隱藏在種子裏的唯一的奇蹟。舉例來說，大家不妨想想看，一顆種子是如何生長的？每一顆種子落到地上



木賊目
(茛蓂花序, 杉葉藻)



石松科

蕨類植物

裸蕨類

真菌類

黏液菌
(黏菌)



種子裸露的植物

種子植物

有種子和花的植物



裸蕨目



裸子植物

銀杏綱
(銀杏樹)



被子植物

子囊菌類



松柏目
(針葉樹)

雙子葉植物

有兩片胚葉的植物



有一片胚葉的植物

單子葉植物



擔子菌類

的時候，絕對無法保證方向正好朝上，那麼，為何每一棵幼苗在萌芽之後，即會朝向天空生長？

種子萌芽的時候，種皮會裂開，然後有兩個生長部分從種子的一端冒出來，一個是根，另一個是芽。如果它是被人種下的，那麼種子就會被土壤蓋住，而在黑暗裏萌芽。在細小的幼根這一端，蒼白細嫩的根，永遠是朝下生長，爲了養分和水分而鑽進土壤裏。而芽則會向上方尋找陽光，最後長成綠色的莖葉。

這一點，只是植物學長久以來，誘人的一部分而已。這些秘密，現在已經由長期實驗得到答案。實驗的第一個發現是：芽的生長點對光線很敏感。或許這並不稀奇，但是進化論之父達爾文無意中發現的這種敏感性，是如何去誘導植物，朝向光線生長呢？

植物的生長是經由根部吸收水分，再送到上方，然後儲存在細胞裏。生長細胞是在根或芽接近頂端之處，稱爲頂端分生組織，但是生長並不在此處進行。在頂端分生組織後方的細胞，不斷地吸進水分，而將細胞撐大，這又是另一個植物學上的小奇蹟，只能將細胞朝向縱的方向撐出去。

植物的生長爲什麼必須朝向光線？因爲在黑暗的土壤裏，只有嫩芽的下方開始生長，而奇怪的是，芽的上方却無動靜，或是頂多長一點點而已，因此在下方的細胞會伸長，將芽彎成曲線往上推，而朝向土壤的表面。

在植物細胞內引起生長的物質稱爲「植物生長素」，是由根或芽的頂端所產生的。生長素會向後面能夠生長的延長細胞擴散。由於地心引力的關係，大部分的植物生長素會擴散到植物的下方，這就可以解釋爲何下方的生長會比較旺盛，而且會將芽彎成曲線往上送。

另一個芽或根生長的有趣現象，是細胞爲何會延長。當它充滿了水分後，爲何不會像氣球一樣的爆開呢？這個問題困擾了植物學家達數代之久，直到電子顯微鏡發明之後，才使得答案變得較爲明確。因爲電子顯微鏡能將物體放得比光學顯微鏡還大幾百倍。

細胞很像小立方體，四個邊，加上頂部和底部，內部充滿了液體。這六個邊，看起來好像都是用相同的材料製成的，事實却不然。這種構成細胞壁的基本原料，是

纖維絲織成的，它的線很像織進汽車輪胎裏的細繩一樣。環繞著細胞的纖維絲，一條條整齊地排列著，以一種稱爲黏膠質的彈性物質，互相膠合在一起。黏膠質跟能使果汁和肉汁凝結的物質是相同的，黏膠質能被拉長，而纖維質則不能。這表示細胞壁能被拉長或擴大，但僅限於單向的，即縱向的。當它們被拉長到極點時，即無法收縮，也就是說，它們的成長已定型了。這是因爲另一種物質——木質素——加入了細胞壁。木質素能使木頭硬化，當它滲入後，細胞壁就會硬化。

根

根和芽突破種皮而冒出來之後，似乎有很強烈的慾望，以充沛的活力衝進這個世界。但是根的路却不容易走，因爲它必須經常穿過土壤，繞過大大小小的土塊和石頭，永遠追尋水分和養分。由於磨損和碎裂相當嚴重，因此，每一條根的尖端都具有有一個硬質的保護帽，當它剝落之後，隨即又會再長出一個新的。

在植物有生之年，根會持續不斷地尋找養分和水分，因此，植物會生出不可勝數的根，加起來有幾公里長。一棵普通的草，它的根加起來有475~650公里長，其吸收表面由根毛組成，根毛是細小而脆弱的單細胞組織，直接自根的外層細胞（即表皮層）長出來。

水分被根吸收之後又如何呢？這是植物學上最耐人尋味的問題之一，目前還在深入研究。水分在植物體內的輸送是一種很不尋常的現象，因此有很多答案都很難置信。舉個例子，到底是什麼力量能將水分從桉樹的根部一直帶到90公尺高的頂端？是否跟7公分高的顯花植物——勿忘我——的水分運輸一樣，使用相同的力量？

答案是肯定的。雖然有一些基本原理已揭曉，但是全部的細節仍未完全了解。

水分被根毛吸收之後，在根內藉著滲透作用（osmosis）經由一個一個細胞輸送到各處。因爲在根細胞裏含有一些鹽類的溶液，被包在半透性的細胞膜裏（半透性表示只有在特定的狀況下，一些特定的物質才能透過）。細胞內的溶液吸引剛由根毛帶入的水，經由滲透作用，水分通過半透膜而進入細胞內。其他的細胞全部重覆相同的過程，使水分經過一連串的細胞，而





一般的植物學是以植物的形態和用途為重點的研究。目前廣義的定義，已深入到高度專業化的領域，像植物解剖學即是研究植物的構造和器官的功能；植物組織學則研究植物的組織；植物細胞學則專攻細胞的構造。

左：一棵普通品種的桃樹。

薔薇科



堇菜科



系統分類學的重點在植物的描述、命名和分類。分類是依構造上共同的特點，而將生物歸類。經常用在植物辨認及分類的方法稱為二分鍵法(dichotomic key)，就是把說明植物的兩種相對的字並列，再選出其中的一個。舉個例子，雌蕊是合併的或是聯合的；花是規則的或不規則的；生殖是單性的或兩性的。這一連串有說明的選擇，使植物能被放入一個特定的分類位置上。

左：兩個二分鍵法分類的例子。

抵達木質部的管道系統，也就是在根中央附近，一些像水管的細胞會將水分往上帶。

將這種管道系統，視為穿過植物體內的一系列朝上的管子也可以，但是，這些管子必須很細。我們要記得，此時水分已抵達這些管子，由於持續不斷的滲透作用，製造了一些壓力，而將水往上推。

木質部裏的管子是死細胞，據目前所知，它唯一的用途就是輸送水分。它們自

根部往上延伸，穿過莖部或樹幹，再穿過樹枝而抵達樹葉。在植物有生之年，它們仍會將水分和溶解的養分往上帶到葉部(葉部是水分旅行的終點)，然後多餘的部分再蒸散出去。

但是，到底是什麼力量使得水分一勁地往上移動？這個秘密到目前為止，仍然沒有令人滿意的答案。但是，一般認為那是一種稱為集團流動(mass streaming)的力量。它是在水分從葉面逃逸到空氣中時，

由於運輸水分而引起的。因為這些管子非常的細，所以水分子往上輸送時，水分彼此之間會互相黏附著，如此上面有拉力而下面有推力(滲透壓)兩種力量互相結合，使得集團流動能持續不斷。

將太陽的輻射能轉變為化學能，是植物生命中最大的奇蹟，光合作用使動植物都深受其惠。簡言之，光合作用是利用水和空氣來製造糖，同時也會使空氣淨化，因為它吸收二氧化碳而釋放氧氣。人類和動

遺傳工程的迅速發展，使應用植物學有良好的進展。今天，已能夠將我們所希望的遺傳學上的特性，從一棵植物轉移到另一棵植物上，因而造出一種全新的植物。第一步是確定捐贈植物的那些基因裏帶有我們所希望的特性，然後將植物的去氧核



選擇特性的植物

糖核酸的碎片，跟一種能夠迅速生長的細菌的染色體相接合。這樣細菌即能夠迅速的繁殖，因而產生了大量的去氧核糖核酸(DNA)作為試驗之用。一旦確定之後，所選出的遺傳物質即能跟寄主的染色體接合在一起，創造出一種帶有兩種植物優點的新品種植物。



物則正相反，吸收氧氣而放出二氧化碳。

光合作用在葉內進行時，所產生的高濃度糖化物，會從另一個系統送回根部，這種往下輸送的管道系統即是韌皮部。將水自根部往上輸送的木質部位於莖幹內朝上的管道系統的中央部分；而將光合作用產生的高能量物質(大部分是葡萄糖)帶回根部的是韌皮部，位於莖幹外接近外圈的部分。在美國佛蒙特州的糖槭收穫季，人們將導管打入糖槭樹的木質部後，一些甜汁即會流入糖桶裏，這對於光合作用和水分運輸系統的功效而言，是一個很明確的證據。

植物學在萬物中的地位

植物學對人類非常重要，這句話絲毫不誇大，人類在有歷史以前就吃植物，直到現在我們仍然相當依賴植物。現在我們所吃的植物種類遠比幾千年前少得多，這

是一件怪事，但這並不影響我們目前以及將來從植物中所得到的好處。從各種資料裏，包括來自化石的記錄、考古學上的發現以及留傳下來的筆記，我們大略可以算出，人類吃過的植物約有 3,000 種，當然其中包括了一些對人類沒什麼好處的植物。但當植物被培育，並且做有系統的農業推廣之後，種植的種類即減少了，到了今天，我們通常只吃 5~6 種穀類、2 種糖類、3~4 種根類、3~4 種豆類以及 5~6 種樹類植物而已。

在人類尚未記錄任何植物的生活情形之前，有幾種植物已被培育很久了，因此，這種使人類的生活習慣改變的偉大革命到底是如何發生的，我們只能僅憑推測了。在這件事情發生之前，游牧民族可能會吃野外或森林裏任何看起來可以吃的植物。我們可以想像，在某個地方有一羣人，發現了一片長得特別繁茂的小麥，於是就在

附近紮營並且住上一段時期，他們在小麥田裏會沿路邊吃邊丟小麥的種子。經過一段期間之後，有些地方的小麥可能有明顯的增加，因此不難想像的，具有冒險性和革命性的分子，可能故意丟下一些種子，看看下一季節是否有收穫。當然，這種事情是不可能突然的，或是在短短的一個人的一生中即能得到成果，而那是一段漫長而且緩慢的發展過程。慢慢的，在某種方法或某段時間裏得到概念，即是人類能夠幫助植物生長，並可能藉此而得到穩定的食物來源。

我們無法得知這件事是在那裏發生，也不知是如何發生的，它甚至可能在幾個地方同時發生。有證據顯示出，最早的農業試驗是來自近東；但是最近的研究也提出，人類在美洲開始耕種植物可能跟近東一樣早。不論如何，最重要的是在 7,000 到 9,000 年以前，農業已產生，而人類的

去氧核糖核酸的複製品，可用來鑑定植物染色體上的種的基因



帶有新特性的植物



植物細胞的培養

期。這地區大約是現在的巴勒斯坦、伊朗和伊拉克。由於人類開始以小麥、大麥等各種植物作為糧食，使得人類的文明向前邁進了一大步。另外很重要的，還發現了像鐮刀等早期的農業工具。

這時期的農人，也開始種植別的植物，接著他們發現多種幾種農作物的好處。大麥是其中之一，小麥也一樣。栽培的品種不像野生種那麼大，事實上，可預料的是耕作的結果使植株縮小了。鋤頭和鏟子等工具也可追溯到這個時期；另外貯藏飼料和糧食的地方，是挖地洞造成的。最後灌溉系統的證據也出現，這對於乾燥地區的發展來說非常重要。

在這段時期所發展的風俗習慣，現在仍為一些原始的社會所遵循著，這是因為在發明機器以前，沒有一種東西比以前已經發明過的來得好。這裏有一個例子，就是將穀物的殼除去的方法，也就是將小麥和糠皮等碎片分開；這個方法是將小麥拋入空中，利用風力將糠皮等較輕的部分吹走，而較重的麥粒則落到地上。這種方法和過程，目前在世界各地仍可看得到。

亞洲有地球上半以上的人口，有其獨特的農作。以稻米為糧食作物的比小麥還

多，兩種作物的區別是稻子需要大量的水分。而另一種最重要的糧食作物是大豆，也是從此地開始種植的。

今天，世界上許多低度開發的國家，正陷入處於能源和糧食危機，因此，植物學比以前更為重要。為了全人類生命的維持和生活的增進，對於保存和利用能源的方法，已經到該作決定的時候了。

本世紀以來，應用植物學家(即我們所知的植物科學家、農藝學家、園藝學家、果樹栽培學家和其他的專家)已研究出集約式的作物栽培方法，並在農業學校裏，教導年青人各種成功的耕作方法及這些方法的科學基礎。為人類及其飼養的動物所做的植物性食物的增產和品質的改進，都在進行之中，同時土壤資源的最佳保存方法，也正在發展。

植物科學是一門實際上的應用。人類也確實像其他的生物一樣，必須以植物為生，所以植物學是人類的一門基礎學科。如果不在整個環境裏，我們對植物所做的影響，那麼不僅無法像目前一樣有逐漸增加的糧食，反而會使糧食的供給減少。

生活和命運也就此改觀。

人類有了固定的食物來源，即能定居下來生活。後來家家戶戶又馴養了動物，如馬、牛、羊、山羊、豬和各種家禽。就這樣形成了村莊，然後是市鎮、大城市、州郡等等，最後形成了國家。

最早被培育的植物是那些呢？從考古學上所發現的證據，我們有一些相當合理的答案。在西元前 7,000 年左右，泰國北部一個叫做鬼洞的地方，可能已經培育了豆類、豌豆、葫蘆和水栗樹。大約在相同的時期，墨西哥東部的美洲印地安人也在種南瓜和葫蘆，可能也種豆類。簡而言之，植物的培育並非突然在某一個地方發生，而是可能同時在幾個地方慢慢地發展起來。

大約在西元前 7,000 年，美索不達米亞的肥沃月彎(fertile crescent)，糧食作物曾經大量地且有計畫地持續種植了一段時



森林・林業 Forest and Forestry

「森林」一詞並非僅只用來形容被覆廣大地區的樹木與植被。在西元第八世紀時，英文裏的森林一詞乃專指英國的皇家林園，只有國王才有權在其中打獵；一直到數百年後，才變為我們今日所了解的意義。

森林絕非僅只是一羣樹木而已，每一羣樹木都可看作一個生態體系。一個羣落，乃是在一地區中，具有相互影響的系統與功能的動植物所組成的單位。森林生態體系負有增進與保護地球上人類生活的重要任務。由於地中錯縱的根部保存了水分，並且將土壤緊密固著，使得大部分土壤不致因沖蝕而損失，其所保持的水分，常為附近地區主要的水源。

森林的類型

世界的樹木可分為三大類：針葉樹（亦稱為軟材）、闊葉樹（包括溫帶和熱帶的硬材），和單子葉植物。針葉樹為最重要的裸子植物中最簡單者，其種子裸露，位於球果的鱗片上。大部分為常綠，具有細尖的針狀葉，耐性強，可生長於惡劣的氣候。北方針葉樹林主要的樹種為北方松類、雲杉、銀冷杉、花旗松、鐵杉與落葉松，這些軟材提供了建築與造紙的大部分商用木材與紙漿。北方針葉林也稱為寒帶林，橫跨北美、北歐、斯堪的那維亞、蘇俄與自西伯利亞至中國大陸北部與日本的亞洲地區，另外一部分延伸到溫帶的高山地區，如落磯山、阿帕拉契山、阿爾卑斯山、烏拉山及喜馬拉雅山。南方針葉樹林更延伸到美國的東南部、地中海歐洲、非洲的部分地區、小亞細亞及日本南部。松樹與柏樹兩類為主要的樹種，伴生者尚有側柏與美國紅木類。

闊葉樹林也分為三部分：溫帶落葉樹林、熱帶常綠樹林與亞熱帶常綠樹林。溫帶落葉樹林在春夏兩季時樹葉茂密，秋季則枝葉凋零。橡樹、山毛櫸、光蠟樹、樺木與榆樹皆為北美、北歐、亞洲與南美的典型落葉樹。熱帶常綠樹林則需較多的雨量，生於非洲的中部與西部、亞洲南部、澳洲與中南美洲。熱帶闊葉樹林中，柚木與桃花心木為製造家具的高貴木材，是目前最輕的輕木，有許多特別用途，尤其是製造小船與飛機。亞熱帶常綠樹林需要熱的夏季與濕的冬季，故繁生於地中海以及美國加州、墨西哥北部、亞洲、北非及南美洲等地。其葉為革質，表面具有蠟質，

故可保持水分，典型的樹木種類有常綠橡樹、西方石楠及桉樹類。

所謂單子葉植物，乃因其僅具一片子葉，主要的樹種為椰子類與竹類。椰子因其可椰子、椰棗、椰油以及其他產品著稱，而竹子則可供建築之用。在亞洲，竹筍亦為一種普通的蔬菜。

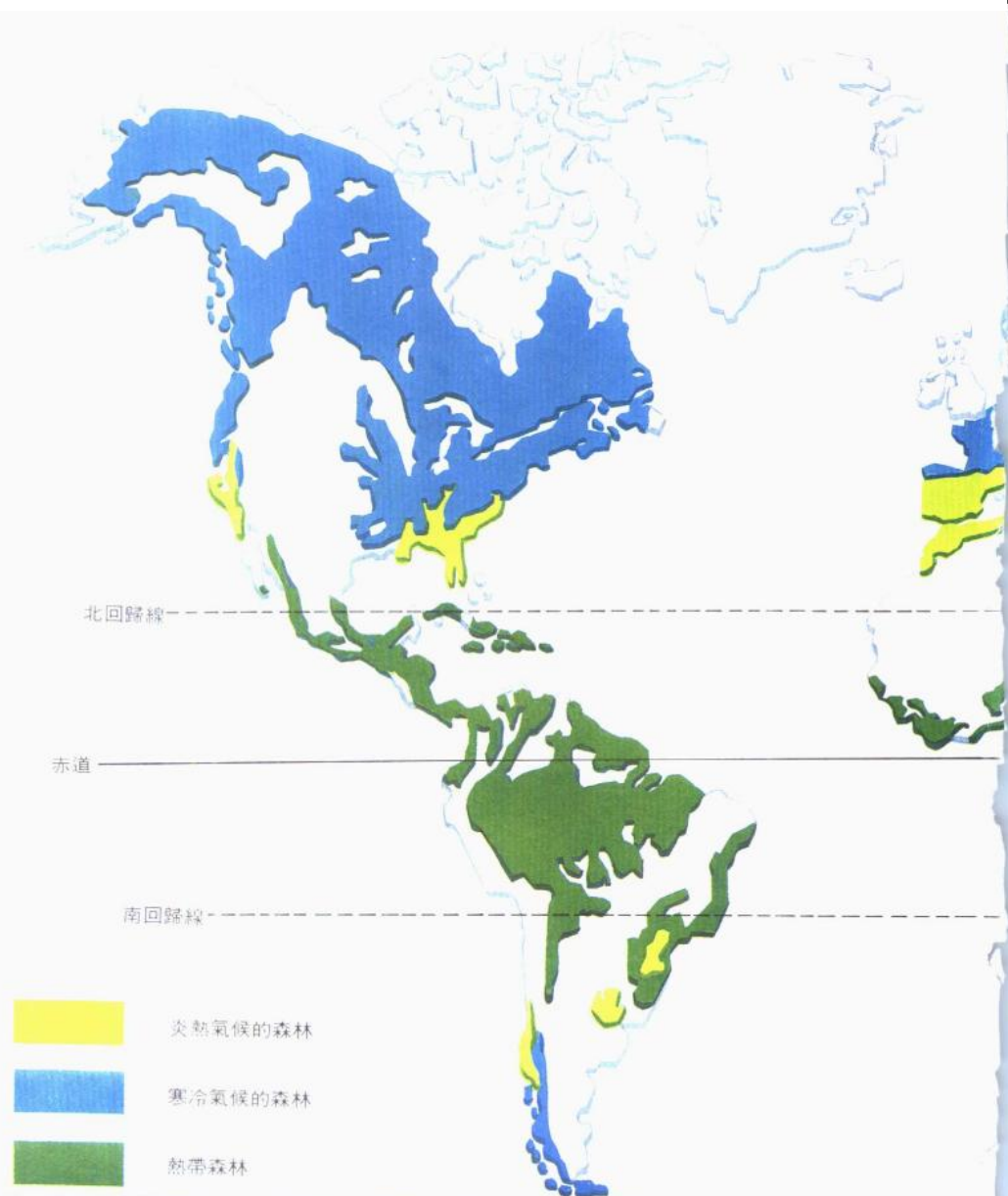
過去，歐洲、亞洲、非洲及美洲的大部分地區都為大面積的森林所被覆。自人類開始以農業方式生活後，認為森林有礙進步，於是大肆砍伐、焚毀，把土地作為農田與市鎮之用。直到本世紀，才努力從事森林的保護，對抗因人口膨脹必需增加農地的壓力，以及企圖砍平林地的伐木業者。

森林的價值

目前森林約佔地球陸地面積的三分之一。如廣大的亞馬遜流域，其森林面積比西歐還大。

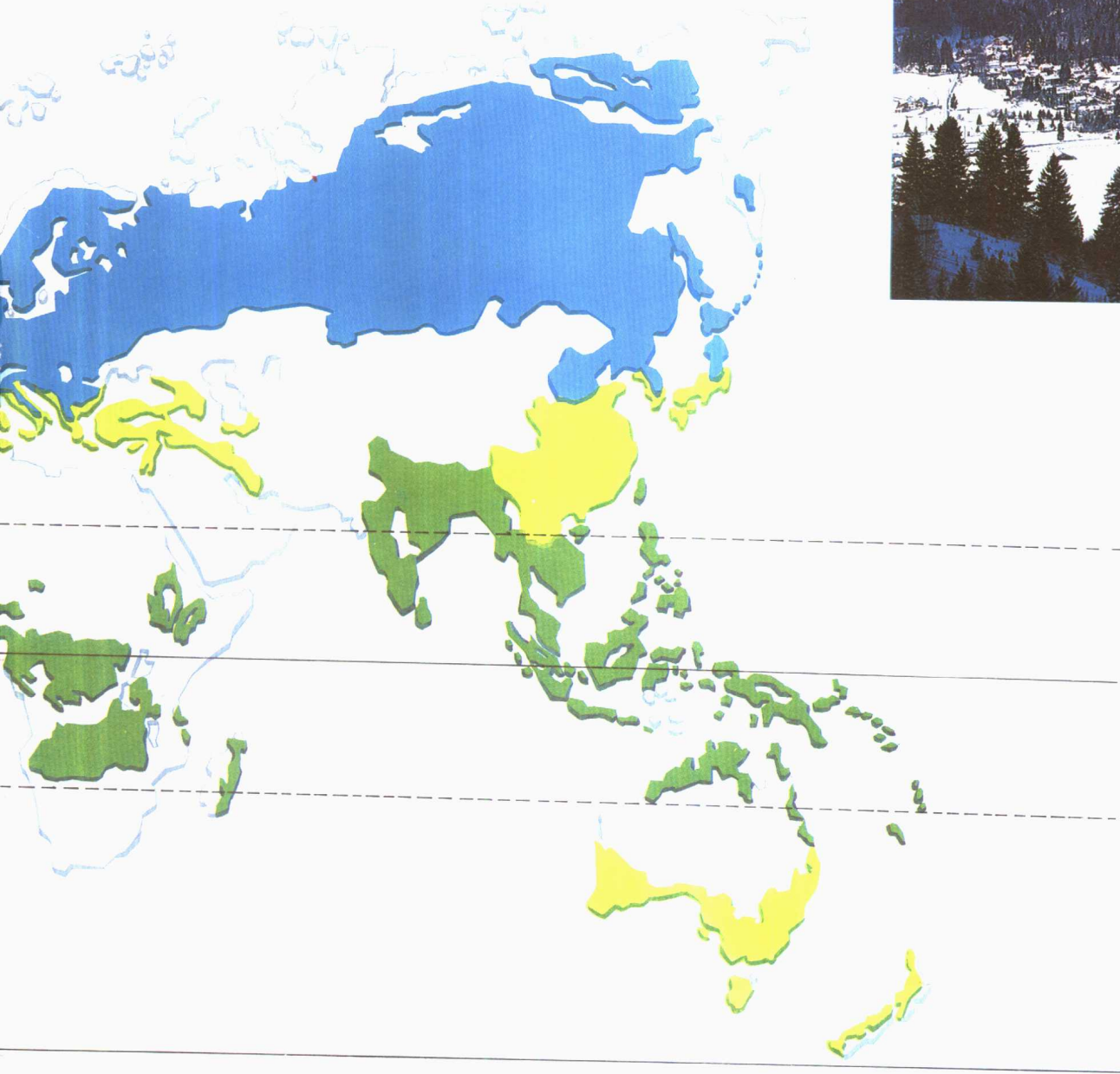
大部分森林的主要經濟價值僅為木材及林產物，如建材、製紙的木漿、合板與松節油。另一些森林則作為動物保留區，但常為私人團體所有。許多森林可以吸引一些希望遠離都市，接近自然的旅遊者與度假者。所有的森林，皆為各種野生動物——從蛆蟲到翱翔的鳥類及大型肉食動物等的生育地。雖然林地不適於耕種，但可作為山羊、綿羊、牛和豬的放牧地。

由於林木與其鬆軟的表土可保護山坡地免受豪雨的侵蝕，因此一些森林常被刻意



下：圖中所示為各種氣候中主要之植被類型。林型之改變乃為對環境情況之反應，如葉子形式。在極為潮濕地區，通常為闊葉之植物，此種形式提供了吸收日光與蒸散作用最大的表面積。在地中海型氣候中，最高溫度時適為旱季，植物具有一層表皮被覆氣孔的硬葉。此將限制水分之損失。又一般而言，多數為狹葉常綠林的地區較落葉樹所佔有的地區為冷而乾。每種植物皆有某種特徵可以適於某種之環境。

右：上面的照片為美國紅木林，下面為針葉樹混生林。大部分商用木材，皆由此類林木所生產。



保護以防止山坡地的土壤沖蝕。當山坡地裸露時，表土很快就會被雨水沖走而形成蝕溝。而水自山坡急流而下，致使山谷下方形成洪水，並沖蝕掉富含養分的表土與植物。

森林的經營

由於森林具有經濟與社會價值，因此大部分森林都被遊樂與伐木業者有計畫地經營著。森林經營與保護的業務與科學，稱為林業，而從事林業之工作人員則稱為林業人員。

雖然有些林業人員經營森林只是為了木材，但大部分也同時有多方面的目標。他們不僅應著眼於木材，更要藉以發展遊樂與放牧，以及其他用途。

保護森林免受火災的工作很繁重。林業人員必須以最有效的方法保護森林免於火災，如修築林道以供救火車與救火人員進入林地，並建造瞭望台，備妥救火應用器材，擬定各種緊急情況的應變計畫，尤其要注意林內與周圍居民的疏散。

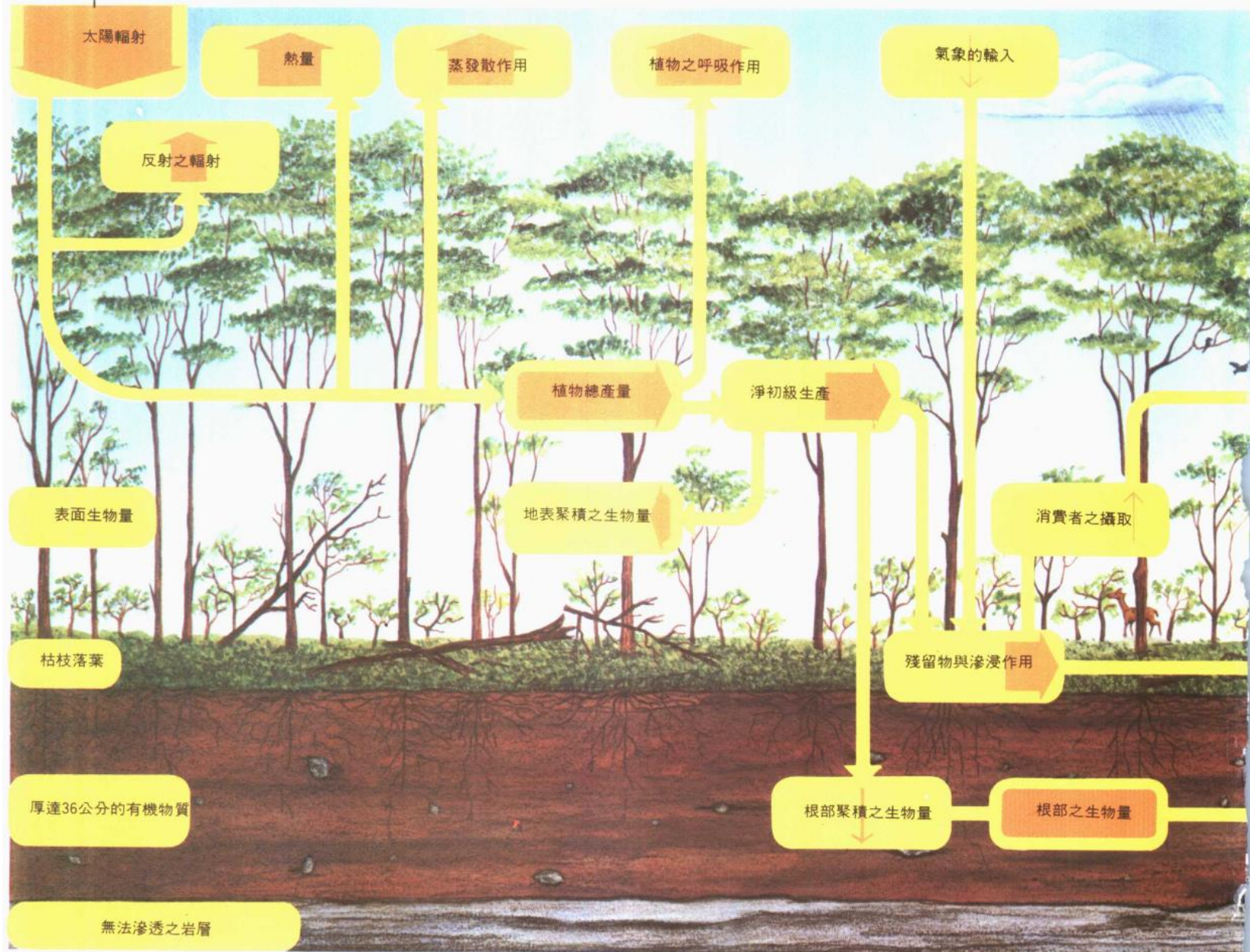
歐洲、美國、與日本正致力於造林工作，甚至有些森林地區皆為人工種植。像

一些從未生長過樹木的平原與草原地區，也已種植了數十億株樹木，並盡全力維護這些可以防止土壤表土沖蝕的幼樹生存。

由於某些樹種較另一些樹種更有價值，因此林業人員以疏伐的方式砍除不理想的樹種，以促進理想樹種生長，使之有充分的生長空間。

森林的私人與公共的用途

世界上大部分大面積的森林都由政府機構所控制。例如美國有八千萬公頃的國有林，不過美國與歐洲仍有許多森林屬於個

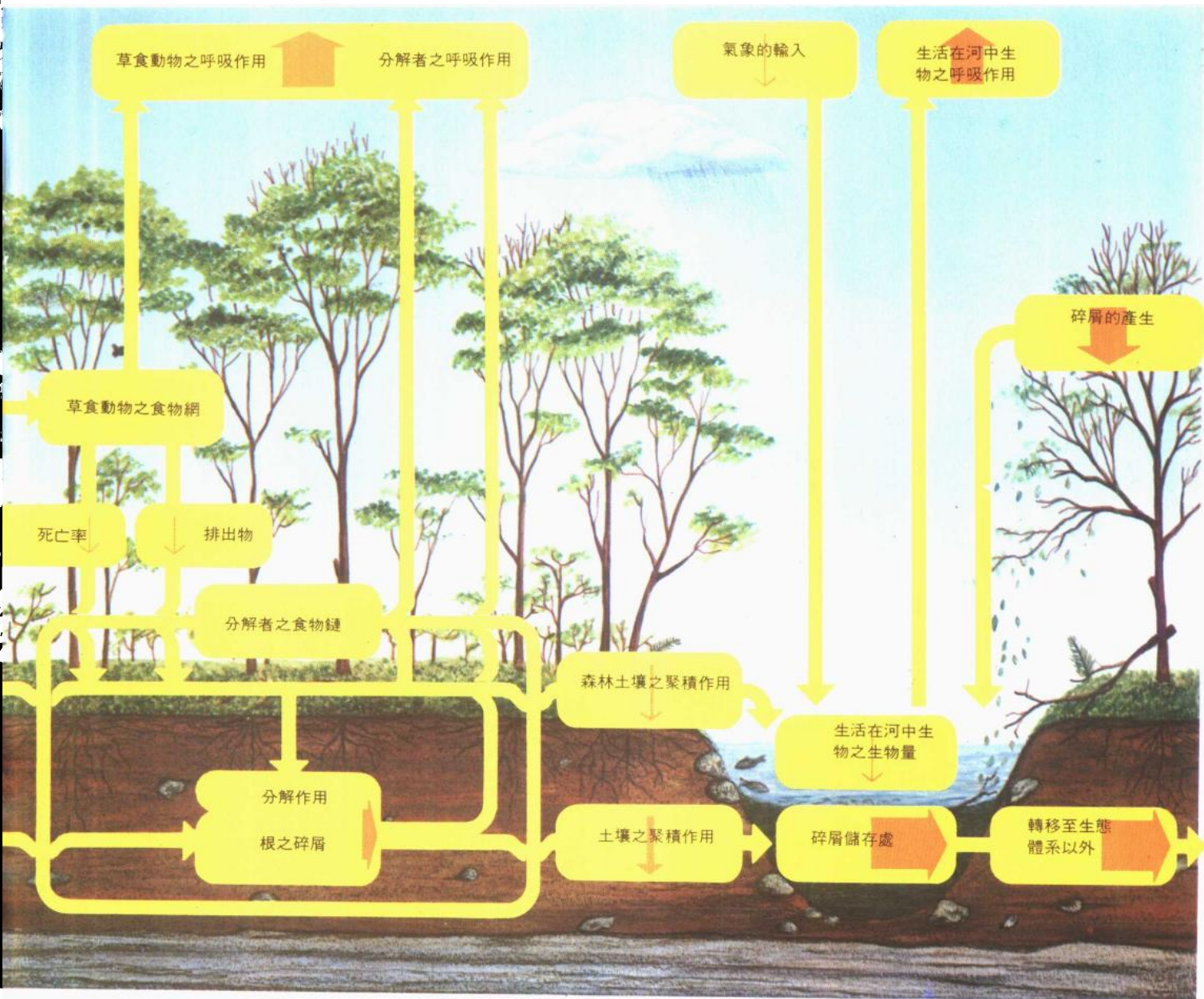
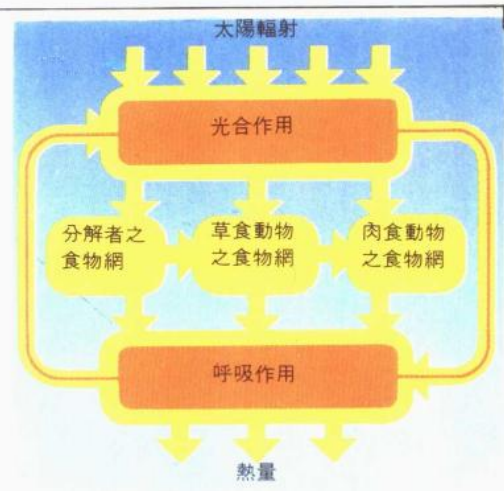


人或團體，通常為木材或造紙公司所有。

此等商業機構以及中央地方政府，最近正廣泛的以衛星為基礎的遙測技術，密切的監測著大面積森林地區的發展情況。監測者可辨別不同種類的森林生長，並觀察到單一森林在不同的氣候、季節與各種環境因子情況下生長的改變(最顯著的是高酸度的酸雨廣泛的降落)。

森林的另一種重要功能為可當作遊樂與消遣場所。現代生活的緊張再加上休閒時間的增加，使得釣魚、郊遊和在林中露營的消遣與享受的需要大為提高。

右：一個生態體系中能量轉移之簡單圖解。太陽能經植物轉化為有機物質。這些物質可能為草食動物所消費，或死後為其他植物及微生物的分解者所消費，而草食動物和分解者又為肉食動物之食物來源。吸收之有機物質並非用於生長，而是為呼吸作用所燃燒。



每一片森林皆為其中之植物、動物與土壤之間持續相互影響的單獨環境。
上：一個典型的森林流程圖，顯示能量是如何的被控制與分配。輸入者主為由植物吸收之太陽能。

能量之損失包括太陽能之反射、熱量消失、蒸發作用、自生態體系中帶走之結合於有機物質中之能量(如被河流所帶走)，或因呼吸作用損失之能量。如輸入大於輸出，貯存之能量就會增加。

種子與種植

為避免造林用的種子落地後受損，往往在其成熟時直接摘採。大部分樹木的種子在秋季採集，而白槭與槭、白楊、榆樹與柳樹等樹木的種子，則在春季採集。有些樹木的種子由毬果、莢果和漿果等果實取得，然後貯存數月或數年不等。若將種子貯存於冰點以下，可以保存達十年之久。

種植的程序視土壤的類型而定，在崎嶇不平的土地上，每株樹需要直徑大約 60 公分的土地，通常在種植之前先行清除與掘穴。在草地上挖掘的畦溝應在等高線上，或適於地形的形狀。

幼苗可能需在苗圃四年才可長成幼樹。

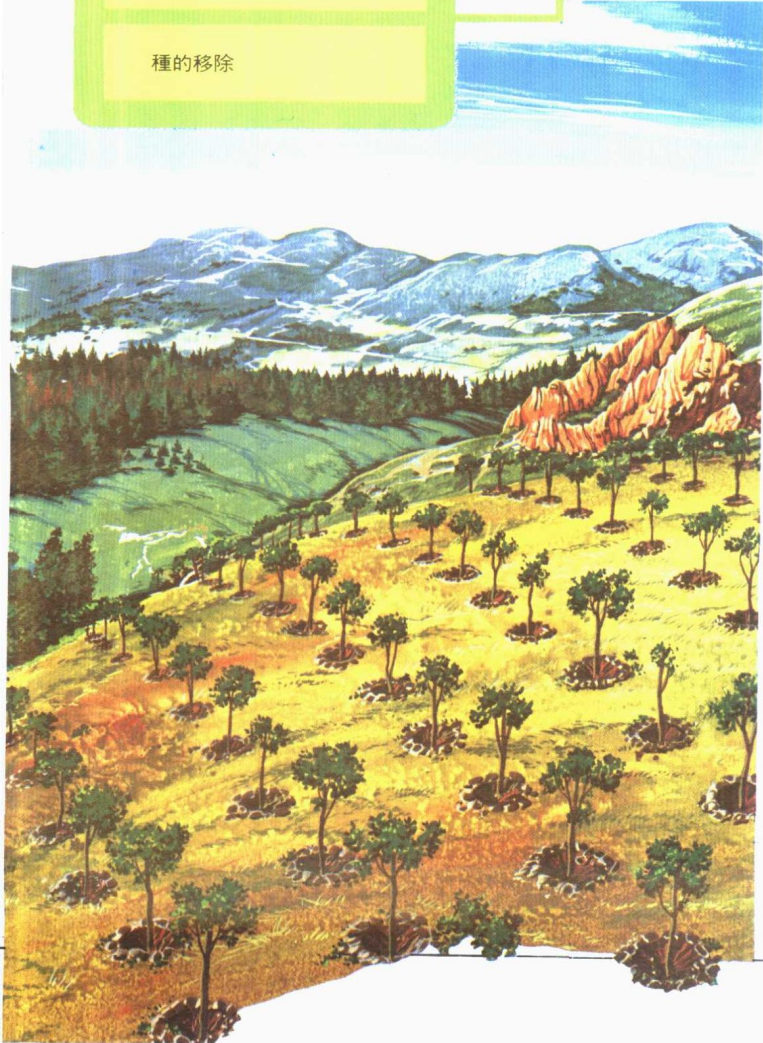
當其長到 30 公分高時，其根的長度也約與苗高相等，然後將其種到林地。植樹機的效率很高，兩個人利用一具機器，每日可種植一萬株樹。如造林地坡度陡峻而多石，而仍要由人工來擔任種植工作，則視地形惡劣的情況而定，每人每日約可種植五百株樹。

當氣候與土壤二者之情況皆難以克服時，通常先將苗木植於容器中，直至茁壯得可應付惡劣環境為止。有時苗木連同容器一齊種植，有時則用一種稱為穴植管的小型無底塑膠管種植，或是將種子直接播於整理好的畦溝中，此種簡易的方法常用於雲杉、花旗松與松類的造林。



左：高山地區的針葉樹林。

上：一棵松樹上的昆蟲的巢。如害蟲未能控制，必會導致重大的損失。



上：原為荒廢狀況之山坡地的人工林。
 左：圖示為已經種植幼樹之山坡地。株間間隔較大的栽種形式有利於樹木的早期生長。

最上：表中所列為許多國家各級政府對森林管理與維護的各種主要措施。

棉花 Cotton

人類使用棉花做為紡織原料已經有三千多年了，由於棉花纖維吸濕性好、觸感佳、又富於被覆性，所以廣泛用於衣物、家庭裝飾、甚至於醫藥和工業產品。雖然二次大戰以來，已發展了合成纖維織物，但却無法和上述的棉花特性相敵。

棉植物

夏日裏晴朗的陽光下，準備收穫的棉田，好像一堆高出田地約1~2公尺的雪球，真是美妙。棉植物為錦葵科，屬名棉 (*Gossypium*)，主要分佈在美國熱帶區、蘇俄、中國、印度、巴基斯坦、埃及和巴西。每年初春開始播種，生長期大約需要

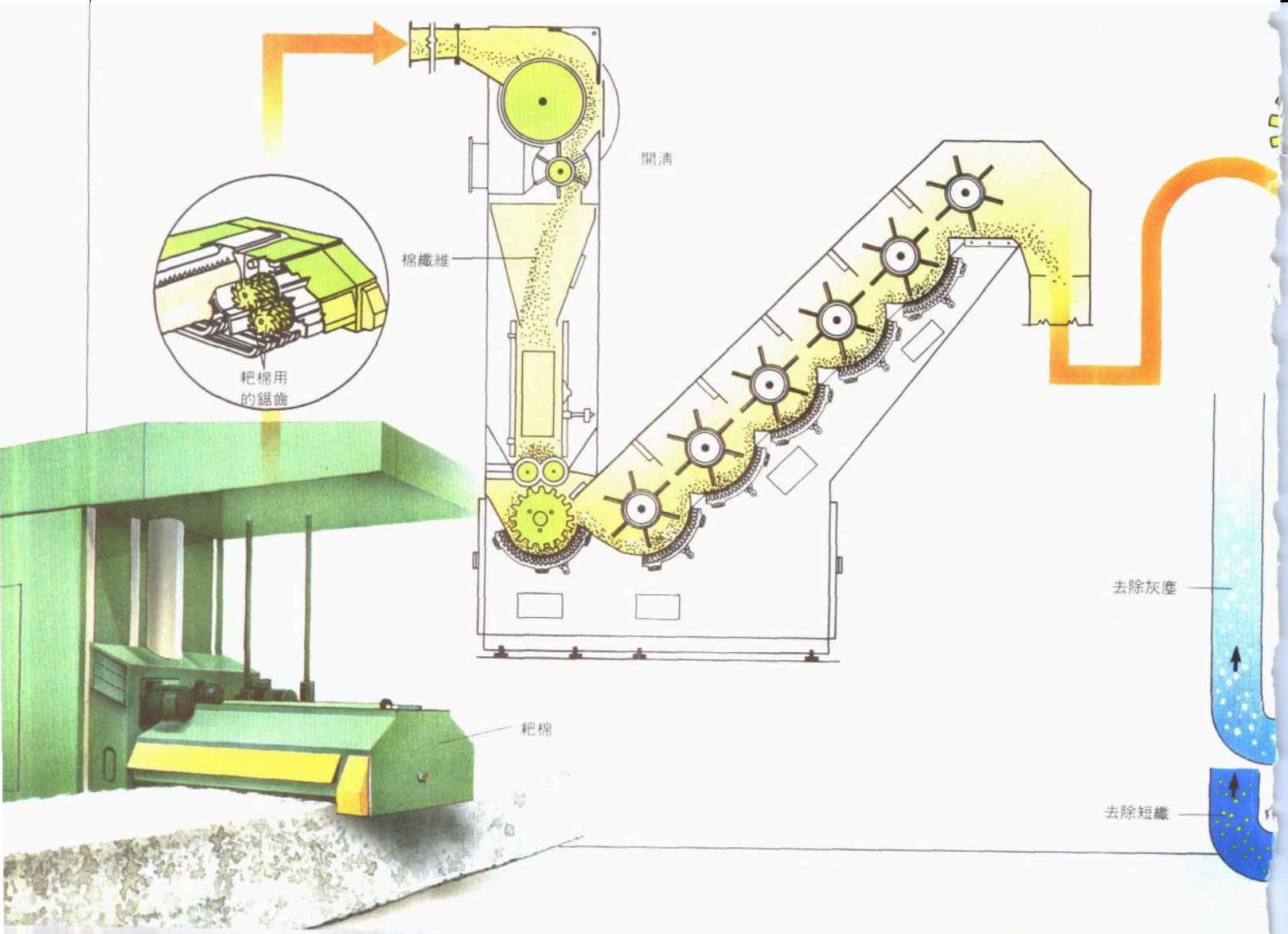
兩百個暖天，7個月後便可收穫。俗稱的棉花並不真是棉植物的花朵，真正的棉花呈乳白色，當花萼從粉紅色轉成紫色後一兩天，花朵凋謝而留下肥沃的子房，形成種籽，經6~8個月後，其表皮細胞突出延長而成棉纖維，狀如雪球，可準備採收(棉纖維為已知最大單細胞之一，大部分由纖維素組成)。目前有許多國家以機器代替人工採收棉花。

剛收成的棉花含有棉籽和少許雜物葉屑，其中棉籽約佔收穫量的三分之二，可榨食用油、供動物飼料，亦可做為肥料和纖維素。經軋棉機除去棉籽即得原棉(軋棉機是西元1794年依Eli Whitney的專

利而設計的，現代軋棉機工廠均配列許多軋棉機，每一部機器附60~80個圓鋸片，可除去棉籽，且可利用毛刷的氣流將棉纖維剝離鋸齒)，軋棉後進行分類及檢驗，通常潔白而長的纖維屬優良品，檢驗完畢，原棉經壓縮打包製成棉包，每包約重500公斤，最後運至工廠加工。

棉花的加工過程

首先經針布羅拉開纖梳理，去除部分短纖維，製成柔細的棉條。如為提高品質，再經精梳使纖維整齊平行排列，然後紡紗織成或針織成原胚(或稱胚布)，通常45~180公尺為一疋布。為便利織布，一般

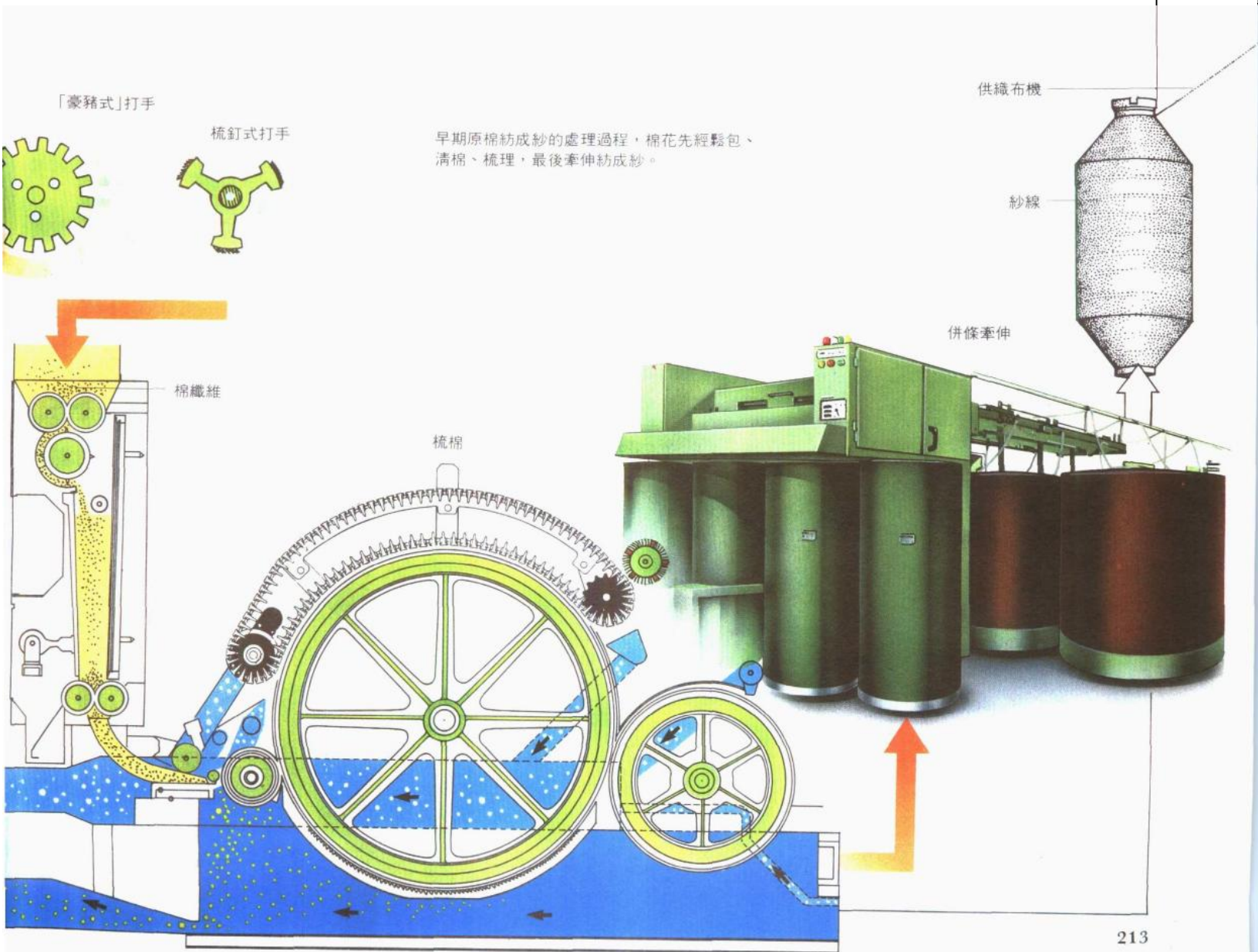


織造前經紗需先上漿，而織造後胚布則需經褪漿、精練、漂白，再予染色或印花以及整理加工。

依最終成品的要求，棉布進行不同的整理加工，且一般需經好幾道加工過程。染色前先經約翰·莫塞爾(John Mercer)所發明的絲光加工，將棉布飽和吸收強鹼之氫氧化鈉溶液，使得纖維內分子鍵打開，產生膨潤，解熱，以增加染料親和力與光澤。主要的化學整理加工，尚包括有防縮和壓光，前者乃棉布先經水洗決定收縮率；例如該布之收縮為 10%，則將布疋喂入機器，充分濕潤並壓擠，使其縮到極限，如此製成的衣服，即使再經洗滌也不

會縮水；而壓光加工係使棉布經過轉動之加熱羅拉，且羅拉均施以壓力，使達到柔軟平滑、緊密、光澤各種效果。其餘整理加工還包括化學處理的乙二醛類藥劑之防皺加工、磺酸銨鹽的防火加工、氟化合物之防水加工和防菌劑之防霉加工。

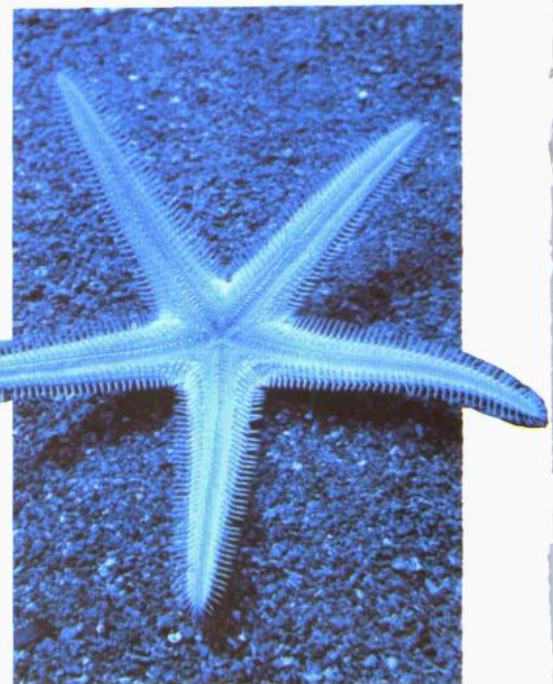
整理加工後，成品布經驗布、捲布或碼布、打包，送到成衣廠，製成各類成品，如帳篷、家庭裝飾及汽車覆蓋等。



棘皮動物 Echinoderm

由於外表具有各種顏色和特異的風格，棘皮動物常成為討海人精神生活中，值得懷念的回憶。棘皮動物包括圓盤型的沙錢 (sand dollar)，牠們有 5 片花瓣狀的軀體；海星 (starfish) 的外形就如同我們常在書中所看到的星星模樣；海膽 (sea urchin) 外形像小球，並有硬棘刺向外突出。此外，較不為人所知道的棘皮動物，尚有海百合 (sea lily)、海參 (sea cucumber) 以及陽遂足 (brittle star) 等等。這些動物從名字幾乎就可以了解牠們的特性。

亞門，再細分下去，則有許多綱；現存的有五綱，分別是海百合綱 (代表動物是海百合)、海星綱 (代表動物是海星)、蛇尾綱 (代表動物是陽遂足)、海膽綱 (代表動物是海膽和沙錢) 和海參綱 (代表動物是海參)。除了海參和海膽兩者有些海膽類的特性之外，其餘的棘皮動物是以共同的特徵，而分為同一門。



特徵

棘皮動物只生活於海中，體外有骨質硬板

棘皮動物各綱之特徵

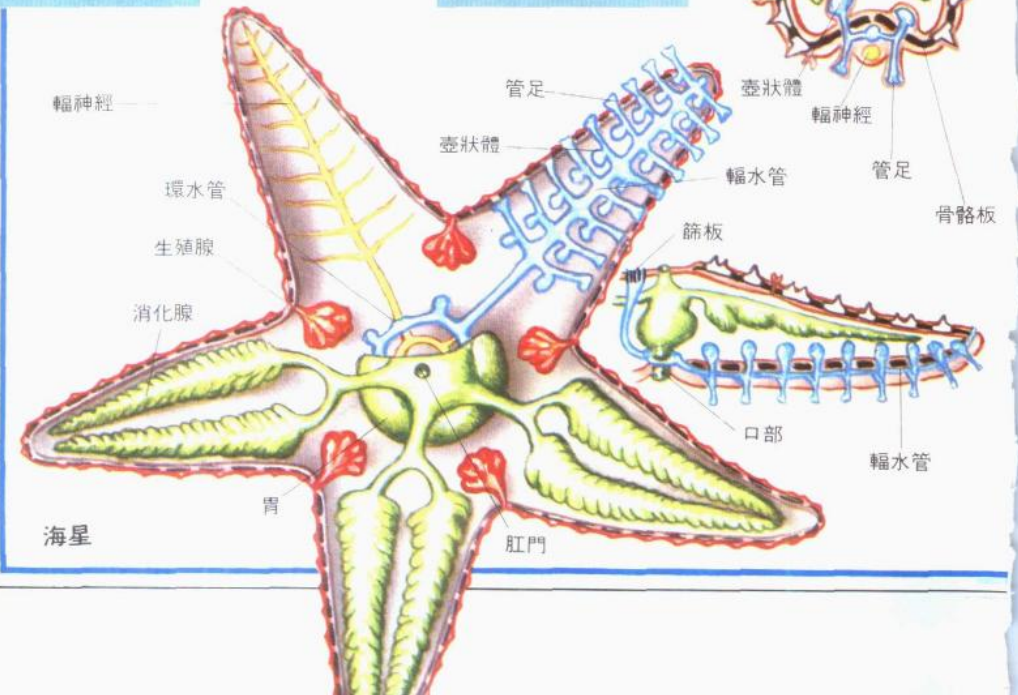


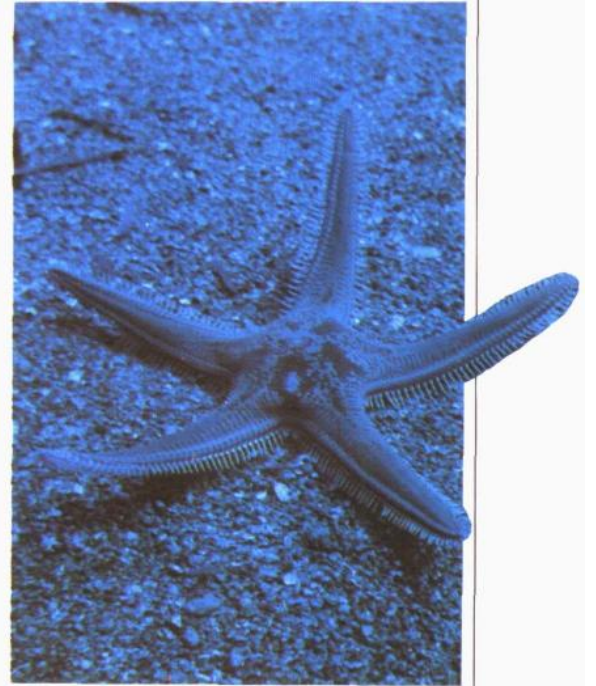
圍；體表由無數的骨質硬板所組成，這些骨質構造呈輻射狀，就像車輪的輻軸，而且一般都是對稱的 (海參例外，牠們的軀體呈長形，骨板位於肌肉壁內，而不是真正的骨骼系統)。棘皮動物體內有一特殊的水管系統，這是一種獨特的流體傳導組織。水管系統和軀體外的觸手相通，觸手有過濾各種水液的功能，並可做為動物體

譬如，海百合軀體上有一甚長的莖柄，附著在海底，另有羽毛狀的觸手，隨著海水的流動而擺動。海參的外型像黃瓜，故又稱為海黃瓜，只是牠們有頭部，上有樹葉形的觸手，圍繞在口部的四周，平躺時，身體一邊著地，常將自己埋入沙中，只露出頭尾。陽遂足看起來像是長了長腿的海星，牠們的軀體較小，手腕亦比海星細。

分類

棘皮動物門的動物屬於較古老的一羣，根據生長的型態，我們可將牠們分成四大





移動、呼吸、攝食和感覺的構造。當然，不同種的棘皮動物，觸手的功能亦因需要而各有不同。

現存的五個綱之間的差異性，甚至要高於彼此的相似性。這些動物的平均壽命為四年，但有些不到四年，有的則可活到十或十二年。大多數的種類體型較小，約只有5公分寬，但海星和海參則可長到1~2公尺長或直徑寬。棘皮動物的外表顏色千變萬化，有紅色、橘橙色、綠色和紫色

等等，此外，還有較稀有的黑色和棕色等。

棘皮動物生活在海中，受潮汐的影響，所以攝食時間，有一定的週期，而且經常是在晚上。某些種類採用挖掘選擇的方式，選取想吃的食物；另有些種類則將污泥吞入胃中，在廢物堆內過濾出營養物質。海百合以浮游生物(一種自由飄流的小型生物)為食，利用手臂捕捉水流，過濾水流而取得浮游生物。海膽只吃植物性

食物，某些種類海星則為肉食性，以貝類和其他的海星為食。

除了在北極地區，由於天氣嚴寒，生物種類較少之外，棘皮動物幾乎分佈於世界各地的灣域中；某些種類居住於深海，某些則生活在海灘附近的淺海，又有許多的棘皮動物生活於溫帶地區的珊瑚礁內，如印度洋和太平洋中均可看到。

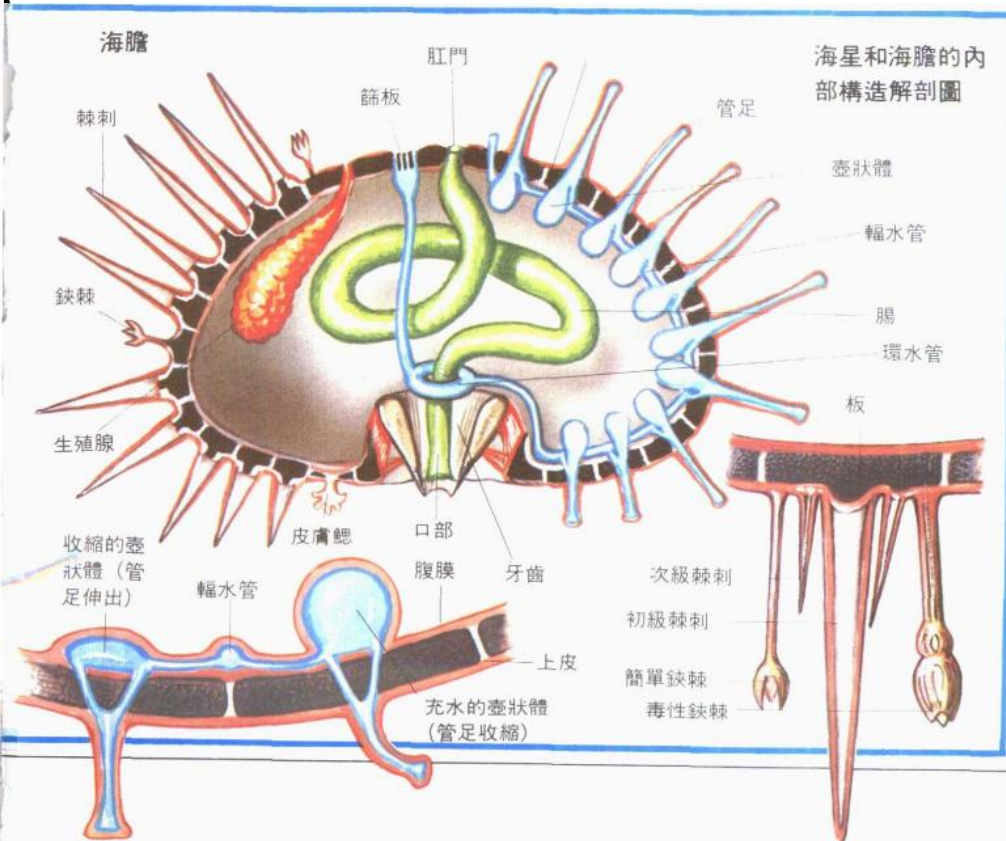
棘皮動物的生長與發育

生殖時，一隻雌性的棘皮動物在短暫的數小時內，可以產下二千五百萬個卵進入水中。在產卵季節，一隻雌性棘皮動物共計可以產下十二億個卵，這種高量的產卵數，主要是在確保受精作用成功。棘皮動物是利用雄、雌兩性分別將精子和卵子釋入水中，在此兩者進行結合，完成體外受精。精子數量要比卵子數多一倍。

經過受精後的受精卵，發育情形可依動物的種類不同而有差異，最常見的一種是間接發育型，此時受精卵演變成幼蟲，逐水而流動，以小型生物或自己的卵黃為食。

在幼蟲階段，棘皮動物的體型呈兩側對稱，身體可由中線分成兩半。往後，這種兩側對稱的情形，發展成五部分的輻射對稱，然後幼蟲經歷變態的過程，變成不成熟的成體。

直接發育型則不包括幼蟲時期，受精卵直接發育成幼體；這種卵內有大量的卵黃，且發育的早期更可以受到親代的保



護，這些保護措施包括母體將幼體放在口中，或是幼體附著在親代的軀體外表。

許多棘皮動物都具有再生的能力，由小碎片可以發育成整個動物體。譬如，若你將動物體切成若干碎片，每個碎片均含有軀體主幹和手腕，再將這些碎片丟入海中，則一條海星可以再生成許多的小海星。

生理學

雖然不同種類的棘皮動物，有其特定的生理構造，但由海星的例子中，我們可對棘皮動物的生理機能，得到一個了解。

海星的外表上有許多小孔，內部體腔外的薄壁突出於孔外，這些突出的點稱為皮鰓，皮鰓外的兩邊均有細小的纖毛覆蓋，使得海星的外表看起來毛絨絨的。這種外表性纖毛之功能，在於造成一種充氧性的水流，使其經過皮鰓，並可讓體液在皮鰓附近流動，或流出皮鰓之外，在皮鰓上進行氣體交換，換入氧氣，排出二氧化碳；這種情形就如同是人體中，血液在肺進行氣體交換更新的情況。在海星中，用於行動的管足，可在其他的棘皮動物中，作為呼吸器官。

海星的皮膚上有短而鈍的棘刺突出，其上有成對的小葉片，可以張開或閉合，這個構造稱為鈹棘，鈹棘有保護皮鰓、清除碎片和捕捉食物等功能。

棘皮動物可藉由體液流出皮鰓，完成廢物的排泄工作；不過，大多數的排泄工作是經由肛門而完成，肛門是體表中間的開口。

肛門旁的表皮上另有開口，稱為篩板，這是進入水管系統的開口。海參的篩板位於體內，從體腔中收集液體。

從篩板中，有一通道稱為石管，可進入體內的環水管中，環水管圍繞口部(位於軀體下方的中心)。從環水管中，分出五條小管，分至海星的五條附肢(足部)，然後每條小管各自再有分枝，到達足部的器官系統內，這些構造包括壺狀體和管足。海星的壺狀體為球根形，延伸進入管足中，海星的運動就是藉著壺狀體的收縮和擴張，造成水流進出管足而完成。當管足伸出向前時，管足變長，一旦管足伸長完全後，管足的靈魂——吸盤，會牢牢地附著在地面上，管足肌肉收縮，將水送回壺狀體內，海星得以抽身向前。這種運動方式有賴於大量的管足通力合作，方可完



本頁和次頁的圖片是幾種代表性的棘皮動物。左：海羊齒(*Antedon mediterranea*)是海百合綱的成員，其觸手的構造見下圖，海百合類的動物，軀體上有一莖柄，可附著於海底，牠們軀體小，有長而分支的手腕，腕上有許多的觸手覆蓋，觸手可以捕捉水中的食物。最下圖是海參，屬海參綱。

右：這是陽遂足，屬於蛇尾綱，其下的圖展示陽遂足的手腕是如何插入軀體中。最右：這是海膽(*Dorocidaris*)的簡圖，牠們是棘皮動物的典型代表，另一圖則是牠們的棘刺骨骼。

成。

海膽和沙錢也是利用這種方式來運動，但是，其他的棘皮動物則另有方式，譬如，陽遂足以擺動長手臂，在水中游泳的方式前進；而海百合實際上是處於固定狀態；海參則靠管足附著和軀體肌肉的收縮與擴張，完成運動。

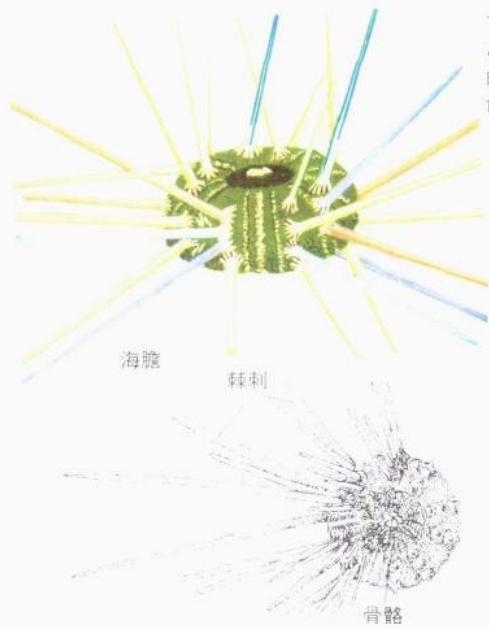
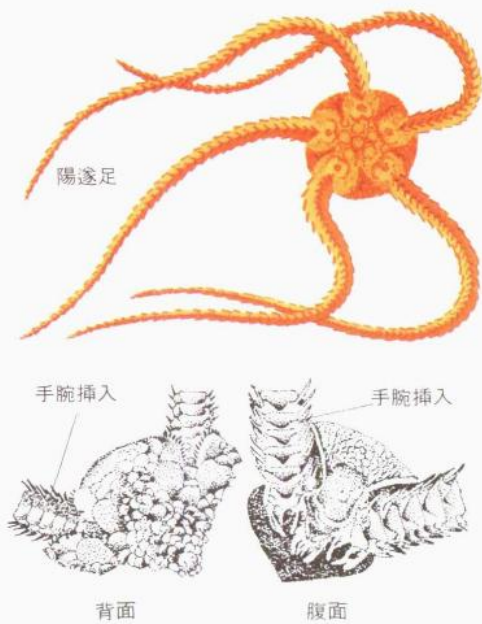
管足也是棘皮動物中最重要的感覺受納器，利用神經纖維(即足部的神經索)受到刺激，而接收訊號，並將其傳到中央圓口神經環。此外，也有人認為皮鰓也有參與感覺的接收工作。

海星經由口部而吃入食物，口部位於軀體下方的中央，某些種類海星，可將胃部翻出口部，露於體外，藉著胃部附著在獵物上，進行初步的消化作用，待胃部收縮，將獵物帶入體內，才進行完全的消化。食物經由口部而進入一條極短的食道，食道與胃部相連，海星的胃是一薄壁的小囊。任何不能消化的食物，直接經由口部而排出體外，其餘的食物經過胃部消化之後，沿著肝盲囊而到達各足部。廢物則經過位於胃部上方的狹腸，到達肛門，排出體外。海參的腸管較長，且有許多的扭曲，類似高等動物的小腸。

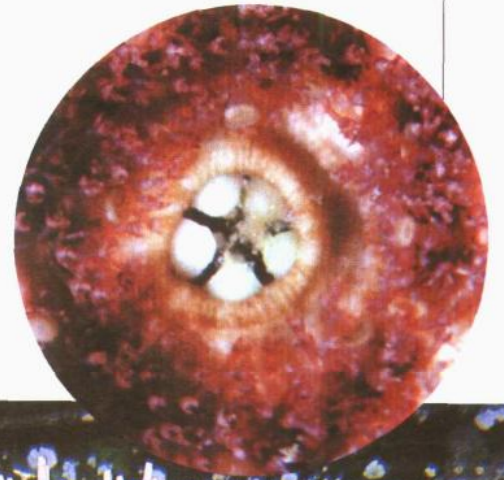
生態和經濟上之重要性

棘皮動物在食物鏈(food chain)中佔很





下：這是一種海膽 (*Sopharechinus granulatus*) 的照片圖，圖上圓形的小照片是該海膽口部的特寫，我們可以清楚地看到，其上有五顆「牙齒」，實際上這是骨骼的延伸。



重要的一環，食物鏈是自然界中營養物質的轉換情形，在食物鏈中，每一種生物不是被別種生物吃掉，就是吃了別種生物。棘皮動物是以清道夫的姿態出現，牠們不僅可將廢物清除，並可提供新的物質；牠們吃掉許多腐爛的物質，並以微生物為食，可以控制其族羣；而牠們的幼蟲也正是海洋動物的食物之一。

某些生長於熱帶地區的海參會釋放毒素，這種海參毒素會造成許多動物的死亡。在太平洋海島的居民，利用這種現象，捕捉海參，並可將其軀體之組織投入海中，毒死魚類，以取得日常的食物。

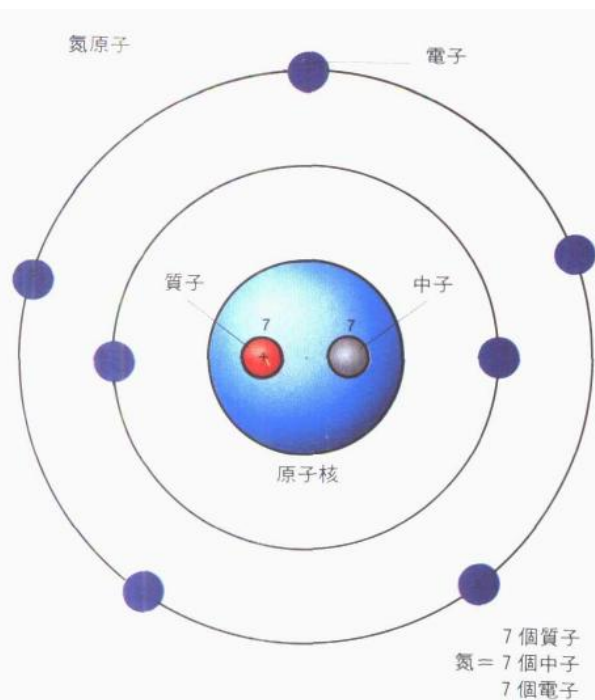
許多棘皮動物利用牠們的硬棘，以挖掘石頭，形成穴道，科學家認為這種行為會嚴重的影響牠們居住地區海岸的結構。

海星和海膽帶來經濟上的重大問題；海星會大量吃入人類養殖的二枚貝類，如文蛤和牡蠣之類，牠們將管足附著在貝類殼上，利用吸吮作用，將貝殼打開，再攝食文蛤和牡蠣的肉質部位（實際上海星是將胃部翻出體外，直接在體外進行消化作用）。海膽也會吞食大面積的經濟性海草，造成嚴重的經濟性危害問題。



氮 Nitrogen

符號	N
名稱及符號來源	源自拉丁文nitrogenum niter
原子序	7
原子量	14.0067
自然狀態	元素態佔大氣的最大部分；化合物形式存在蛋白質中；主要的礦物形式是硝酸鈉
發現者	路德福(D. Rutherford, 西元1772年)
製造方法	從液態空氣分離得之。
熔點	209.86°C
凝固點	-195.8°C
比重或密度	1.25046
顏色	無
性質和用途	在氣態時活性很小；可以被用來製造氮、硝酸、氰胺化鈣及尿素；在生命過程中十分重要



氮在其化合物中可以有各種氧化狀態。下：圖表中所示為氮最常見的一些化合物氧化價數。一個氮原子最外層有五個電子。在形成硝酸根時，所有五個電子都和三個氧原子共用，因此氮原子是正五價(+5)。形成亞硝酸時，只共用三個電子，所以是正三價(+3)。形成氮分子時，兩個原子間形成三鍵，二者均是零價。在氫氧化胺的情況下，氮丟一個電子給氧，但從氫原子中取得了兩個電子，所以是負一價。在氨中，它從三個氫原子中取得三個電子，所以是負三價。

當法國化學家安東尼·拉瓦錫(Antoine Lavoisier)在西元 1770 年代首先確認氮是一種元素時，就把它稱做「azote」，在希臘語中是「沒有生命」的意思。這位被後世尊為現代化學之父的科學家，當時確實選擇了一個再適當不過的字眼，因為在我們初次檢視氮時，它是不具活性的。然而氮却是大氣中含量最豐富的氣體(你呼吸的每一口氣中有百分之七十八是氮氣)，而且都以最天然的元素態存在。因此，只有在非常特殊的情況下，才可和其他物質結合——例如受到閃電的作用，或被某種特殊的細菌作用。

在接下來的一個世紀中，人們發現氮化合物的種類既多且化學活性強，而且是所有生物體中的重要成分。含氮的有機化合物包括維生素、蛋白質、激素及酵素，且是生命及營養的核心。氮的無機化合物(不含碳元素的化合物)則包括火藥、其他爆炸物中的主要成分及肥料。氮的英文名字是在西元 1790 年命名的，它從 niter 一字衍生而來，niter 即是硝酸鉀，也就是火藥的主要成分。

含氮的無機化合物

在正常情況下，氮是一種無色、無臭、無味的氣體。大氣中的氮氣幾乎是惰性的，但它的情性並非不具化學活性。情性氣體是單原子分子，也就是說，它們的原子各自獨立，不和其他原子結合。除了惰

價	化合物	化學式	價電子
+5	硝酸根離子	NO_3^-	
+3	亞硝酸離子	NO_2^-	
0	氮分子	N_2	
-1	氫氧化胺	HONH_2	
-3	氨	NH_3	

性氣體之外，大多數的氣體都成雙成對，例如氧氣，就是由兩個原子結合而成，因此稱為雙原子分子。在必要的時候，成對的原子可以分開，然後和其他的原子結合。結合兩個氮原子的化學鍵很強，比起其他雙原子分子的化學鍵，氮分子的是最強的。看起來似乎很矛盾，氮原子單獨存在時，化學活性很高，而在自然界中以雙原子的形式存在時却又非常安定，也難怪當時拉瓦錫也弄錯了。

在二十世紀，人們開始注意並且利用氮氣的惰性。氮氣可用在需要惰性氣體的地方，如電燈泡內的氮氣或氮氬混合氣，一方面可減慢鎢絲的熔化和斷裂，另一方面這種惰性氣體的混合物也不會和熱金屬反應。另外在溫度計、加壓的罐裝食物，及某金屬及維生素的精製過程中，均可利用氮氣造成惰性的環境。

然而，氮對人類而言，最重要的仍是在氮的化合物；這些化合物可依氮是和那一類元素結合而區分為幾類。氨（結構式為 NH_3 ）和銨化合物是含有氮及氫的化合物，這類物質在肥料中廣泛地被使用。和氧結合的是氧化物，一氧化二氮（ N_2O ），又稱為笑氣，可以用作麻醉劑。二

氧化氮（ NO_2 ）是一種紅色的有毒氣體，為空氣污染及汽車排放廢氣中的成分。硝酸鹽類是由一個氮原子和三個氧原子（ NO_3 ）結合而成的穩定自由基（radical）所組成。它是火藥、炸藥、硝化甘油及其他爆炸物的主要成分，但也被用於肥料、藥品及烟火、爆竹中。

氮循環

生物圈（biosphere）是覆蓋著地球表面，支持生物成長的薄層空間。含氮的化合物在此薄層中不斷地循環，其所依賴的是許多互相交雜的複雜途徑。這種過程對維持地球上生物的繁衍非常重要，很精密細緻，但也很容易受干擾，我們稱為氮循環（nitrogen cycle）。在此循環中，含氮化合物不僅在土壤及生物間雙向交流，有一小部分也在土壤及生物和大氣間雙向循環。

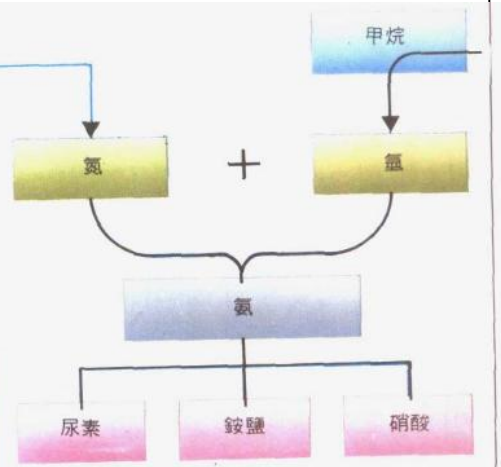
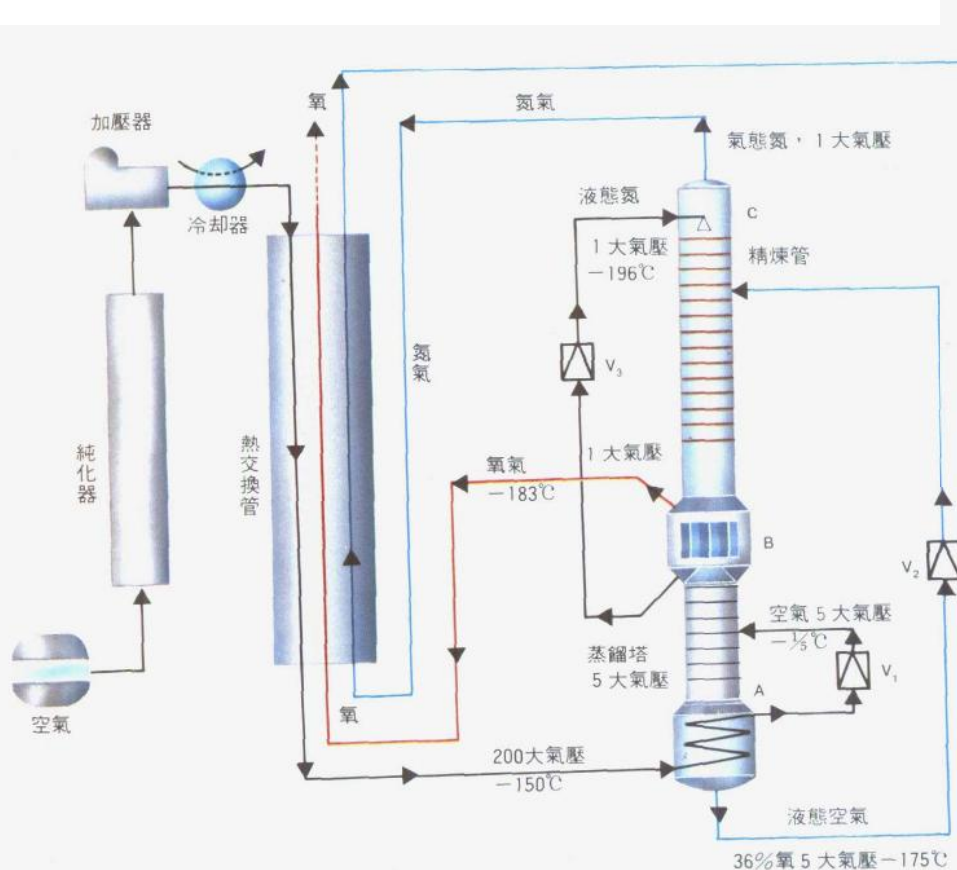
現在我們先介紹土壤及生物之間含氮化合物的交流。大部分土壤或多或少含有一些硝酸鹽，有的以無機物形式的氮化合物存在，另一些則以腐敗的動植物形式存在，後者是有機物質，又稱為腐植質。這些土壤中的硝酸鹽幾乎是所有動植物蛋白

質的主要來源。植物利用硝酸鹽，將它們轉變成胺基酸及蛋白質。如果土壤中缺乏含氮物質，植物便無法生長。農作物如果生長在缺乏氮的土壤中，不僅收穫較差，且收成物中的蛋白質含量也較少。

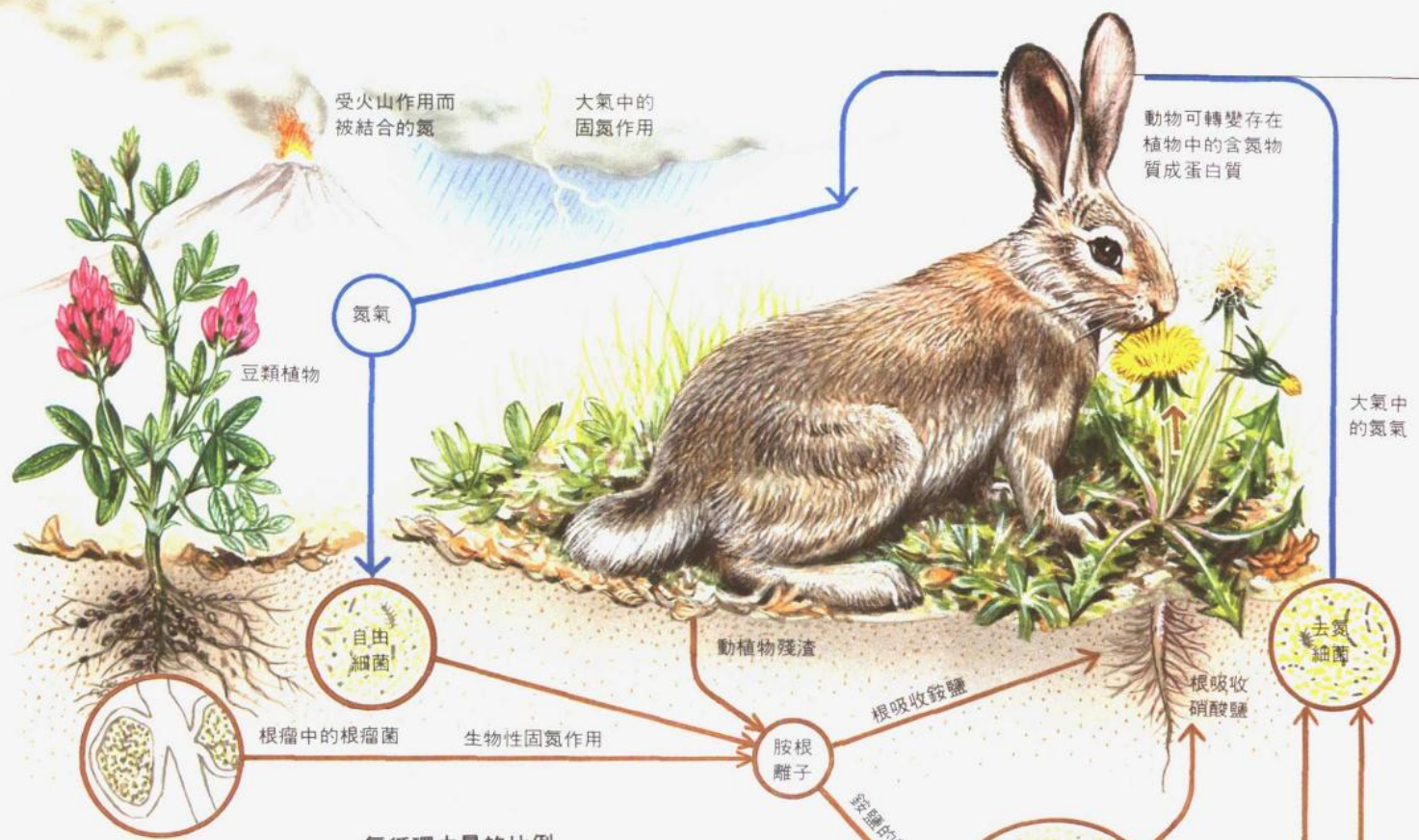
植物體中所含的蛋白質有的在植物死後直接回歸到土壤中，有的則因為被動物食用而傳給動物。蛋白質對動物的生長也一樣地重要，如果沒有攝取足夠的含氮物質會導致營養不良，因為動物體內的諸多重要生命程序都需要維生素、蛋白質、激素、酵素等含氮的物質。

動物體內的含氮化合物在動物死後會回到土壤中，這一點與植物相同。但是除了死亡一途之外，動物排泄的廢物中也有許多含氮物質，所以也可經由排泄把含氮物質傳到土壤中。動物的尿液及固體廢物中均含高百分比的含氮物質。例如，在堆肥的表面形成的白色斑點，就是硝酸鉀。在伊莉莎白女王時代，英國農夫為了表示忠貞愛國，必須將所收集的一部分堆肥繳交給政府以製造火藥。

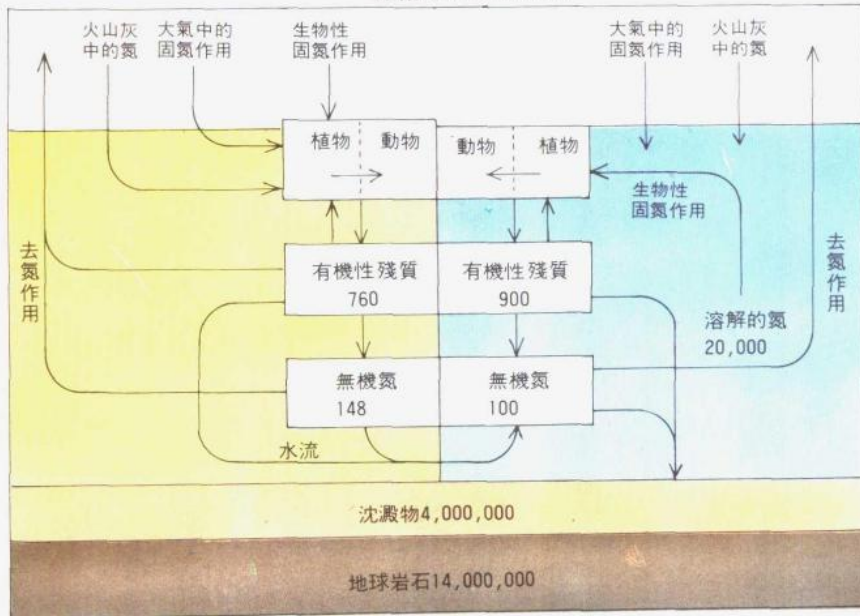
氮不僅在土壤及生物之間交流，同時也在土壤及生物和大氣之間循環。大氣中的氮有時會受到閃電的作用而形成氨，然後



純態氮是在工業上製造許多其他的氮化合物的原料，它是由液態空氣分餾製成。如此圖所示的林得氏法（Linde process）是令液態空氣先由分餾管的底部（A）進入，並受到溫差而蒸發。接著在管子上端再濃縮。液態氮即由管子（V₁）最上端取得（C），在較低的位置（B）則可得到液態氧。



氮循環中量的比例



被雨水帶到土壤中。土壤中的去氮細菌 (denitrifying bacteria)，可以直接將含氮化合物中的氮轉化成雙原子形式的氮氣，釋放到大氣中。

另外有一些細菌，稱為固氮細菌 (nitrogen-fixing bacteria)，則可以把空氣中的氮氣轉化為含氮的化合物，這一類的細菌部分住在泥土中。另外有一些叫做根瘤菌 (rhizobia) 的細菌則生長在豆類植物根部針頭大小的結節之中，例如苜蓿

(alfalfa)、豆類及花生等。豆科類植物及根瘤菌之間的關係，就是典型的共生例子 (共生是指生活在一起對彼此都有好處)。根瘤菌從植物中獲取碳水化合物以合成含氮物質，植物則利用細菌所產生的硝酸鹽製造蛋白質，以便生長並產生更多的碳水化合物。不論是豆類植物或是根瘤菌，均無法離開對方而生活。

另外有一種發生於水中的氮循環。魚類由排泄把含氮物質傳給水，細菌則把這些

物質轉變成硝酸鹽，以供水生植物如藻類使用。藻類隨後又可充做魚類的食物，如此完成了整個循環。在水中的循環和土壤中的循環有很大的不同，水中的循環不經過腐植質階段；對土壤而言，腐植質時期是氮化合物的一個大儲藏所。然而，如果有機性殘渣 (糞便、死去的生物等等) 沈降到海底或湖底，也會形成富含養分的腐植層，可供底棲性的動物營生。

這些循環均很容易被干擾而中斷。例

如，過度的耕耘，會耗盡土壤中的氮化合物，結果收成減少，穀類的品質較差。這種情況可以藉施肥解決部分的問題，或者在耕作前先種植一些豆類植物並引進根瘤菌。然而，這些方法並不能迅速重建肥沃的腐植質，要想使土地恢復成為沃土，就必須實行輪作。汽車及飛機的引擎會產生一些含氮的物質，如二氧化氮，這些物質容易積留在大氣中，形成空氣污染，對於平流層影響也很大。把大量的廢水倒入河川，會影響當地的氮循環，最後導致生長停滯，這種情形在西元 1960 年代曾發生於美國的伊利湖(Lake Erie)。

固氮作用

在氮循環中把空氣中的氮轉化成其他化合物的過程，稱為固氮作用。在固氮作用中最有貢獻的是細菌，閃電只佔了一小部分。

現代化學的偉大成就之一就是發明了人工固氮的方法。本世紀之前，用來製造爆炸物、肥料及其他物質的氮之基本來源，

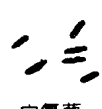









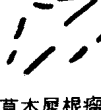
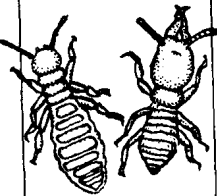
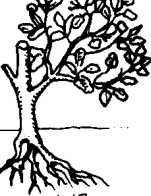
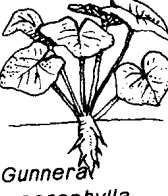




都來自智利北方的硝酸鈉礦，或者稱為智利硝石(Chile niter, 或 Chile saltpeter)。然而，到了第一次世界大戰爆發時，世人才察覺到這些礦石具有戰略價值，且在運送時很容易受到攻擊。當時智利政府壟斷了硝石開採工業，對硝石出口課徵很重的稅，且禁止任何硝石輸往德國。德國、蘇俄及美國均努力擺脫進口硝酸鹽的依賴，於是開始研究從取之不盡用之不竭的大氣中求出固氮的方法。後來成功地發展出五種基本的人工固氮法，每一種方法都是在有氮氣存在下加熱某種物質，直到氮分子的兩個原子分開且和其他物質結合為止。這樣形成的化合物可再經由進一步的化學反應而轉變成特定的化合物，供工業應用。

第一種人工固氮的方法叫做電弧法(arc method)，是由英國化學家亨利·卡文迪西(Henry Cavendish)所發明的。他利用強力放電火花的能量加熱氮及氧氣，直到二者之間產生反應為止。這樣產生的氮氧化物，經水分吸收後即可產生硝酸。

哈伯法(Haber process)對商業應用而言最為合適，它的原理是氮氣和氫氣在有催化劑存在的狀況下，如果有足夠的高溫及高壓即可產生反應。氨就是由這樣的反應產生的，然後又可以轉變成許多其他的含氮物質。第一座合成氨的工廠，在第一次世界大戰爆發的前一年於德國成立。

氰胺化鈣法(cyanamide process)是加熱碳化鈣直到它和氮結合為止，這樣可形成氰胺化鈣。氰化物法(cyanide process)是加熱碳酸鈉、碳及氮，直到氰化鈉形成。接下來的步驟則是將氰胺化鈣及氰化鈉轉製成氨。氮化物法(nitride process)則將金屬加熱，直到氮形成氮化物為止。

雖然這些方法最初是為戰爭需要而產生，但後來却都成為製造肥料的重要方法。原本這項發明是為更有效地摧毀生命及財物，結果却將其價值發揮在和平的用途上。這些研究使得拉瓦錫當初認為不能支持生命的元素，從一個摧毀生命的角色轉變成改進生命的有用物質。

		自營細菌						
固氮細菌					因氮細菌有的自由營生，有的則和某些豆科植物行共生生活。這類細菌中也有居住在白蟻小腸中的特殊情形。			
	定氮菌	糖桿菌	肺炎桿菌	赤紅螺菌				
天然居所	有氮的土壤	無氮的土壤	有氮及無氮的土壤；水中；和植物及人共生	靜止不動的水中（光合作用的細菌）				
		共生細菌						
		非豆科植物的				豆科植物的		
固氮細菌								
	弗羅依德桿菌	弗克蘭菌	念珠藻	太湖念珠藻	日本根瘤菌	懸搖根瘤菌	草本根瘤菌	
共生的生物								
白蟻	赤楊	<i>Gunnera macrophylla</i>	滿江紅	大豆	苜蓿	紫花苜蓿		
天然居所	白蟻的小腸	根的結節	莖中，藍綠藻	葉中，藍綠藻	根的結節	根的結節	根的結節	

氯 Chlorine

氯是一種強烈的活性元素，在特定狀況下甚至可和金銀結合；而金銀兩元素通常不與其它元素結合。氯在元素態時是一種黃綠色氣體，具毒性和腐蝕性。然而與他種元素結合後，如氯化鈉或鹽類，却是一種非常普遍且無害的物品。

現在已利用氯的化學活性發展出多項用途。氯是一種消毒劑，為最先用於大量水處理過程的化學藥品，並在第一次世界大戰時成為第一種化學戰劑。它具有化學活性，可用作漂白劑，也可用在一些特殊化學精製過程中。

化學活性

元素的原子構造決定此元素的化學活性。原子構造是指在原子中環繞原子核的電子排列，而元素中電子的數目必須等於核內的質子數。集成羣的電子環繞原子核外稱為殼層，這些電子殼層數目很小，每層可填充的最大電子數也不同。電子以一定的秩序填進這些電子殼層，第一層也是最裏面的一層僅可填進兩個電子，第二、三層各可填進八個電子。如果原子最外的電子層已達最大的電子數，例如氬，此電子殼層稱為封閉殼層，則此元素不具

化學活性。如果最外殼層還需少量電子來填滿的話，那麼它將和其他原子鍵結，並由借來的電子封閉自己的電子層。若原子所需外借的電子愈少，就愈易與其他原子鍵結，其活性也愈大。一個未鍵結的氯原子有十七個電子，僅再需要一個電子來填

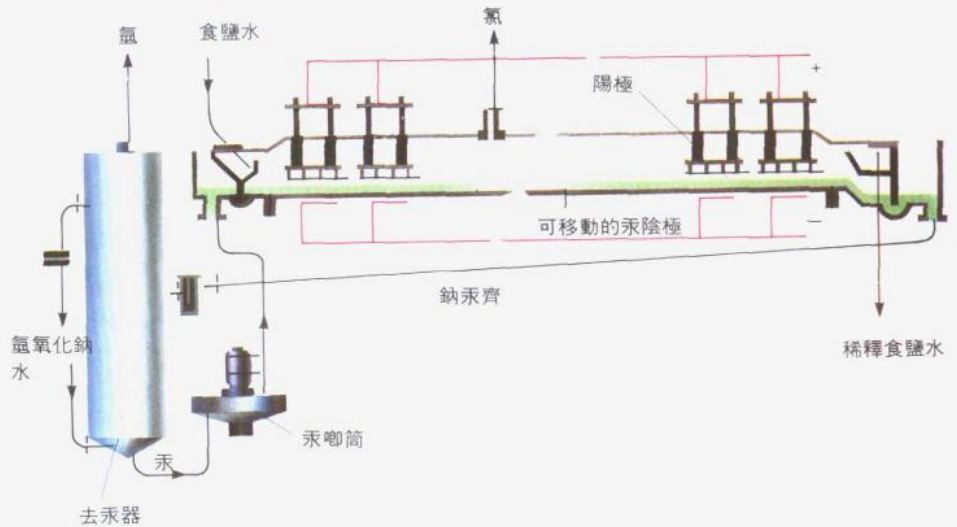
滿第三層電子層，因此，它具有很高的化學活性。

氯的工業應用

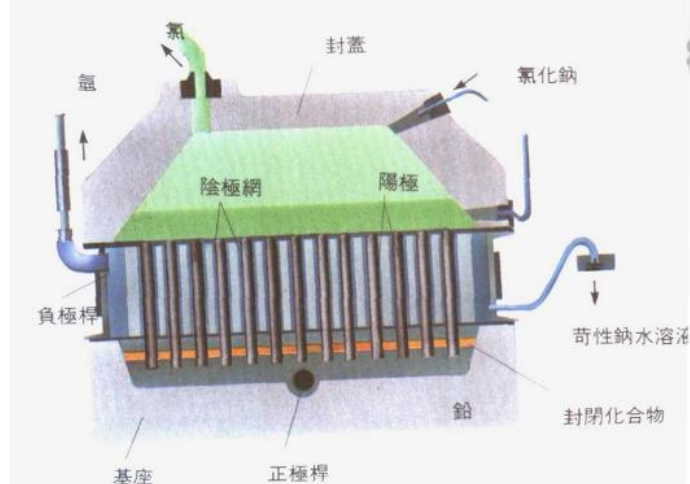
氯最顯著的用途是用在化學精製過程、漂白作用和殺菌劑。



工業用氯皆由左圖所示的電解槽中電解食鹽水而得。當電流經過鹽水時，正極便放出氯氣，負極上便有鈉金屬的沈積。若負極是汞則會產生汞齊，否則鈉在鹽水中會立即與水反應形成苛性鈉。

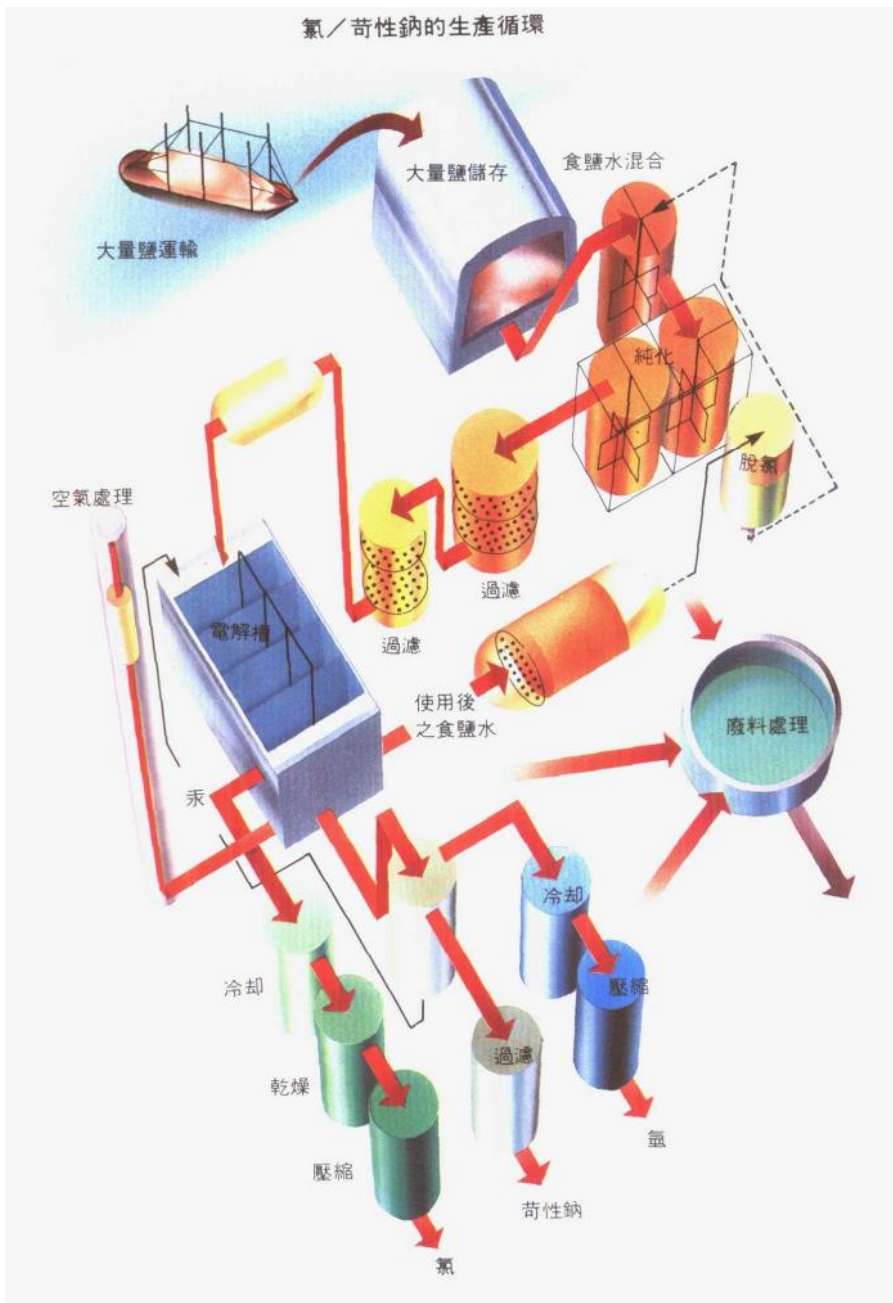


上：生產氯和苛性鈉的汞電解槽。氯氣在正極釋放。鈉和汞形成鈉汞齊。鈉在下一步驟與鈉汞分開，並與水形成苛性鈉。右：一種不同的電解槽（又稱為隔板式電解槽），用來產生氯氣和由負極的鈉在鹽水中產生的第二次反應產生之氫。負極在此情況下是一種網狀結構。



名稱	氯
符號	Cl
名稱來源	源於希臘字 chloros, 意為「綠色」
原子序	17
原子量	35.453
自然狀態	自然狀態下無元素態，通常為海水中之氯化鈉
發現者	西元1774年史基歐 (Scheele)
製造方法	電解食鹽水
熔點	-100.98°C
沸點	-34.6°C
比重	3.2
性質和用途	毒氣；漂白劑、消毒劑及其他工業用途

氯/苛性鈉的生產循環



世界氯產量	
年	噸
1910	110,000
1950	3,100,000
1960	8,400,000
1970	21,000,000
1975	25,000,000

工業上氯和苛性鈉皆在鹽水中以相同製造過程共同製造而得。氯氣是由鈉與水反應產生而釋放出來。此流程圖說明電解食鹽水工廠之操作。

態的氯存在。氯有許多化合物，最為人熟悉的是氯化鈉——普通食鹽，這也是工業用氯最重要和最豐富的來源。海水含有百分之三的氯化鈉，此化合物也可自乾涸的海床開採出來。氯也可由電解的過程，由氯化鈉中萃取出來。

電解(electrolysis)是根據特定物質溶在某種溶液中可以解離的性質，而在溶液中通上電流來分離化學物質的方法。一個不帶電的普通原子所具有的等量電子(負價)和質子(正價)，電性彼此會抵消。但是當氯化鈉溶在水中時，僅少量的分子各別分離而成鈉和氯的原子。每一氯原子得到一電子，而每一鈉原子則失去一電子。原子中的電荷平衡已遭破壞，每一原子各自攜帶一個電荷，稱為離子。每一氯原子具一額外負價電子，而每一鈉原子失去一電子而帶正價。

因此，食鹽溶液因而包含了大量氯化鈉分子、少量帶負價的氯原子和少量帶正價的鈉原子。

電解時用兩根稱為電極的碳棒浸在水溶液中與電源連接，一電極帶正電，另一極則帶負電。正價鈉原子被負極所吸引，而負價氯原子則被集中起來，最後在正極釋放出去。大多數工業用氯，皆以此方式生產。

氯的活性很高，可逐出分子中其他原子並取而代之。此現象可應用在生產某種化學藥品上，例如工業生產溴(industrial production of bromine)。溴在海水中以溴化鈉(sodium bromide)形態出現。當溴化鈉與氯反應時，氯原子逐出溴原子而取而代之，形成氯化鈉和游離態的溴。

氯這種能取代其他分子的能力，也發展在漂白工業上。氯並非直接對紡織品作用，而是造成游離氯原子，由氧原子進行漂白作用。如同氯原子取代溴化鈉中的溴原子一樣，氯也取代水分子中的氧原子，

造成純氧的氣泡。比純氧的氣泡與染料或污物結合，便能將污物由紡織品上去除。

純氧對細菌也有不利的影響，與漂白作用相同，氯加在水中產生純氧可用來殺死細菌。氯使用在處理都市水系統始於十九世紀末、二十世紀初，這種方法是急遽減低飲水不潔而導致如傷寒嚴重疾病等的主要因素。現今，氯還常用在消毒游泳池及飲用水。

氯的工業生產

氯的活性很高，因此自然界中尚無元素

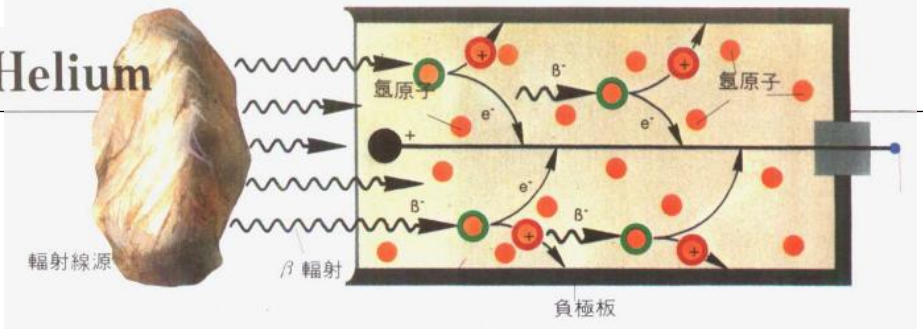
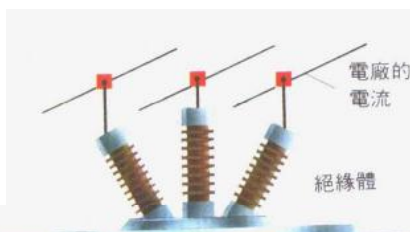
氬·氦 Argon and Helium

西元 1894 年，羅德·瑞萊 (Lord Rayleigh) 和威廉·瑞姆塞爵士 (Sir William Ramsay) 發現了氬，但自西元 1904 年他們獲得諾貝爾獎以後，科學家很快就失去對該元素的興趣。因為這種氣體非常無趣，它不與任何物質結合，甚至在實驗室的特殊條件下也不起反應。它無色、無臭、無味也不具爆炸性。雖然它是地球大氣中第三豐富的氣體——我們呼吸的空氣中有百分之一是氬，但是，即使它從地球上完全消失，地球上的生命也不會發生任何改變。它的化性就像命名一樣，希臘文的意思就是惰性 (inert)。

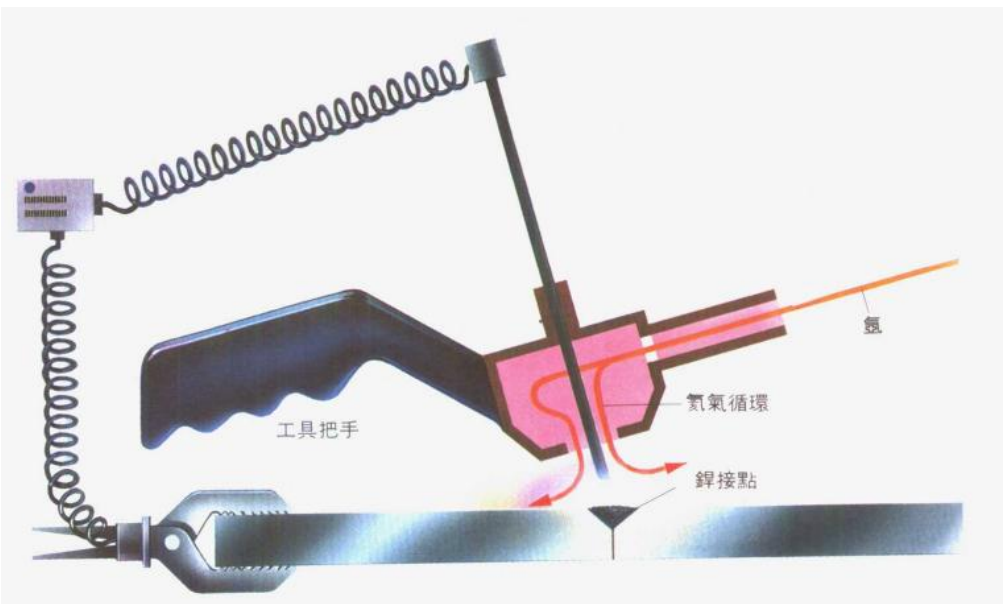
西元 1895 年，氦元素也在地球上被發現。在此之前，人們以為氦元素僅存於太陽火熱的內部。氦也是一種無色、無臭、無味、無爆炸性的氣體。氦比空氣輕，因此具有多種用途，包括充氣球等。因為它不會燃燒，所以在興登堡飛船於西元 1937 年悲慘的爆炸後，氦便代替了氣球和飛船中的氫。

這兩種氣體的惰性，深受科學和工業界所注意。它們的化學惰性被用於燈泡、真空管、銲接設備、金屬純化及晶體成長等等。科學家利用此種化學性質來估量地球和隕石的年齡。在本世紀，惰性氣體已變成極有價值的科學和工業工具。

下：假想的高效率電流傳導系統。在接近絕對零度的超導性電纜可減少一半因電纜產生電阻而損失之電流。低溫可以循環的液態氦來維持。



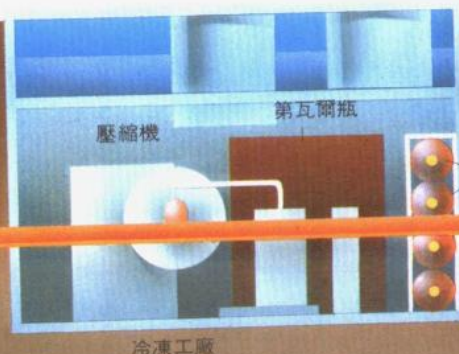
蓋格計數器 (用作測定放射性) 說明氬之應用。當電離性輻射線 (如 β 粒子) 進入充滿氬氣之蓋格計數器管時，在輻射粒子和氬原子間造成撞擊，引起電子之放射和正價的氬離子形成。電子移向正極絲，而正價離子移向負極板，造成電脈衝，它可被放大成一連串嗶嗶聲。在電弧銲接法中，必須保護鐵電極不被氧化。此處也可以氬氣沖流過銲接點，來保護電極。



原子如何結合

元素的化學性質，包括惰性，決定於原子中電子環繞原子核的排列。電子成羣的環繞原子核排列，稱為電子殼層。每一電子殼層中，僅能填進固定數目的電子。第一層的最大電子數目為兩個電子，第二層為八個，第三層為八個，如此推算下去。若電子殼層中缺少一個或兩個電子，

則此原子可與其他原子鍵結，由同伴的外層電子中借電子，來填充自己的電子層。如果一原子的外層電子完全填滿，則稱此電子層已經封閉。具有封閉外層電子的原子沒有化學活性，因為在外層電子中，沒有可容納其他電子的空間，而其他原子如果想由封閉的外層電子中拉出一個電子來共用，也太困難了。氬和氦的情形就是如



氫

性質

原子序	18
原子量	39.948
氧化態	0
密度(克/公升)於 0 °C 和一大氣壓	1.7838
沸點(°K)	87.28
臨界點溫度(°K)	150.86
臨界點壓力(atm)	48.34

氦

性質

原子序	2
原子量	4.0026
沸點時之密度	0.1249 克/公升
25.2 大氣壓之沸點	-272.1 °C
一大氣壓時之沸點	-268.9 °C
三相點	-271.37 °C

此，氫的第一層正好有兩個電子，氦第一層也有兩個電子，第二層八個電子，第三層八個電子。這兩種原子皆有完全封閉的最外電子殼層，既不接受電子，也不借出電子。

元素週期表是一張已知元素的圖表，以元素的質子數(等於電子數)有秩序的排列。元素以行列方式排列，使具有相似化學性質的原子排列在相同的直列中；而具有封閉電子層的元素皆在最右邊的直列(參閱第一冊 132~135 頁元素週期表, Periodic Table of the Elements)。在此列的元素稱為惰性氣體或鈍氣，除了氦和氫以外，還包括氖、氬、氙、氡等。

氦是第一個被發現的鈍氣，天文學家在西元 1868 年用分光望遠鏡(一種藉偵測物質發射出的光來分辨物質的儀器)測出氦氣存於太陽中，因此氦以希臘字「太陽」而命名。雖然它在地表上僅佔極少部分，大約五億分之四，但在外太空中却有很多，據估計約佔可視宇宙的四分之一。而氫這第一個在地球發現的鈍氣，在地球上的分

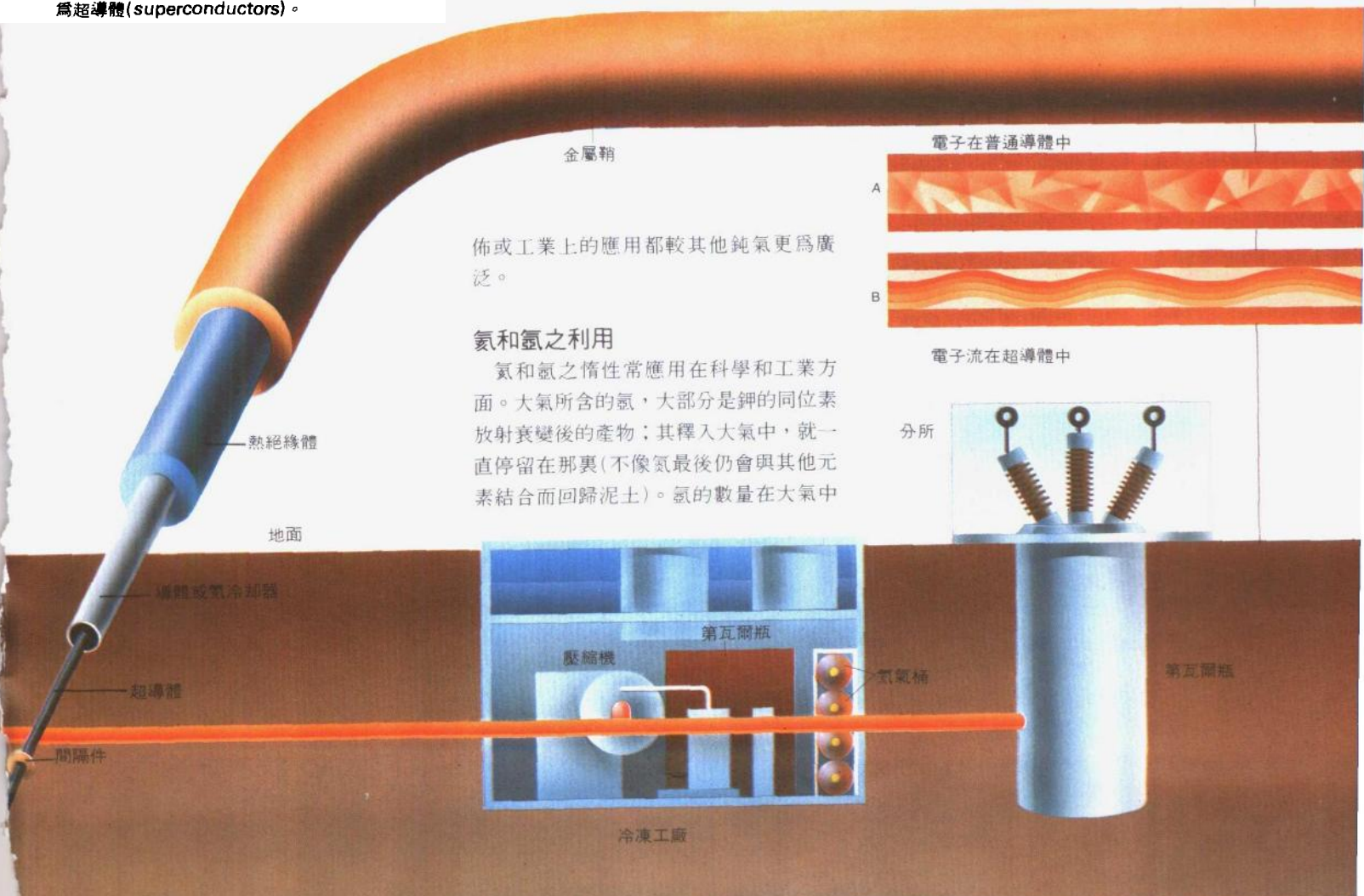
會連續緩慢的增加，據推測，五十億年後，大氣中氫的含量應為現在的兩倍。測量此過程的速率和大氣中氫的確實含量，能幫助科學家估計地球的年齡。

氫在西元 1914 年第一次應用在商業上，用來提高燈泡的效率。鎢絲白熱化時，可能蒸發或與燈泡中其他氣體結合，但在氫氣中則不論溫度多高也不會起反應；且氫氣密度較高，也減低了鎢絲的蒸發速率。

氫和氦皆可用於加熱金屬的過程，如純化或銲接等。大多數金屬在高溫時，會很快與空氣中的氧反應，所以此過程常在充滿氫或氦的密閉容器中進行，以保持金屬的純度。

氫和氦的其他用途包括提供鈍氣的環境，讓電晶體所需的矽晶成長。在許多地方，這兩種氣體的用途，皆是利用它們的化學惰性。

西元 1911 年海克·凱莫林 (Heike Kamerlingh Onnes) 發現一些金屬如鋁和鉛，當它們維持在接近絕對零度時，對電流僅具微小電阻。它們成為超導體 (superconductors)。



佈或工業上的應用都較其他鈍氣更為廣泛。

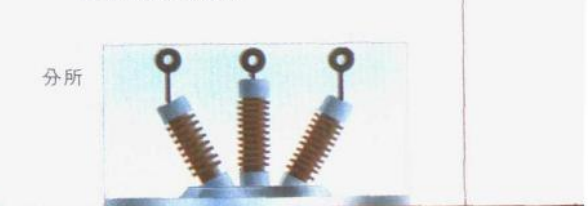
氫和氦之利用

氫和氦之惰性常應用在科學和工業方面。大氣所含的氫，大部分是鉀的同位素放射衰變後的產物；其釋入大氣中，就一直停留在那裏(不像氫最後仍會與其他元素結合而回歸泥土)。氫的數量在大氣中

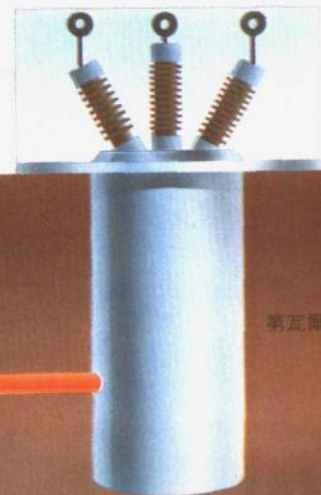
電子在普通導體中



電子流在超導體中



分所



第瓦爾瓶

冷凍工廠

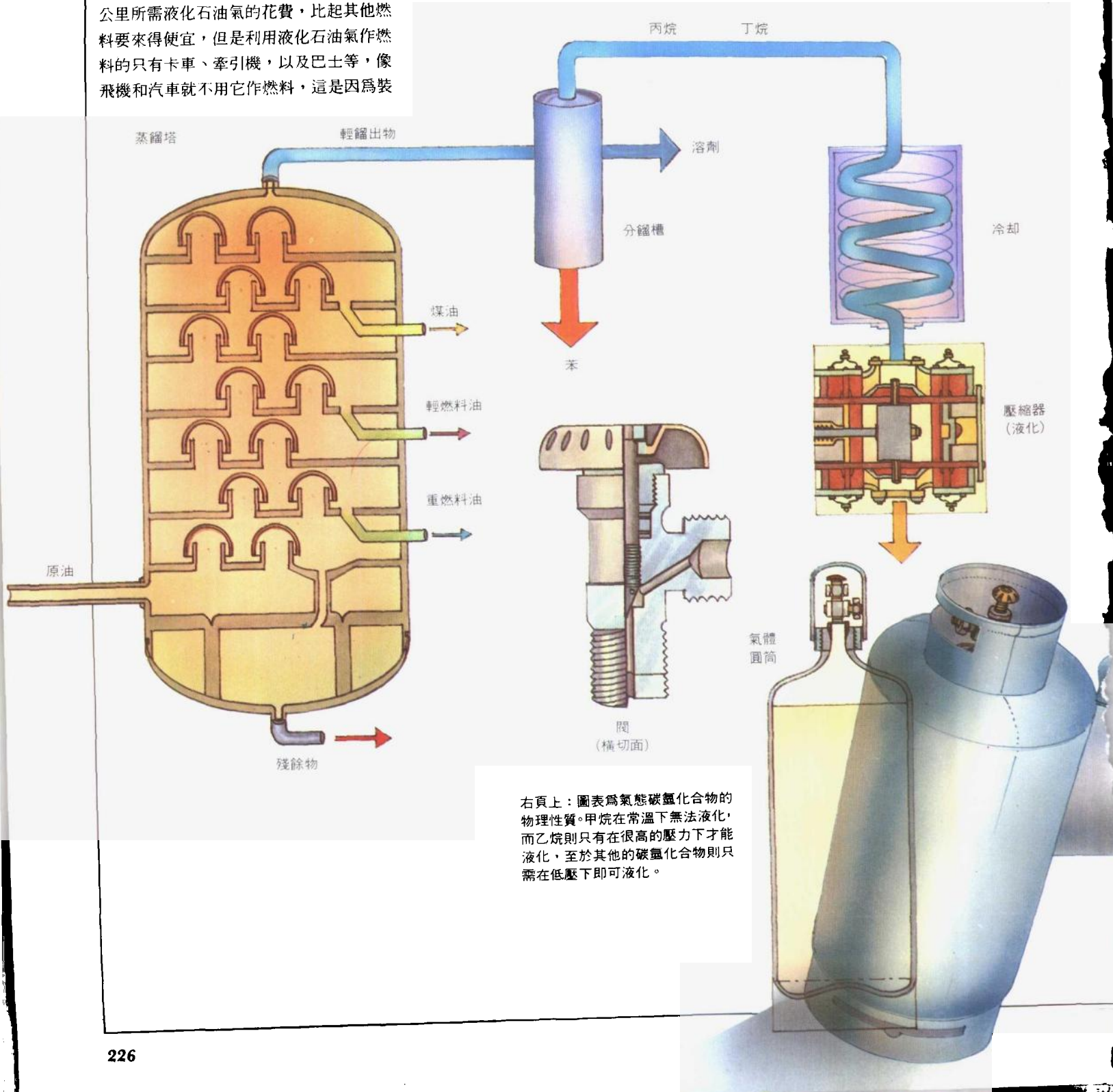
液化石油氣 LPG (Liquefied Petroleum Gas)

液化石油氣的來源很多，主要是丙烷 (propane) 及丁烷 (butane) 的混合氣體，它一直是工程師所渴望的燃料。世界各地都有很豐富的丙烷及丁烷，只要將這兩種氣體冷卻、壓縮，然後輸入耐高壓桶內，氣體就變成液體。液化石油氣不同於其他燃料 (例如汽油或柴油)，它是氣體的型態而非液態進入引擎，因此液化石油氣燃燒得極快，以至於無法滲漏過活塞瓣以與引擎曲軸箱內的潤滑油相混。汽車每跑一公里所需液化石油氣的花費，比起其他燃料要來得便宜，但是利用液化石油氣作燃料的只有卡車、牽引機，以及巴士等，像飛機和汽車就不用它作燃料，這是因為裝

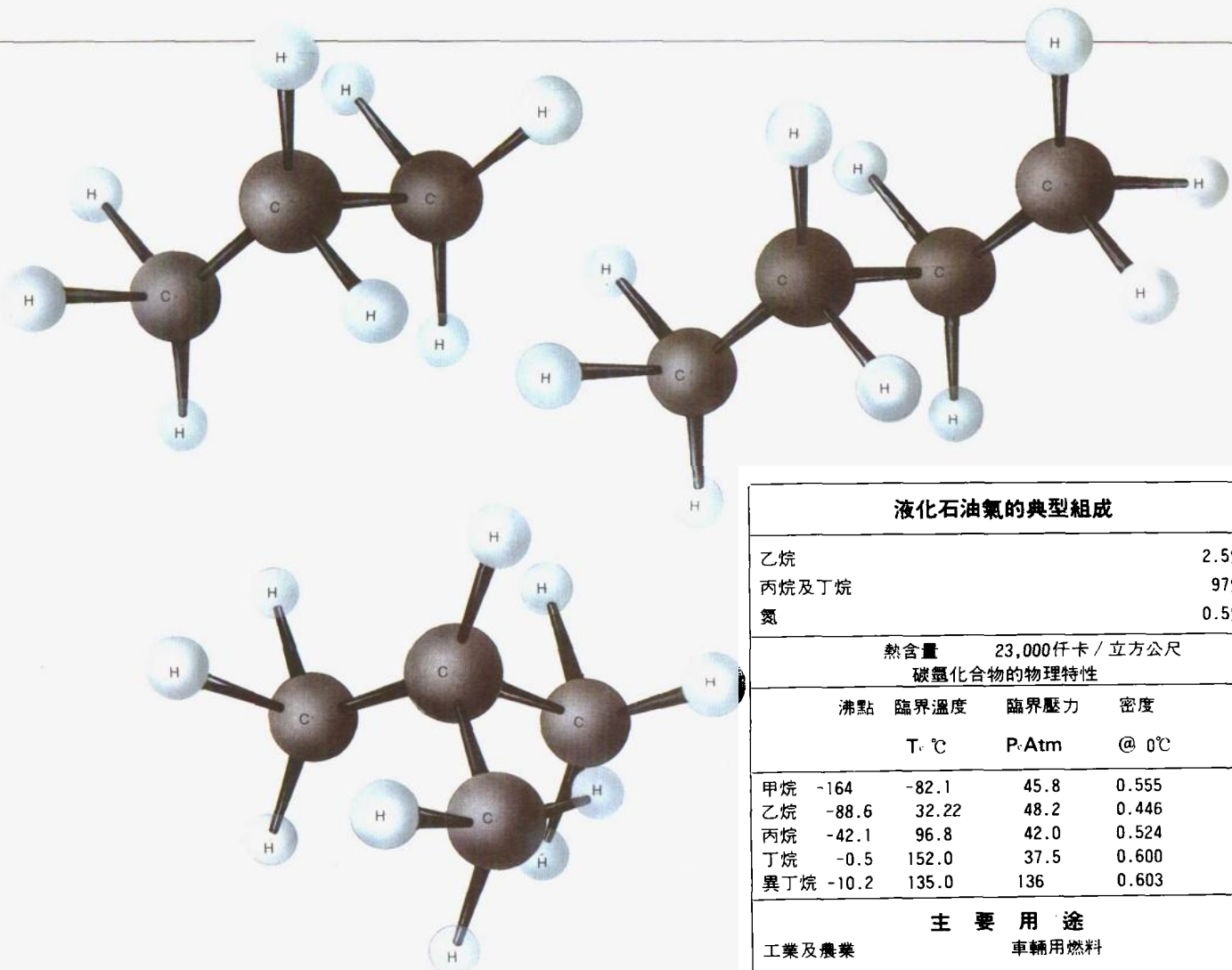
盛液化石油氣的耐高壓容器十分龐大、笨重。

然而，如今液化石油氣的用量遠超過煤油，而幾乎與柴油的用量相當。對居住在沒有天然氣 (natural gas) 供應地區的人們而言，液化石油氣十分受歡迎。一桶桶的液化石油氣可以藉卡車運送到住家或農村，供加熱器、穀類乾燥機、熱水器、火爐、冰箱、小型發電機以及空氣調節器使用。

下：圖中說明如何從原油提煉液化石油氣的程序。原油中最易揮發的部分首先跑到蒸餾塔的頂端，直接進入另一個分餾槽，碳氫化合物在槽內由氣態凝結成液態。像丙烷及丁烷等氣體的臨界溫度皆高於蒸餾塔的温度，當它們冷卻後壓縮，便輕易地液化。存在儲槽內的液化石油氣在壓力下以液態的方式存在，而當儲槽的閥開啓時，液化石油氣離開儲槽，再回到氣態形式。(圖中下方是控制液化石油氣流量的閥之截面圖。)

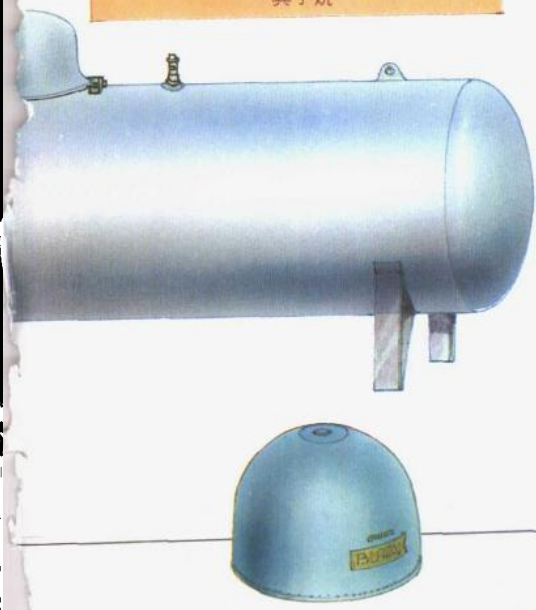


右頁上：圖表為氣態碳氫化合物的物理性質。甲烷在常溫下無法液化，而乙烷則只有在很高的壓力下才能液化，至於其他的碳氫化合物則只需在低壓下即可液化。



液化石油氣

- 汽油
- 丙烷
- 丁烷
- 異丁烷



液化石油氣也可以用來作銲接工作，另外，打火機也常用它作燃料。任何可以用天然氣作燃料的地方，也都可以用液化石油氣來取代。

液化石油氣化學

液化石油氣可從天然氣或原油中獲取，其組成大部分是丙烷及丁烷，這些來自天然氣井的氣體被壓縮、冷卻、液化，然後灌入瓶罐裏。而從原油中獲取液化石油氣的過程則比較複雜，當原油在分餾塔內蒸餾時，揮發性很高的丙烷及丁烷很輕易地從原油中提煉出來。這些氣體最後仍需經冷卻、壓縮，以及裝罐。

丙烷和丁烷都是僅由氫原子及碳原子所構成的碳氫化合物，我們通稱為烷類(alkane)或是甲烷系列(methane series)。所有此類化合物都有一通式 C_nH_{2n+2} ，它們從最輕的化合物排起，分別是甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6 , ethane)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、戊烷(C_5H_{12} , pen-

液化石油氣的典型組成

乙烷	2.5%
丙烷及丁烷	97%
氮	0.5%

熱含量 23,000 仟卡 / 立方公尺
碳氫化合物的物理特性

	沸點	臨界溫度	臨界壓力	密度
	T. °C	P. Atm	@ 0°C	
甲烷	-164	-82.1	45.8	0.555
乙烷	-88.6	32.22	48.2	0.446
丙烷	-42.1	96.8	42.0	0.524
丁烷	-0.5	152.0	37.5	0.600
異丁烷	-10.2	135.0	136	0.603

主要用途

工業及農業	車輛用燃料
家用加熱及烹飪	遊樂露營用

tane)，以及其他數十種的碳氫化合物。

運輸及儲藏

液化石油氣可以像天然氣一樣，藉著導管運送到很遠的地方，但是目前大部分仍採用桶裝方式運送。許多大卡車專門用來運送大桶的液化石油氣到各配銷中心，然後再小桶分裝，載運到消費者處，或使用一些特殊的船隻，來運載桶裝的液化石油渡過河海；而一些小桶裝的液化石油則用在卡車、牽引車，及巴士上。

液化石油氣通常被存放在大槽中，也可以大量儲藏在地底下。另外，純鹽類岩層上挖掘的洞穴只要清洗乾淨，也作為很適合液化石油氣的儲存地，因為這些礦床具有密不透氣的優點。

過去幾十年來，人們對液化石油氣的需求量不斷地增加，主要是因為液化石油氣的供應情況良好，應用的範圍也很廣而且遠景甚佳。

液壓傳動 Hydraulic Transmission

機動車輛必須靠某些機件將引擎的動力傳輸給輪子，才能由輪子驅動車輛前進。在這個傳輸過程中有一個關鍵性的機件，那就是傳動系統。它是一組能夠因應各種不同速度和負載狀況而改變其組合的齒輪組。驅動軸心從這個傳動系統把動力傳到驅動輪的輪軸。

動力的傳輸

當一輛汽車或卡車引擎以高數目的每分鐘轉數(rpm)轉動時，引擎的效率為最高。所以在引擎運轉的時間內，最好是能維持在尖峯效率附近運轉，雖然引擎一直以高轉速運轉，但車輛仍可以低速度前進，此關鍵是在於傳動系統中有一個齒輪組合，可以變換車輛的速度。

傳動方式有兩種：一是手工傳動(manual transmission)，它是經由離合器將引擎的旋轉動力傳輸給齒輪組。當車輛駕駛員踩下離合器踏板時，離合器就分開來，駕駛員就可以經由手排擋來變換車輛的速度，方法是透過排擋槓桿將齒輪箱(俗稱變速箱)中的齒輪組合做適當的變換。等到正確的齒輪組合選好後，駕駛員就提起腳讓離合器再接合上，使離合器內一塊磨擦板扣上引擎的旋轉飛輪，變速的動作即告完成。

液壓傳動(Hydraulic Transmission)的主要特徵是以油做為工作流體，與前述的「齒輪系列」傳動(gear-train transmission)有很多不同處。「液壓」這個字源自希臘文 hydro, hydro 意為「水」，但是今天這個術語的意義已擴大到包含任何以液體操作的機器。以它沒有離合器這一點為例，當引擎迴轉時會轉動一個軸心，在軸心的尾端有一個看似多翼扇的葉輪，葉輪的周圍充滿著液壓液體，而液體則被一個環形箱(油炸圈餅的形狀)限制於箱內。整個組合叫做轉矩轉換器(torque converter)。當葉輪迴轉時就會推動液壓流體跟著迴轉，此時，同在轉換器內一個類似風扇，叫做渦輪(turbine)的機械裝置也開始跟著旋轉。渦輪則和一根軸心相連，通往轉矩轉換器後方的齒輪箱。在轉矩轉換器裏面另有一組固定子(stator)，是一系列固定翼片，用以導引葉輪的流體流向，使流體能以較高的速率作用於渦輪翼片上。

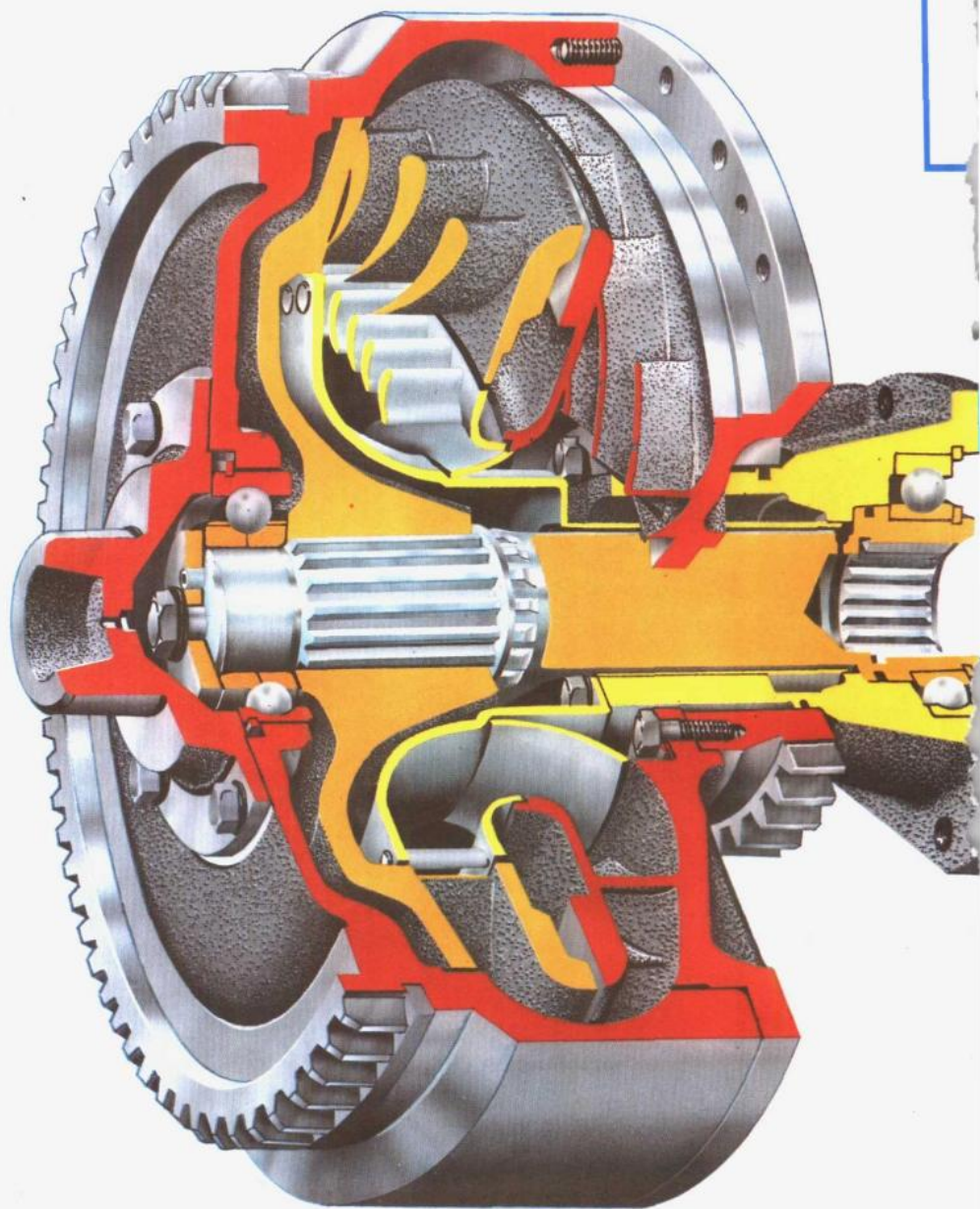
假如能夠將上述的情形想像成兩台面對面的電風扇，那麼就比較容易理解這個作

用了。讓一台電風扇不接上電源，並令其翼片自由轉動，另一台則接上電源且將開關打開，當後者的翼片轉動，吹起空氣作用在前者的翼片上時，前者的翼片就會開始慢慢轉動，然後愈來愈快。容納葉輪和渦輪的環形箱另有一個功用：當流體將作用力施加於渦輪，完成動力轉換之後，環形箱會使流體回到葉輪，形成一個連續性

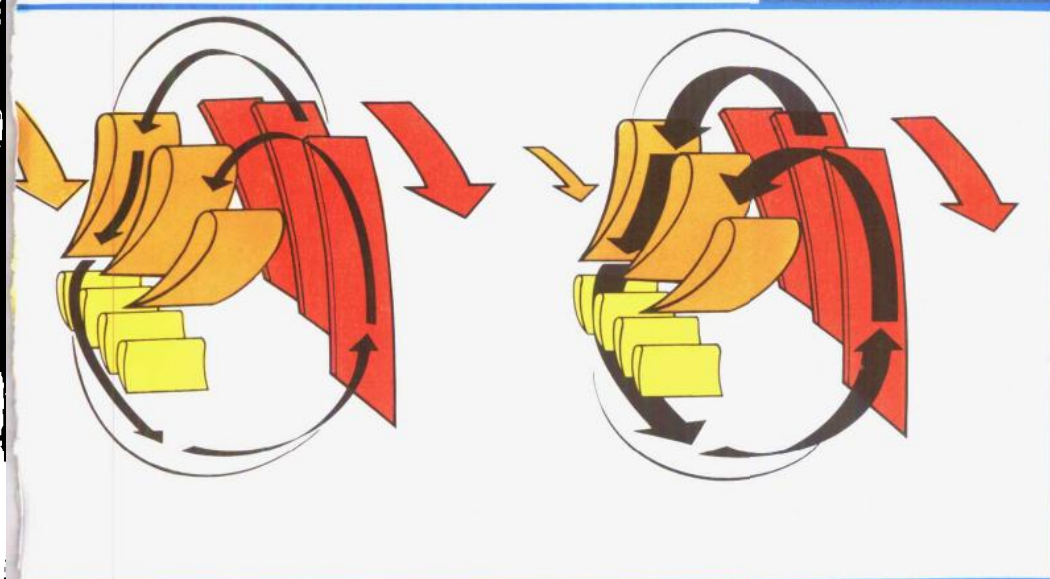
的再循環。

從渦輪機中伸出，通入齒輪箱的那根旋轉軸心上面有一個調速器，不僅能夠感測軸心的迴轉速度，同時也能控制充滿受壓流體管路中閘的關或開(此處的流體另成一個系統，與轉矩轉換器中的流體不同)。液壓傳動的齒輪箱(變速箱)表面有行星式齒輪組。變速齒輪像行星一樣環繞著一個較大的「太陽齒輪」。高壓流體經由管路由調速器命令，選擇性的激發制動裝置，停止變速箱中某一變速齒輪的轉動。一旦齒輪組中的一個齒輪停止轉動，另一個就會接著轉動。利用這種方法停止一個齒輪，啓發另一個齒輪的方法，齒輪組就會自動地變速了。如果車輛愈開愈快，齒

下：液壓轉矩轉換器的內部結構之部分剖面圖。在轉換器箱內的油基液壓流體被迫循環，因而在繪成紅色及黃色的這兩種元件之間形成了一種偶合作用。



圖示轉矩轉換器內的液壓流體的循環如何將葉輪的機械能傳遞於渦輪。固定子翼片引導液壓流體的流向，以得到較大的效率。黑色箭頭表示液壓流體的流動方向和體積。有色箭頭表示葉輪與渦輪的方向和相對速度。箭頭愈大表示速度或流量愈大。



輪組就依次以第一齒輪、第二齒輪和第三齒輪相繼運轉的方式向上變速。如果車輛慢下來，齒輪組就由第三齒輪、第二齒輪到第一齒輪依次向下變速。

雖然在傳動的時候，調速器是一個關鍵性機件，但是齒輪組要向上或向下變速卻是由油門踏板的活塞來控制的。舉例來說，如果駕駛員想要超越另一輛汽車，踩下油門踏板即可。這個動作被變速箱中的閥感測到了，於是齒輪就開始變速。

自動傳輸的問題

自動傳輸並非十分理想。首先是價格昂貴，再者是現今的液壓設備雖然非常可靠，大概可以和汽車本身有相同的壽命，但是總難免會有發生故障的時候，這時候修理起來就很花錢了。而且，液壓傳動的效率比手工傳動低，這是因為液壓流體會造成大約 5 個百分比的滑動，在轉換成動力時會使整體汽車動力傳輸效率減低 5 個百分比，這樣一來就減低了汽油的行駛公里數。

右：在汽車領域之外也可以發現液壓傳動和液壓偶合的應用。圖片中所顯示的是石油鑽井設備。它是運用液壓傳動來轉動鑽井繩及井內的螺旋錐。

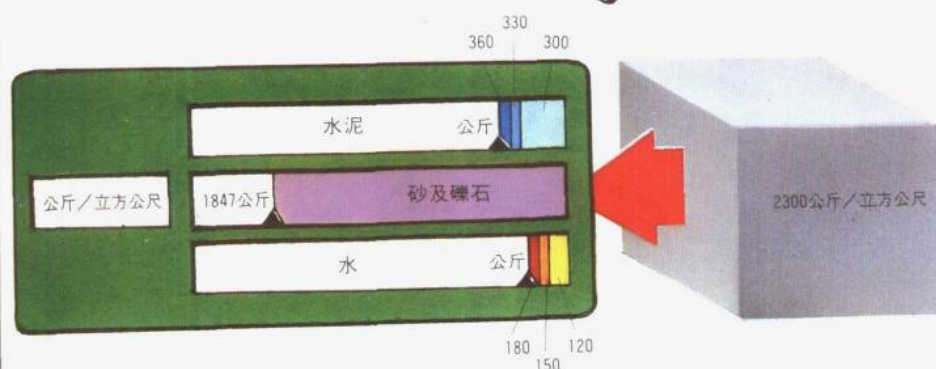


混凝土 Concrete



除了水以外，人類使用的營建材料以混凝土最多，全世界每年生產的混凝土超過每人一噸。混凝土堅固又容易運用，是最廉價的營建材料。就有名的羅馬圓形競技場(Roman Colosseum)來說，儘管其外部的大理石塊在中世紀及文藝復興時代，被偷去美化其他的大建築物；但是拜混凝土之賜，這座大競技場在2000年後的今天仍能屹然聳立著。其他的例子如，庫里大壩(Grand Coulee Dam)的壩體裏含有800萬立方公尺以上的混凝土；而美國的高速公路系統裏亦有480萬公里以上的路線是以混凝土構成。

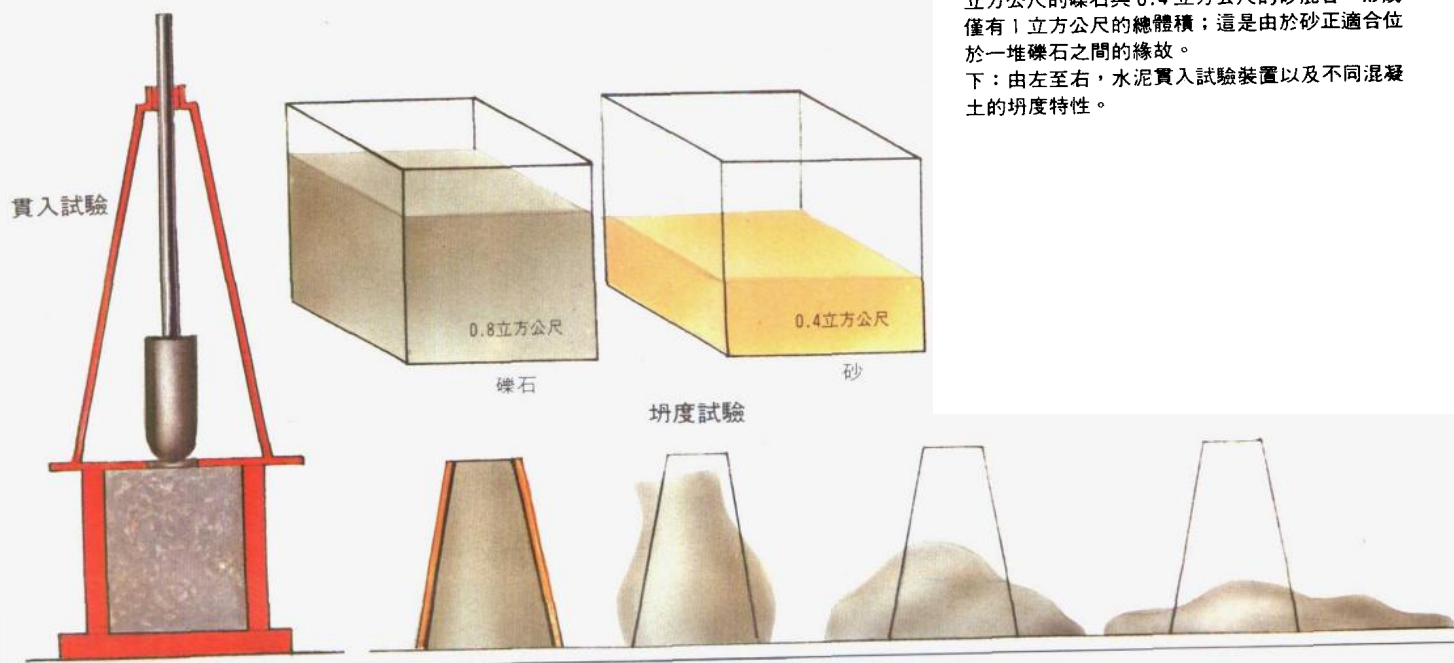
在本世紀初，許多工程師及建築師聲稱這是一個「混凝土時代」，這種多用途的材料在各方面的應用正開始廣受注目。船塢、房屋、家園、電線桿，甚至船舶都以混凝土製造，它似乎比其他材料有更多的優點。它不燃、不銹、不腐蝕，在水中也不會分解，甚至可在現場灌鑄成任何想要的形狀與尺寸。與石材比較起來，後者則需經過鑿採、切割，並運送到施工現場。



左上：切開混凝土樑以顯示其內部強化鋼筋的設置。在圖形剖面裏，放大的圖面顯示礫石骨材如何與水泥漿混合形成混凝土。

左中：每立方公尺混凝土的成分。成分比例依據混凝土的使用目的而變化。在下面的盒子裏0.8立方公尺的礫石與0.4立方公尺的砂混合，形成僅有1立方公尺的總體積；這是由於砂正適合位於一堆礫石之間的緣故。

下：由左至右，水泥貫入試驗裝置以及不同混凝土的坍度特性。



雖然在某些應用上混凝土效用奇佳，但在其他方面仍有所不足。如同木材、鋼鐵及其他材料，混凝土有優點也有缺點。在最近幾年裏，科學家一直在研究如何增強混凝土的效用，並減少或克服其缺點。

成分

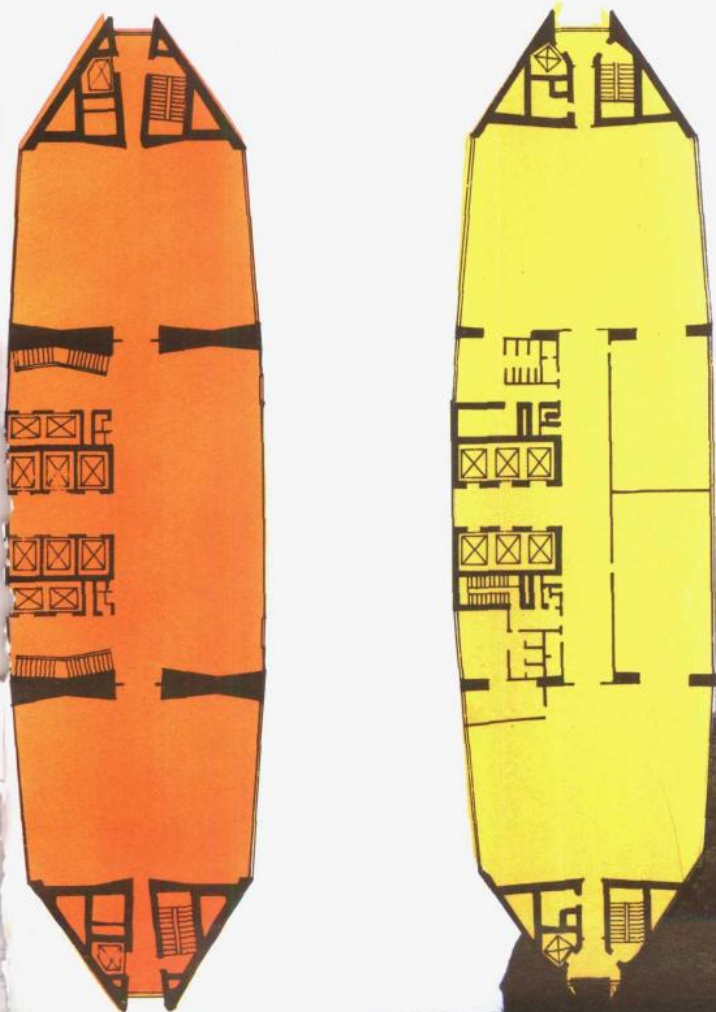
混凝土有兩種基本成分：碎石、砂礫或砂等骨材，及膠體——水泥——把鬆碎的骨材膠著在一起。當水加到混合物裏時，水泥與水之間發生化學反應，水泥凝結——硬化且固化，而鬆碎的骨材也黏結在一起。有關其化學作用及膠體製造的方式，請參閱第二冊 132～133 頁水泥 (Cement)。

通常混凝土含有 25%～40% 的水泥，及 60%～75% 的骨材。少量的混凝土可以用人工拌合，但量大時則需拌合機。首先，將這些成分倒入桶形的拌和容器內，保持不斷的旋轉以便均勻混合。若拌和機不方便使用，可購置已拌好的水泥——稱為預拌混凝土 (ready-mix concrete)。

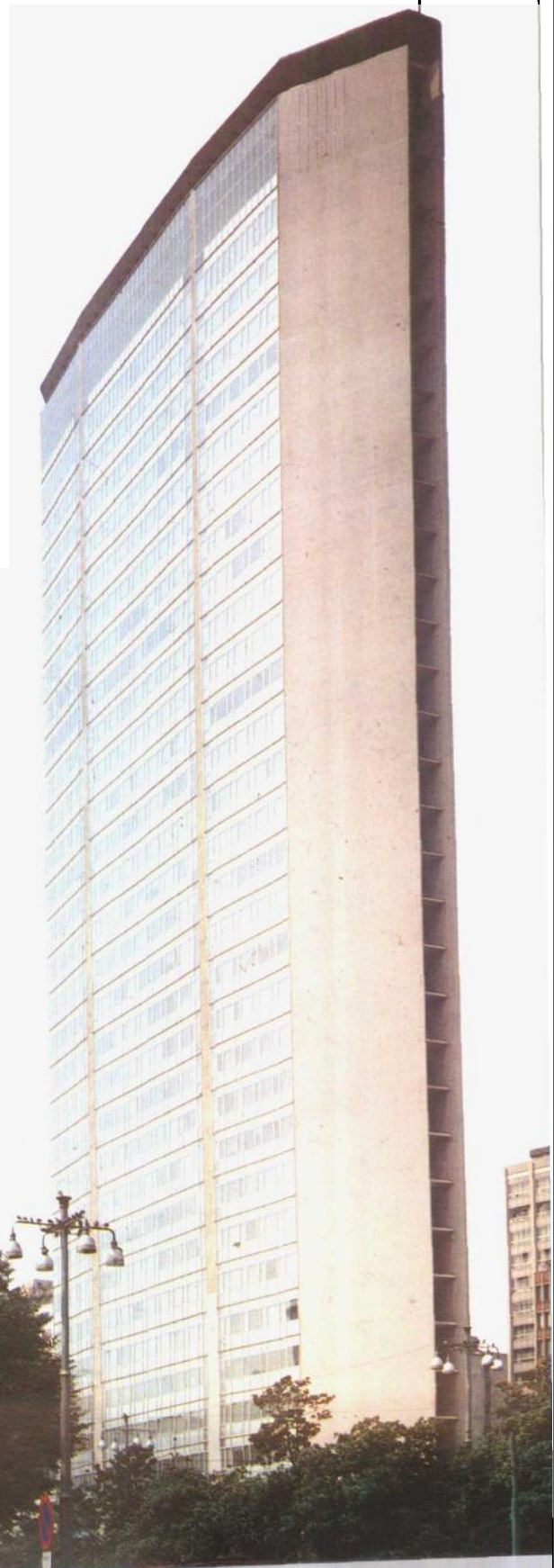
現場灌鑄混凝土

使用混凝土的最普遍方式，為直接倒入木製、鋼製，或玻璃製的模板裏，模板可以保持固定形狀直到混凝土硬化；這種方式稱為現場灌鑄混凝土 (cast-in-place concrete)，也是在施工現場灌鑄車道、樓板、牆，及其他結構體所慣用的方式。有時作為基礎的混凝土，直接澆置在堅硬土壤裏所挖掘的壕溝表土上。在澆灌後硬化前，必須採取一些步驟以修飾混凝土，確保其表面平滑、水平、無多餘的水分。

在混凝土硬化後，還必須養護數天。混凝土的終極強度有賴於適當的養護，這是因為水泥與水的化學反應會放熱，而在某些情形下可能使混凝土溫度提高 10 度，混凝土由於熱無法排除將膨脹，直到反應結束時又反而收縮，於是產生裂紋。在養護過程中，混凝土通常以類似粗麻布的材料覆蓋，並定期澆水保持冷卻和濕潤。對於一般的混凝土，養護處理約需一星期的時間。



右：座落在義大利米蘭市的皮勒里大樓 (Pirelli Building)，為世界最高的鋼筋混凝土摩天大樓。兩個樓層平面圖顯示在大樓中較低樓層的混凝土結構體 (左)，比高樓層的體積為巨大 (右)。



預鑄混凝土

混凝土也常以預鑄的形式做為建築材料使用。在此方式中，混凝土灌入模子裏直到凝固，製成一塊塊之後運送到施工現場。預鑄混凝土 (precast concrete) 可做成許多形狀及尺寸，但最普遍的是磚塊狀；常見的空心煤渣磚塊，在每個堆木材場都可以發現。每一塊磚重約 13.5 公斤，尺寸大約為 20×20×40 公分。實際上，任何形狀或尺寸均可預鑄，預鑄的柱、管、基礎樑、樓梯、鳥盆，及鐵路枕木、化糞池等都是可以做成的，有時甚至為了較大的建造計畫，製作較大的預鑄塊，譬如在建造埃及塞得港灣防波堤中，工程師預鑄了 25 噸重的巨大混凝土塊。

混凝土最初成為普及的營建材料時，主要是用來模仿石材的；其結果通常是單調、外觀毫無特性。因此為了要創造不同的美學特質，必須發掘混凝土異於天然石材的性質——可任由建築師發揮想像力的特性。舉例來說，表面可以做成「流動」狀，或賦予不同的質感，或以不同的形狀在一天的不同時候造成一波波起伏的陰影。建築師萊特 (Frank Lloyd Wright) 在西元 1920 年代時寫道，如果混凝土有任何美學價值的話，那便是它的塑性。「如果把混凝土當作人工石材，便沒有什麼了不起；因為它實在沒有絲毫獨特的、美學的價值。然而當做一種塑性材料——且最後能像石材般堅固——就有著尚未完全表達的偉大的美學特質。」混凝土的美學遠景，也只有在此時才被探索了出來。

混凝土的限制

混凝土具有非常高的壓縮強度，能夠支撐向下壓的載重，但其張力強度，或抗拉與抗扭轉力却相當的低。就像一疊硬幣，其可以支撐放置在上方的磚塊或其他重物，但由旁邊拉或推它時便會傾倒。通常混凝土可以承載每平方公尺 2,800~5,600 公斤的壓應力，然而張力僅約上述的十分之一。因此用混凝土來支撐碼頭、壩、路床及柱子甚為有效，但無法應用在可能被拉或彎曲的地方。這是本世紀早期混凝土熱潮時，使狂熱的工程師冷靜下來的一項因素。

舉個例子，第一次世界大戰期間，美國建造了許多由混凝土做成的船舶；事實證明其不但笨拙、無航海價值，而且由於推

動此笨重的船需要大量的能源，因此行駛費用昂貴。其中一艘稱為亞特蘭底斯號 (Atlantis) 的混凝土船，於第一次世界大戰期間建造，在航行至新澤西州邁角 (Cape May) 的岸邊擱淺並從中間折斷。現在在海灘上仍然可以看見。這個戲劇化的例子，不只是由於混凝土的拉力強度微弱所致，也由於其耐久性不夠。

強化、預力及高分子混凝土

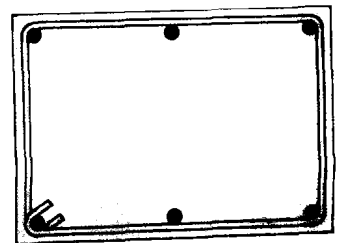
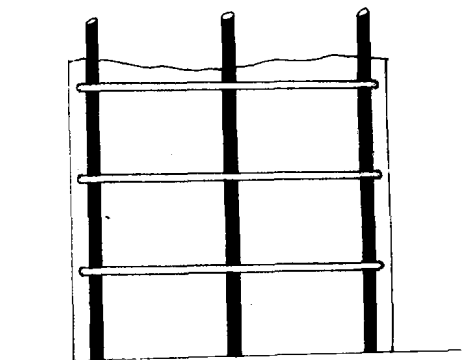
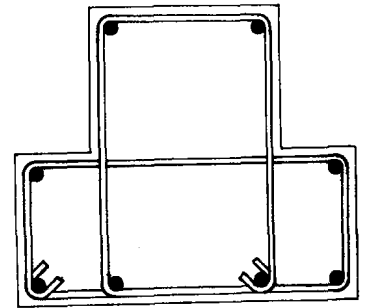
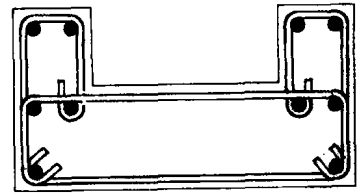
工程師發現，對付混凝土強度缺陷的辦法，便是在正在硬化的混凝土中，埋入張力強大的其他材料製成的桿及棒。這相當於在一疊硬幣中鑽個孔，嵌入暗樁以阻止它向側邊滑移一樣。暗樁曾經嘗試過用竹子等許多材料，但使用最普遍的是鋼筋，理由之一是當其遇熱或遇冷時，鋼筋與混凝土的膨脹係數大略相等，如此可減少裂開的危險。以鋼筋來強化混凝土，又使混凝土的適用範圍擴大了。

由於混凝土的強化技術已經非常成功，因此現代以強化混凝土來建造普通船舶是可行的。現代混凝土造船中的第一個突破，是在西元 1940 年代，這必須感謝義大利籍工程師兼建築師皮爾 (Pier Luigi Nervi) 所做的實驗。皮爾是西元 1960 年為羅馬奧運建造雙圓競技場，以及紐約喬治華盛頓橋公車總站 (西元 1961~1962 年) 的建築師。他將鋼筋以三明治方式一層層裝入密實、防水的混凝土中，他稱這個先進的強化混凝土變形物為鋼骨水泥 (ferrocemento)。鋼骨水泥具有輕便、柔韌、價廉、強力等特性，是目前許多船業人員最愛選用的船體材料。

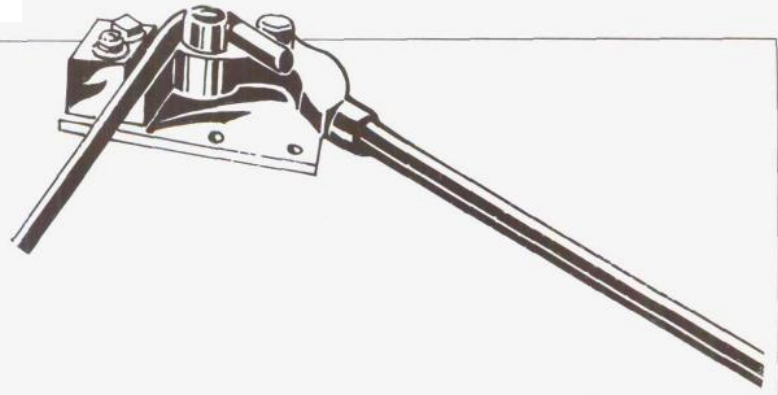
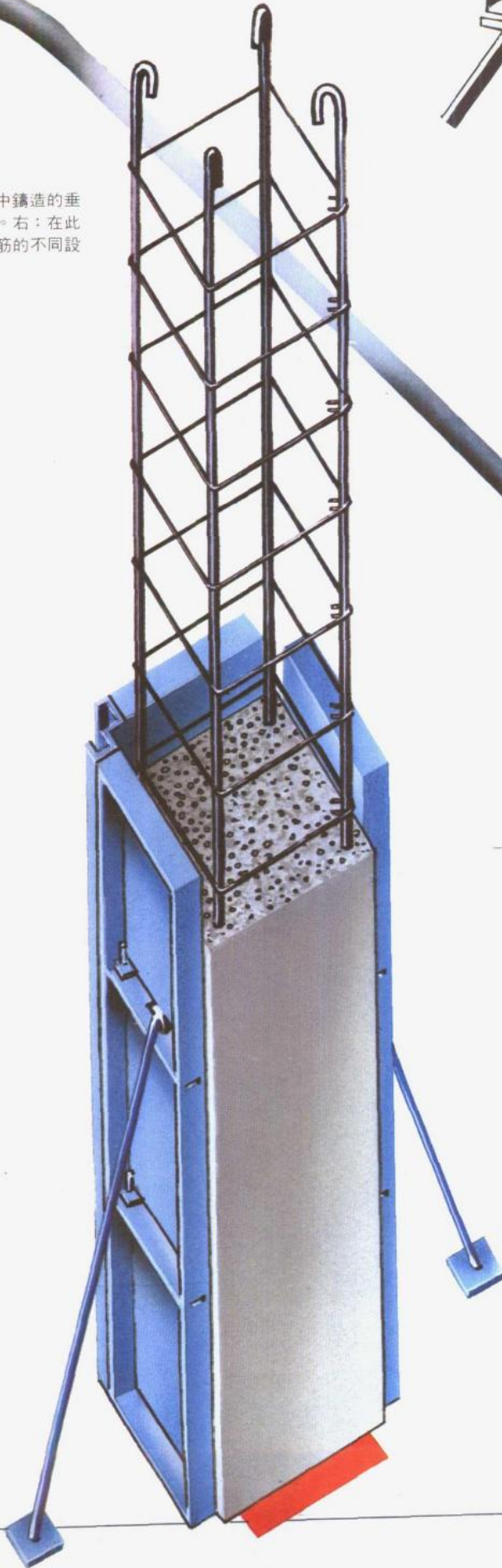
預力混凝土 (prestressed concrete) 是在混凝土放入工地之前先施以應力，由它將承受的載重來計算出應預施的應力。通常插入長形的鋼筋，稱做鋼腱 (tendon)；當混凝土乾燥後，便在突出混凝土的鋼腱末端加上螺栓並旋緊，以壓縮混凝土，幫它承受會把混凝土拉開的張力載重。混凝土承受預力的形式，視其最終的載重而定。例如，圓箍筋向內勒緊混凝土；至於混凝土樑與繫材的情形，鋼筋則是沿著長向勒緊混凝土。

正如同對金屬結構的研究，導致工程師們創造更強的鋼材一樣；對混凝土化學作用的研究也幫助工程師開發了更強的混凝土，其中之一就是高分子混凝土 (polym-

下：由於形狀不同，在混凝土樑內部補強鋼筋及繫筋，可能採用一些不同的方式來設置。

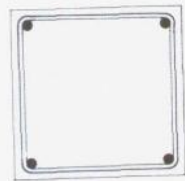
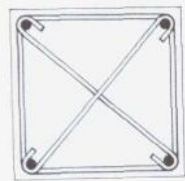
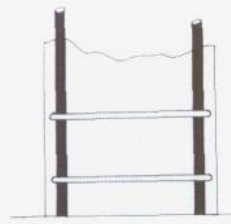
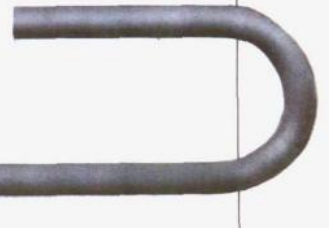


在金屬模板中鑄造的垂直樑斷面圖。右：在此樑內部補強筋的不同設置。



上：為彎折補強鋼筋所用的彎折機。此裝置形成如下圖顯示的鋼筋彎鉤與折曲，折曲的半徑隨鋼筋直徑變化。

曲率半徑



er concrete)。高分子聚合物是由巨大長鏈分子製成的材料，其中包含了成千上萬個相同的微小分子。在高分子混凝土中，聚合物取代水泥做為膠質，將骨材凝固在一起。在充滿聚合物的混凝土中，這些巨大的分子在水泥凝固之後能填滿一般混凝土的微小坑洞。

這些新式混凝土業經證明，比一般的混凝土還強，也凝結得更快（不到一個小時），並且對空氣污染更具抵抗力。雖然因費用過於昂貴，無法廣為使用，但是對這種目前最廣泛的營建材料強化方法的研究仍在繼續進行，以期能把價位降低到與傳統材料相當。而在預鑄房屋結構中所開發的，便是強化玻璃纖維（fiberglass）的使用。玻璃纖維合成物可抵抗水泥膠合體中化學性的惡化。

深水炸彈 Depth Charge

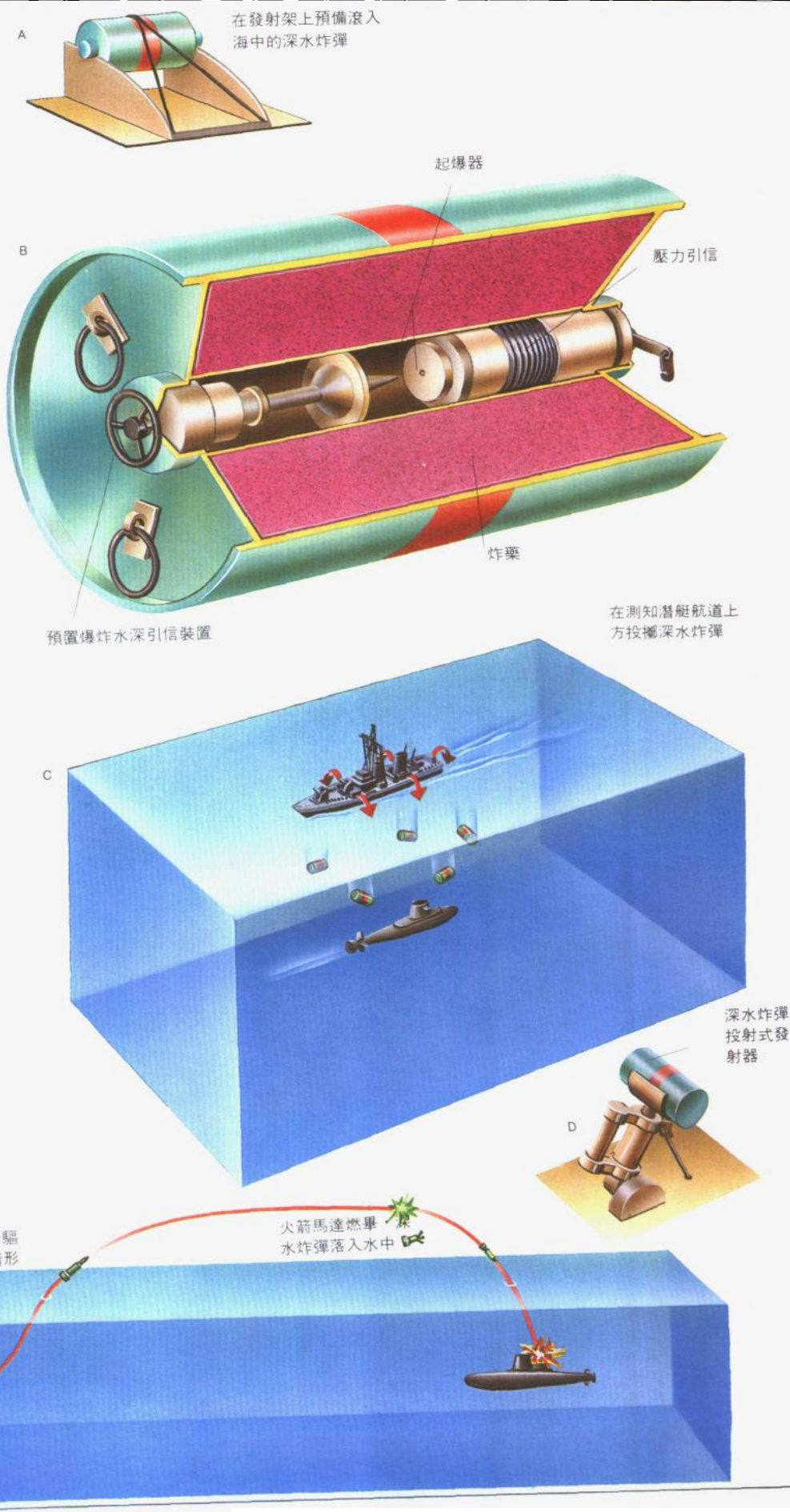
第一次世界大戰中，海軍最重要的發展當是潛水艇的廣泛使用。西元 1915 年 2 月，德國宣佈以 U 式潛艇封鎖英國，5 月，一艘潛艇便以魚雷擊沈了載有 1,200 名乘客的露西坦尼亞號 (Lusitania) 郵輪。接著在一個月內，有將近一百萬噸的盟國或中立國船隻遭潛水艇擊沈，盟國亟待研究因應之策。

西元 1916 年 7 月 16 日，一艘英國巡邏艇發現了潛入水中的 U 式潛艇，隨即以一種最新的反潛艇武器 (antisubmarine)——深水炸彈——將其擊沈，這種炸彈的使用象徵著德國潛艇艦隊的末日。在兩次世界大戰期間，深水炸彈在獵殺潛艇上都是最有效的武器，但從西元 1950 年代開始，隨著現代化的核子動力水下彈道飛彈潛艇的出現，傳統的深水炸彈也隨之不斷的升級與改良。

傳統的深水炸彈

深水炸彈的外形有點像圓筒狀的咖啡罐，長度則可達一公尺以上，內部設計類似一般炸彈。早期的深水炸彈其引爆原理大致相同，都是預置在某水下深度時以水壓使其爆炸。

在兩次世界大戰期間所使用的典型深水炸彈，都具有圓形垃圾桶外形，長度約 0.9 公尺，直徑約 0.45 公尺，內裝高爆炸藥 275 公斤。在發射前，炸藥上起爆器的壓力彈簧鎖到一定的水深，其設定範圍可從水下 15 公尺至 90 公尺。當深水炸彈到達設定之深度時，起爆器的壓力彈簧會自動引爆炸彈。深水炸彈從船上施放，滾落水中時炸彈上的拉栓層自動拉出而使炸彈呈備炸狀態，如投手榴彈前必須先將扣針拉出一樣。

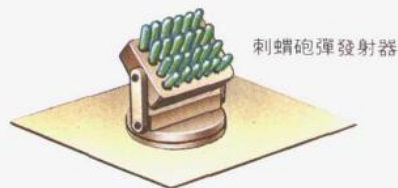


在深水炸彈往水底沈落時，水壓會迫使活塞推動壓力彈簧，至水壓超過彈簧拉力時，活塞即自動脫離，而在活塞尾端的撞針即撞擊起爆器而引爆深水炸彈。炸彈引爆後，炸藥本身的化學潛能以迅速擴張的氣態能量方式，使附近水域水壓產生劇烈變動，以擊毀威力範圍內的潛艇。

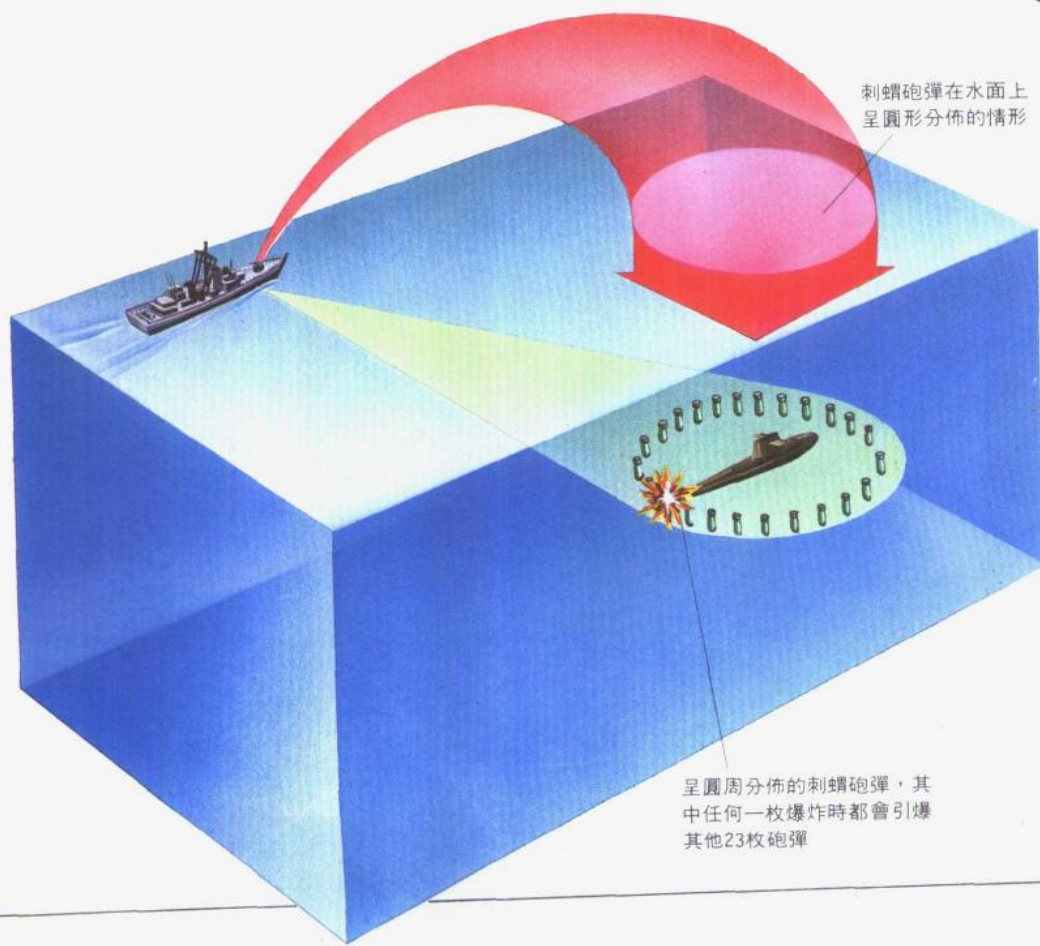
在第二次世界大戰時，驅逐艦使用雷達與聲納測定潛艇的位置，再發射深水炸彈攻擊潛艇，這是當時最有效的反潛方式。但在大戰快結束時，一種稱為刺蝟砲(heghehog)的反潛武器出現，較之傳統深水炸彈更具效果。

刺蝟砲

刺蝟砲砲彈體積較小，長度只有 18 公分，裝藥量僅 14 公斤。由於體積小，故可同時在船頭發射 24 枚，並以圓周形式同時落水。每一個刺蝟砲彈上都有碰炸引信，與目標觸碰後會立即引爆，所以任何一枚擊中目標時，藉極靈敏的水壓感應裝置，會使其餘 23 枚炸彈同時起爆，使攻擊威力大為增加。



刺蝟砲彈在水面上呈圓形分佈的情形



除了產生圓面積式的爆炸威力外，刺蝟砲還有另外一項優點，因其射程較遠，在水中引爆時，對發射艦本身的影響較小。同時，因為砲彈採碰炸引信，故沒有碰到潛艇時，砲彈自然不會引爆，而使雷達或聲納的搜索工作，不致受到干擾。

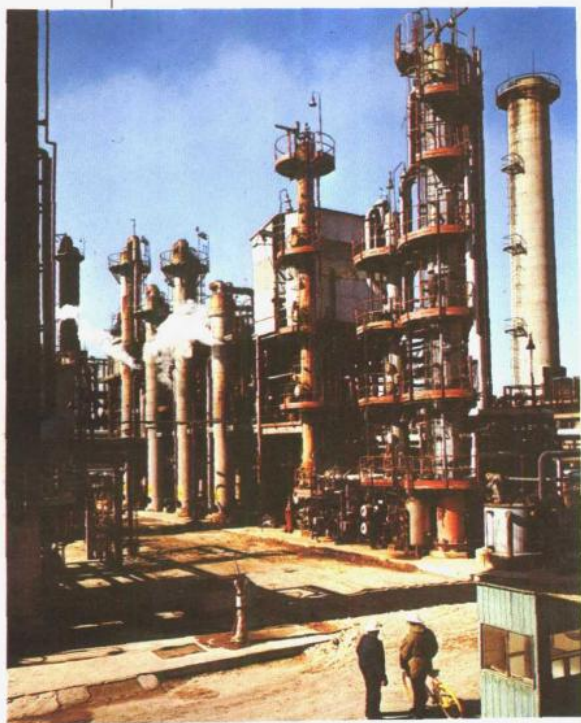
隨著核子潛艇的問世，這種具有精密偵測系統，並有高速潛航能力的潛艇，可輕易躲過深水炸彈或刺蝟砲的攻擊，因而使刺蝟砲或傳統的深水炸彈失去昔日的重要性。戰後取代深水炸彈的武器包括：水中彈道飛彈 (underwater ballistic missile)、歸向魚雷 (homing torpedo) 等，可從戰機、水面戰艦或潛艇發射，這些高性能武器雖源於深水炸彈，但在設計上卻大異其趣，只有小部分設計與原始的垃圾桶形的深水炸彈相似。

最左：(B)圖為傳統「垃圾桶式」深水炸彈的剖面圖，(A、D)兩圖為發射深水炸彈的兩種不同設計。在(C)圖中，驅逐艦根據所偵測到的潛艇軌道上方投擲多枚深水炸彈。(E)圖為最新式的精密反潛艇武器系統，潛艇與潛艇之間可發射火箭驅動深水炸彈，以攻擊另一艘潛艇，這種精密武器和傳統深水炸彈相比較，後者顯然落後了許多。
上：為刺蝟砲彈的構造圖。左：為呈圓周式分佈的刺蝟砲彈羣，用以攻擊潛艇的情形。

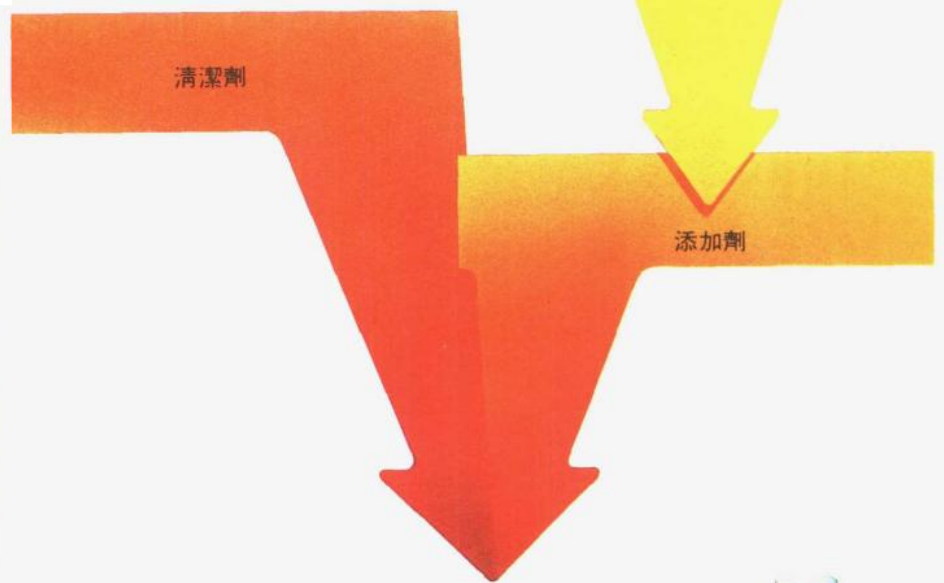
清潔劑 Detergent

超級市場的櫃子上常堆滿了一箱箱亮麗的合成清潔劑，上面貼著令人愉悅的商品名稱。這些清潔劑源起於第一次世界大戰，因為當時缺乏製造肥皂的油脂，所以德國發明了肥皂的代用品，並不需要油脂等天然物來合成。

肥皂是最簡單的清潔劑，已有數千年的歷史，它是取動物的脂肪、植物油，及木屑在沸水中煮沸製成。當水沸騰時，油脂分子斷裂成脂肪酸，再與木屑中的碳酸鉀反應即可製成肥皂。肥皂分子一般都是長鏈狀的碳氫化合物，由碳原子串連而成，每個碳原子分別接上兩個氫原子。在此長鏈的一端是碳酸鉀基，碳酸鉀可溶於水。



右：清潔劑中常見的添加劑。亮光劑及漂白劑可增進洗淨物的外表光澤。清潔劑粉末加水可做成液狀清潔劑。
左：照片中是生產清潔劑的化學工廠。



另一端，長鏈狀碳氫化合物雖不溶於水，但卻能溶於脂肪或油脂中。當肥皂分子一端浸在水中，另一端浸在油裏，這些油脂便會碎裂成許多小油滴，隨著肥皂水被沖走；合成清潔劑也是應用相同原理來達到清潔的效果。

如何消除浴缸的積垢

磺酸鈉 (sodium sulfonates) 是合成清潔劑中最常見的分子。烷基苯磺酸鈉 (sodium alkylbenzenesulfonate) 又稱 ABS，是最早發展的合成清潔劑中的一種，它也有長的碳氫鏈結，但並不是直鏈而是分枝狀的，其一端可溶於油脂，另一端含有磺

酸鈉則可溶於水中。因此當 ABS 排列在油脂及水的界面時，可像肥皂一樣讓油脂碎裂成油滴。ABS 在水中常分解成鈉陽離子及 ABS 陰離子，所以被稱為陰離子活性清潔劑 (anionactive)。另外，有些清潔劑則是陽離子活性型 (cationactive)，常用在防腐劑及口腔清潔水中作殺菌劑用。還有一種清潔劑是非離子性的 (nonionic)，可用作去油污劑。

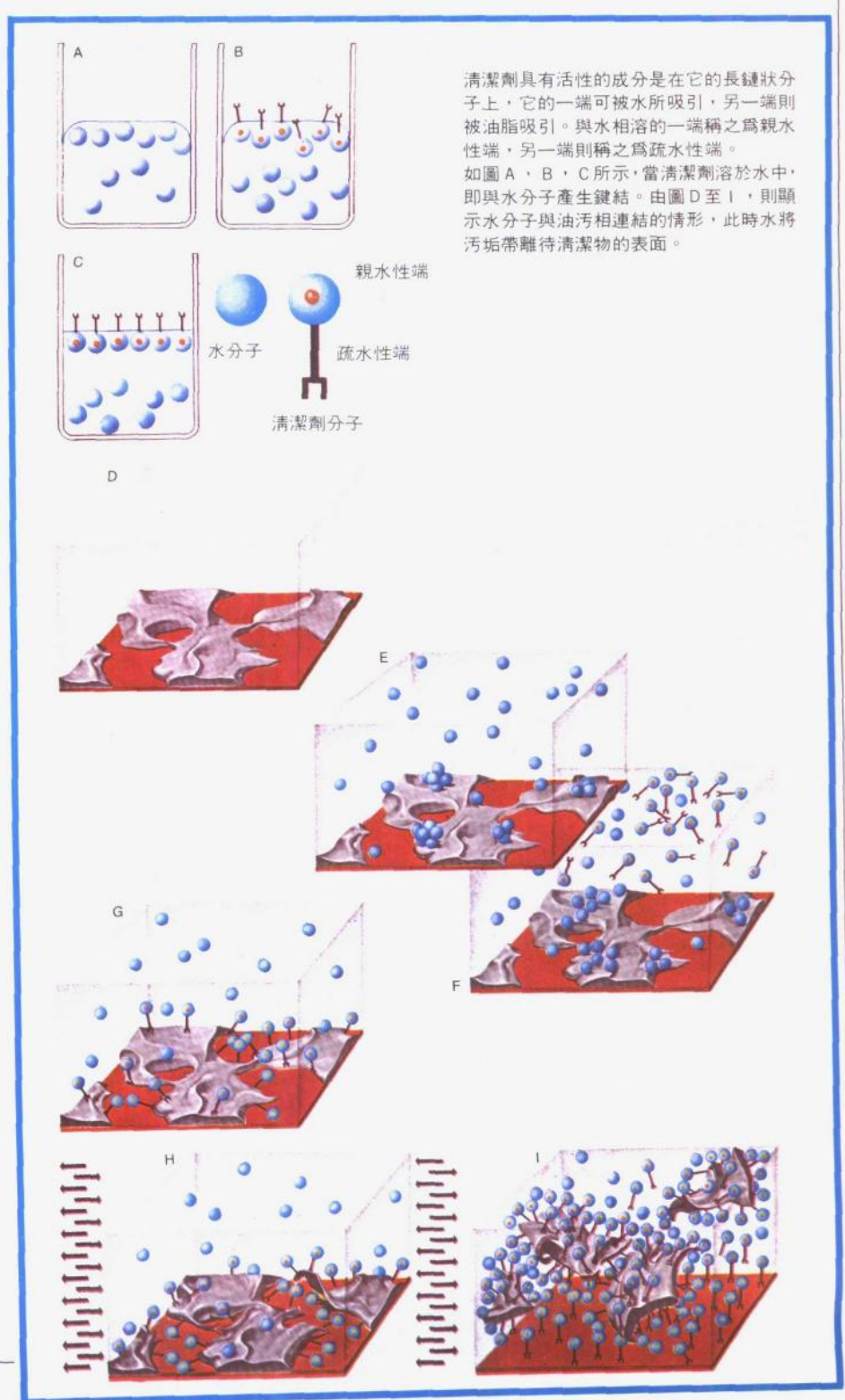
合成清潔劑之所以普及的一個原因，是因為它即使在硬水中使用，也不會形成沈澱 (不溶於水的化合物)。硬水在美國許多地區及世界各地均很常見，在這些地區使用肥皂時，肥皂分子會與硬水所含的鈣或其他溶解的鹽類形成一種叫作浴缸圈狀物 (bathtub ring) 的灰白色沈澱，而這些沈澱物會污損銀器或玻璃。

清潔劑通常十分潔白，那是因為摻了添加劑，如漂白劑、亮光劑及研磨劑等。漂白劑藉氧化作用來破壞紡織品上的污垢及色澤，達到漂白的功效 (氯即為一種漂白劑)。亮光劑是沿用舊式肥皂中所加入的靛青漂白劑 (bluing)；當時肥皂加入少量的藍色染料用以和白色紡織品上的黃色污垢中和，現今的亮光劑則是一些化學品，可吸收不可見的紫外光，放出接近藍色的可見光，因此這些亮光劑使得紡織品反射出更多的藍色可見光，看起來更加雪白，亦即令紡織品的色澤愈發清晰、生動。研磨劑則是磨成粉粒狀的砂子或其他礦物岩石，清潔劑中含有這些物質將有助於洗滌拭磨污垢。一般常用磨成粉狀的砂石、大理石、輕石及石英作研磨劑。

合成清潔劑在二次世界大戰後開始在美國銷售，到了西元 1950 年代，就比肥皂更普遍了。這些清潔劑有一半是 ABS 型。1950 年代末期，由於清潔劑的大量使用，許多泡沫堆積在城市的污水中心，

然後這些泡沫又輾轉沖流到河川、湖泊及海洋中，造成極大的污染，甚至有些住家的水龍頭流出的是一堆泡沫，而非自來水。使用肥皂就不會有這種問題，因為某些微生物可以消化及分解肥皂分子。但合成清潔劑分子的構造過於複雜，微生物根本無法將其分解，再加上泡沫所受到的污染，使情況更形嚴重。解決這個問題須從

簡化 ABS 的碳氫鏈結部分的結構著手，從前分枝狀碳鏈現在已由一種簡單鏈型來取代，如此一來，微生物即能攝食這種新的清潔劑，我們稱此新產品為 LAS (線性烷基苯磺酸——linear alkybenzenesulfonate)，同時泡沫污染的程度也可以減低下來。



左：清潔劑的標準包裝形式——圓桶、箱子及用來裝液狀清潔劑的瓶子。由於大部分洗衣清潔劑的化性皆相似，所以一些添加劑，如香料、著色劑等可加入用來提高產品的身價。

淡化 Desalinization

純水是簡單的氫氧化合物，不過，我們平常所喝的水總有許多種化學鹽類溶解於其中。這些鹽類通常可讓水質因而含有令人喜悅的鮮味，事實上，純水的味道平淡無味，但是如果過多的鹽類溶解在水中，水質就會變苦，甚至造成飲用者腹瀉及嘔吐的情況。在半乾旱沙漠區域，或是從深達三百至一千公尺的井中所獲得的水，通常都含有大量的鹽分，因此必須經過處理才能飲用。海水也是同樣的情形，但是有些乾旱的濱海國家或是海島，如沙烏地阿拉伯、埃及、以色列、巴林，以及一些加勒比海島嶼，只有取用海水。

海水中一般約含有百分之三點五的鹽類——鈉、鈣及鎂的氯化物、硫酸鹽及碳酸鹽。另外還有一些少量的氟、碘和其他元素，這些元素對人體是有用的，但是，若含量過多，則對人體並無益處。解決海水中鹽分含量過多的辦法是建造淡化工廠，這是以化學蒸餾法為原理將鹽水純化的工廠。

淡化工廠

大約在西元前 350 年，亞里士多德曾提及如果將海水放在桶子裏煮沸，從中所收集的蒸汽凝結液將會很新鮮，同時，蒸發到最後，水分全跑光了，只留下海鹽的殘留物。由於這個重要的觀念，第一座淡化裝置便因此發展出來，它使用以煤炭作燃料的蒸汽鍋爐，蒸汽經由一段很長的管路，然後凝結收集成新鮮的飲水。這種頗為昂貴的方法首先被採用在遠洋船隻上，因為大部分的船隻都必須攜帶足量的飲水，以及推動船隻引擎的蒸汽鍋爐用水。

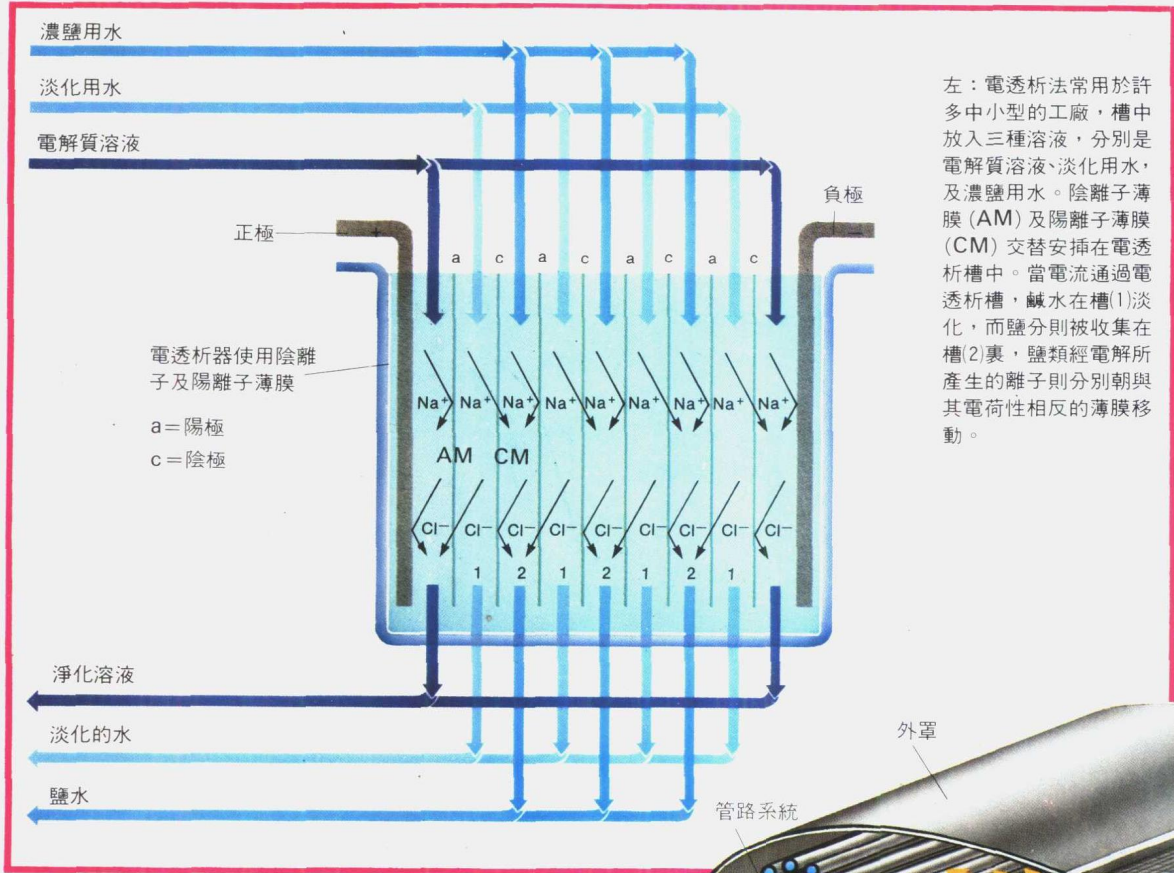
未來所需之淡化

由於世界人口不斷地增加，隨之而來的問題便是新鮮水源的普遍缺乏。自從西元 1952 年美國國會通過鹽水法案 (Saline Water Act) 以後，已經投入了大量的研究，致力於實驗，以獲得最好的淡化方法。不幸的是，大部分的方法都需要浪費大量的能源，亦即需要用燃油、煤，或是

電力來加熱或加壓，以完成蒸餾的程序。工廠本身就是最大的投資項目，加上所有的設備都特別容易腐蝕，所以維護費也非常高昂。水的淡化中有一項更大的缺點是，淡化的程序通常都不十分完全，所以很少能將鹽類完全分離，使得排放出來的鹽水造成當地河川、土壤，以及地下水的嚴重污染。

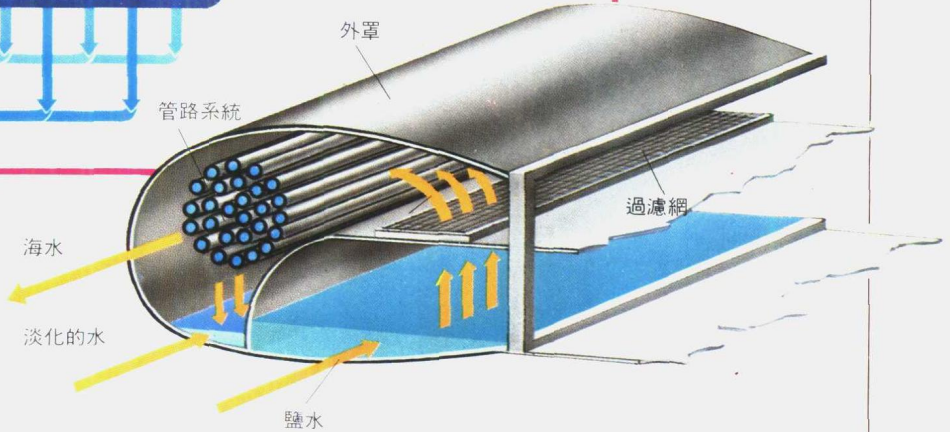
現在有一個用在沙漠區域國家的淡化計畫頗吸引人，那就是使用太陽能蒸餾器 (solar still) 來淡化水質。它就好像是一座巨大的溫室，在地板上放置了成桶低淺的鹽水槽，屋頂是用玻璃做成的，當太陽光照射鹽水槽後，水分便蒸發，凝結在玻璃屋頂的內側，然後新鮮的水便滴入收集用的水槽裏。這確實是個可行的計畫，但是它需要好幾英畝的玻璃，而且即使是一個很大的工廠，恐怕也無法提供充足的用水來供給廣大的人口。



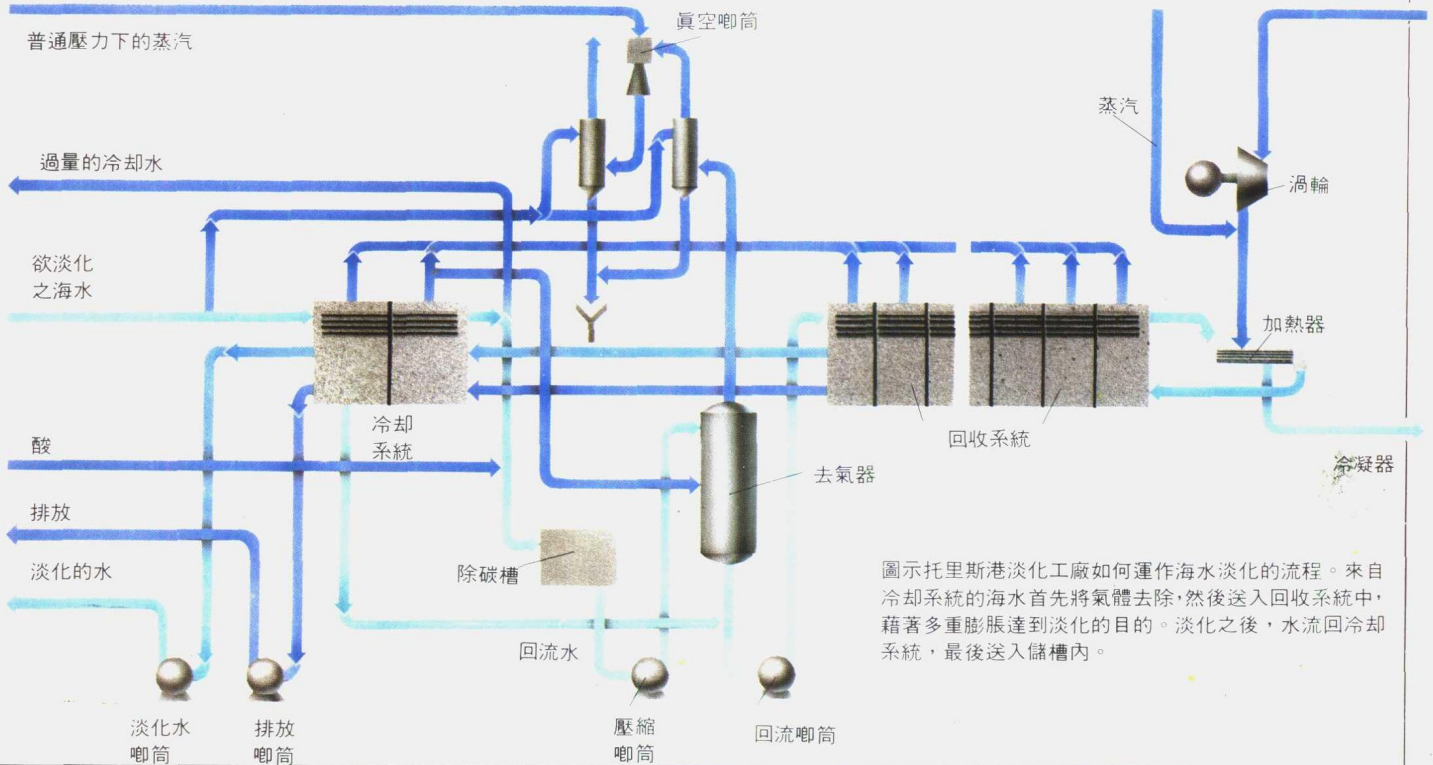


左：電透析法常用於許多中小型的工廠，槽中放入三種溶液，分別是電解質溶液、淡化用水，及濃鹽用水。陰離子薄膜 (AM) 及陽離子薄膜 (CM) 交替安插在電透析槽中。當電流通過電透析槽，鹹水在槽(1)淡化，而鹽則被收集在槽(2)裏，鹽類經電解所產生的離子則分別朝與其電荷性相反的薄膜移動。

下：另一個有趣的鹹水淡化過程，它需要不斷地藉著回流來膨脹，此一方法的主要設備是一連串的膨脹槽，鹽水經壓縮揮發，蒸汽通過鹽水管路上方的過濾網後被純化。再通過一管路系統後凝結下來，管路內流動著海水，凝結液收集在槽子的底部，流入另一槽內繼續淡化的過程。



左：建造在薩丁尼亞的托里斯港的淡化工廠，於西元1971年至1973年試車完成，它是目前全球最大的淡化工廠之一，使用多重的膨脹及回流設備製造出高純度的水，供給工業及市民使用。



圖示托里斯港淡化工廠如何運作海水淡化的流程。來自冷却系統的海水首先將氣體去除，然後送入回收系統中，藉著多重膨脹達到淡化的目的。淡化之後，水流回冷却系統，最後送入儲槽內。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o
n]

书名 = 大英科技百科全书 8

作者 = 本局编辑部编

页数 = 239

出版社 = 光复书局股份有限公司

出版日期 = 1985年09月第1版

SS号 = 11142599

DX号 = 000005665323

url = http://book2.du

xiu.com/bookDetail.

jsp?dxNumber=000005

665323&d=5F7FC1B427

0D155209D7AFDA74F9F

E93

封面
消化系统
消毒药
消声器
浮游生物
浴室管路
流行性感
流行性腮腺炎
流星
流控学
产品通用码
眼
眼镜
研磨·抛光
移植物（医学）
第三纪
第四纪
粒子加速器
粒子物理学
细胞
细菌
细菌战
细腰管效应
终年冰冻地
组织学
胃

胚胎·胚胎学
船外机
船坞
船模型
舵
苯环
蛋白质
蛋白质合成
袖珍型计算器
袋鼠（有袋类动物）
货币
软体动物
酚
钷
钒·铌·钽
雪
饥饿
饥馑
鱼雷·水下兵器
鱼类
鱼类养殖
鸟
卤素
麦克风
麻醉法
割草机

唧筒
单轨电车
单核白血球增多症
啤酒
报纸
寒武纪
几何
循环系统
情报搜集
采石
推土机
接地
接著剂
排水
晶体·结晶学
智商
智能不足
植物
植物分布图
植物病害
植物标本馆
植物学
森林·林业
棉花
棘皮动物
氮

氯
氩·氮
液化石油气
液压传动
混凝土
深水炸弹
清洁剂
淡化