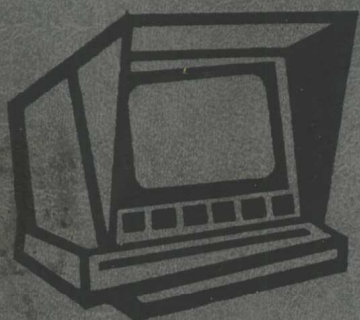
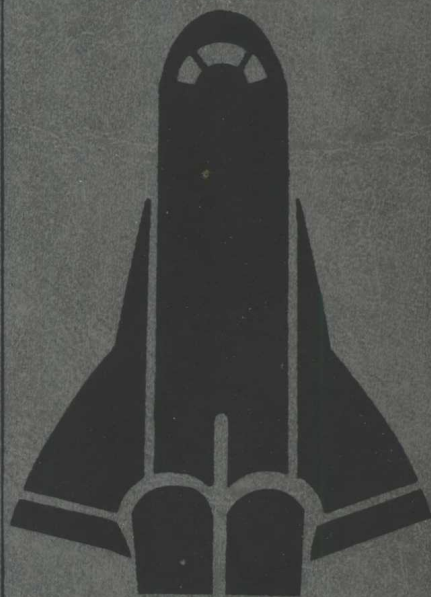
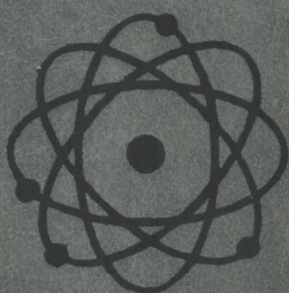
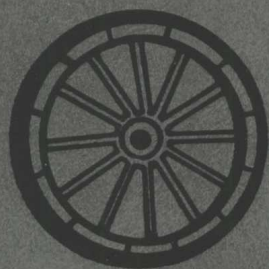


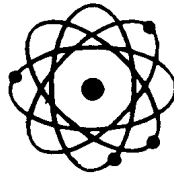
大英科技百科全書

ILLUSTRATED ENCYCLOPAEDIA OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



大英科技百科全書

ILLUSTRATED ENCYCLOPAEDIA OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



1

光復書局

大英科技百科全書 I

中華民國七十四年九月再版

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

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

前言

民國七十三年九月，一組臺灣德州儀器公司的矽晶片，因致使太空梭連續延遲發射，而震驚世界，最後澄清錯非在我，此事件提醒我們，我國的科技產品已具國際一流水準，只要我們不妄自菲薄，更加努力鑽研發展，不出幾時，或可和科技大國齊頭並進，甚而超越有餘。

爲使科技躍昇的年代及早來臨，本公司和義大利Fabbri國際出版公司傾力合作出版一套令人激賞的叢書——國際版「大英科技百科全書」的中文版，做爲提升科技知識、基礎科學紮根的獻禮。本書出版之際，美國大英百科圖書出版公司同時也出版了此套書的英文版。

本套書，費時三年有餘，耗資千萬美元，是歐美最優秀的科學家、編輯、藝術家精心撰寫、設計的空前傑作。以深入淺出的解說，配以精美的圖解和照片，來詮釋深奧的學理，將科技的來龍去脈做一全盤性的解析。如此，不但可加深讀者對科技的理解程度，同時更可加深讀者對科技文明的認識。

本公司於取得國際性中文版權時，爲應運快速進展、日益更新的科技時代，即決定採用電腦來編此套書，以縮短出版時間，爭取時效與世界一流科學家同步。

一套科技百科全書，需動員無數具備專業知識的專家、學者，擔任翻譯、編審的工作；而編輯部的同仁更需不辭辛勞，付出心血，才能呈現出一套內容充實、可讀性高的完美叢書，此番盛情，於本書付梓之際，特以爲文，深表感激之忱。

當然，科技是日新月異的，爲使本套書能歷久彌新，本書有十年新資訊增訂服務，原出版公司每兩年會將新的科技資料增添印製，本公司也將主動印製增訂的內容，以期增加更廣泛、更深入、更尖端的科技新知，使本套書成爲歷久不衰的傳世巨著。

林孝輝 謹識

中華民國七十四年三月十五日

編輯委員：按姓名筆畫順序

- | | | | |
|-----|----------------------------|-----|------------------------------|
| 王小川 | 清華大學電機所教授
美國堪薩斯大學博士 | 祁 甦 | 交通大學光電所教授
美國布洛克林理工學院博士 |
| 王秀雄 | 師範大學美術系系主任
日本東京教育大學碩士 | 何東英 | 台灣大學化學系副教授
美國西北大學化學博士 |
| 王詠雲 | 清華大學化工所副教授
清華大學碩士 | 宋文薰 | 台灣大學人類學系教授
台灣大學歷史系畢業 |
| 方中權 | 中央地質調查所專員
加拿大紐芬蘭大學碩士 | 宋賢一 | 台灣大學農化系教授
農學博士 |
| 方俊民 | 台灣大學化學系副教授
美國耶魯大學化學博士 | 吳泰伯 | 清華大學材料科學所副教授
美國西北大學博士 |
| 白寶實 | 清華大學核工系副教授
美國辛辛那提大學博士 | 吳靜吉 | 學術交流基金會負責人
美國明尼蘇達大學哲學博士 |
| 朱建正 | 台灣大學數學系副教授
美國哥倫比亞大學博士 | 吳鑄陶 | 清華大學工程研究所所長
美國西北大學博士 |
| 朱偉岳 | 海軍軍官學校畢業
美國田納西大學電機所畢業 | 李祖添 | 交通大學控制工程所教授
美國奧克拉荷馬大學博士 |
| 朱傲祖 | 中央地質調查所專員
加拿大雅基地亞大學碩士 | 李敏雄 | 台灣大學農化系副教授
美國羅格斯大學博士 |
| 朱健次 | 台大醫學院微生物所副教授
美國貝勒醫學院博士 | 林允進 | 台灣大學造船研究所副教授
日本東京大學船舶工學博士 |
| 江萬煊 | 台大醫學院泌尿科教授
日本東京帝國大學醫科畢業 | 林宗洲 | 台大醫學院耳鼻喉科副教授
日本東京大學醫學博士 |

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

林宜勝 洪建全兒童圖書館館長
台灣大學外文系學士

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

洪祖培 台大醫學院神經科主任
日本北海道大學醫學博士

柳 檣 台灣省林業試驗所研究員
美國奧勒岡大學研究所研究

張石角 台灣大學地理系教授
英國倫敦大學碩士

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

楊兆麟 士林榮總婦產科主任
國防醫學院醫學學士

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

錢凡之 淡江大學物理學副教授
美國休士頓大學博士

郭明彥 大同工學院電機系副教授
交大電子研究所畢業

陳君傑 清華大學動力機械所副教授
美國羅格斯大學博士

陳建初 海洋學院養殖系系主任
日本九州大學農學博士

蔡章獻 台北市立天文台台長
韓國立命館大學

蔡義本 中央研究院地球所所長
美國麻省理工學院博士

簡曜輝 師範大學體育系系主任
美國明尼蘇達大學博士

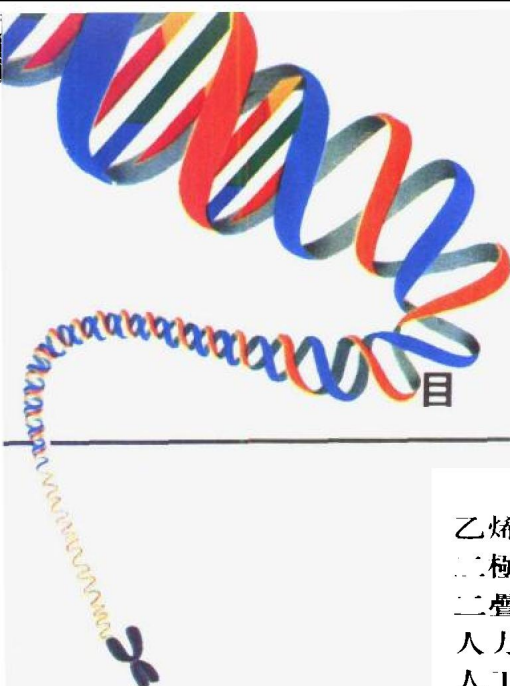
顏明雄 台灣工業技術學院副教授
日本東京工業大學博士

鄭元春 台灣省立博物館助理研究員
台灣大學碩士

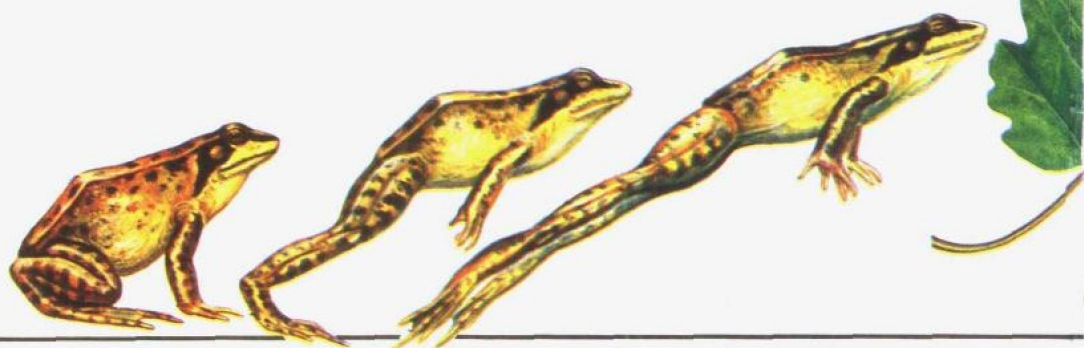
鄭文隆 台灣工業技術學院營建系教授
美國華盛頓大學土木博士

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

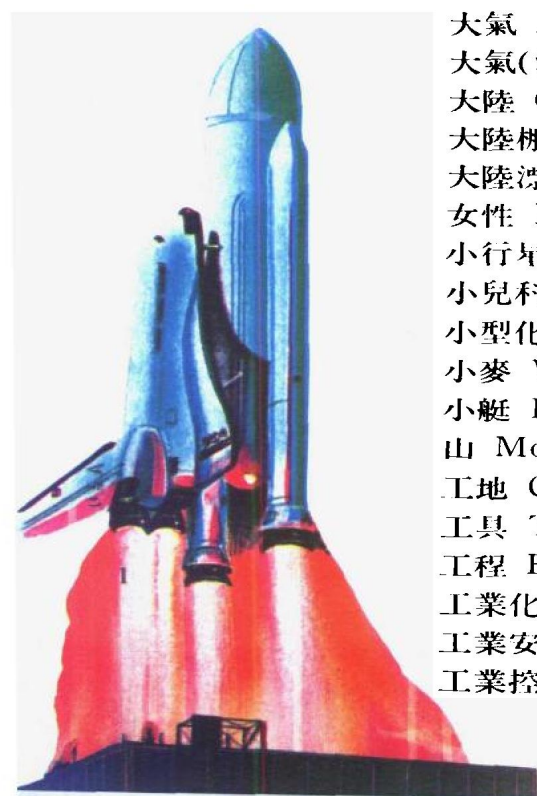
譚天錫 台灣大學動物系教授
台灣大學動物系畢業

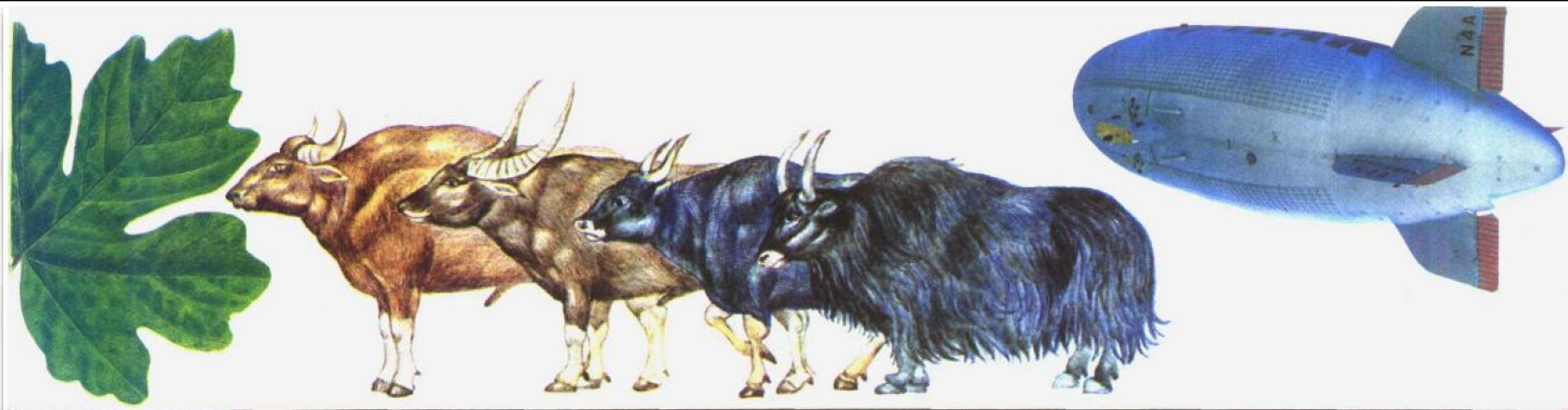


目錄



乙烯・聚乙烯 Ethylene and Polyethylene	10
二極體 Diode	12
二疊紀 Permian Period	14
人力飛行 Human-Powered Flight	16
人工智慧 Artificial Intelligence	18
人工器官・義肢 Artificial Organs and Limbs	20
人格失常 Personality Disorder	26
人種 Races of Man	28
人類 Man	30
人類(演化) Man, Evolution of	34
人類學(文化) Anthropology, Cultural	36
人類學(體質) Anthropology, Physical	38
人體 Human Body	42
力・力場 Forces and Fields of Force	46
力學 Mechanics	48
三觶龍 Triceratops	52
三疊紀 Triassic Period	54
Rh 因子 Rh Factor	56
土星 Saturn	58
土壤 Soil	62
大地測量學 Geodesy	66
大豆 Soybean	68
大氣 Atmosphere	70
大氣(演化) Atmosphere, Evolution of	74
大陸 Continent	76
大陸棚 Continental Shelf	78
大陸漂移 Continental Drift	80
女性 Female	84
小行星 Asteroid	86
小兒科學 Pediatrics	88
小型化 Miniaturization	90
小麥 Wheat	92
小艇 Boat	94
山 Mountain	98
工地 Construction Site	102
工具 Tool	104
工程 Engineering	108
工業化學 Chemistry, Industrial	112
工業安全 Safety Industrial	114
工業控制 Industrial Control	116





干涉・干涉術 Interference and Interferometry.....	118
弓 Bow	120
中央處理單元 Central Processing Unit (CPU).....	122
中央暖氣 Central Heating.....	124
中生代 Mesozoic Era.....	126
五穀類 Cereal.....	128
元素週期表 Periodic Table of the Elements.....	132
內分泌系統 Endocrine System.....	136
內科學 Internal Medicine.....	140
內視鏡 Endoscopy.....	142
內燃機 Internal-Combustion Engine	144
公路 Roads and Highways.....	146
六分儀 Sextant.....	150
分子 Molecule.....	152
分子(星際間) Molecules, Interstellar	158
分子(生物) Molecules, Complex Biological.....	160
分子生物學 Molecular Biology.....	164
分光光度器 Spectrophotometer.....	168
分信機 Mail Sorter.....	170
化石・化石作用 Fossil and Fossilization.....	172
化油器・注油器 Carburetor and Injector.....	176
化粧品 Cosmetics.....	178
化學 Chemistry.....	182
化學工廠 Chemical Plant.....	186
化學元素 Chemical Element.....	188
化學分析 Chemical Analysis	192
化學反應 Chemical Reaction.....	198
化學戰 Chemical Warfare	202
化學鍵・價 Chemical Bond and Valence.....	204
反物質 Antimatter.....	206
反射 Reflection.....	208
反戰車火箭 Bazooka	210
太空人 Astronaut.....	212
太空物理學 Astrophysics.....	218
太空航行學 Astronautics.....	224
太空偵察 Space Probe.....	232
太空梭 Space Shuttle.....	236
太空登陸偵察 Viking Space Probe.....	240
太空實驗室 Skylab.....	242
太空觀測站 Space Observatory.....	244



本書使用方法

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

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」爲藍本）。

例：化學元素

太空梭

「化」與「太」同樣爲四畫，「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：苯，部首艸應爲艸，艸六畫，連下面的本五畫計十一畫。例②：肺，月應爲肉，肉六畫，連右邊的市五畫計十一畫，其他：應爲水四畫、王應爲玉五畫、扌應爲手四畫、辵應爲足七畫等，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，爲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

糖尿病爲大條目，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。

乙烯·聚乙烯 Ethylene and Polyethylene

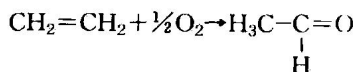
乙烯是一種沒有顏色的氣體，它的氣味讓人聞了會覺得頭暈。煤氣就是含有乙烯的成分，所以燃燒時可發出耀眼的火焰。如果把空氣與乙烯以約三比一的比例混合，則此混合物具有爆炸性，並可作為有效率的燃料，平均每立方公尺的乙烯可燃燒放出 1438 卡的熱量。

乙烯的功用並不僅止於供作燃料而已，它最引起我們興趣的地方是它在工業化學上的成就。乙烯在工業化學程序上誠然是一種極重要的原料，它經過各種不同的程序處理後，可反應生成許多有用的產物：環氧乙烷(ethylene oxide)、乙苯(ethylbenzene)、氯乙烷(ethyl chloride)、二氯乙烷(ethylene dichloride)、乙醇(ethyl alcohol)、聚乙烯(polyethylene)。而這些產物又分別是其其他上百種化學工業最終產品的原料。相較之下，乙烯幾乎可說是所有石化工業原料中最重要的一種了！

乙烯也是碳氫化合物中構造最簡單的一種烯烴類(alkenes or olefins)。一個乙烯分子是由兩個原子的碳和四個原子的氫所組成，所有的烯烴類所含有的氫原子數目正好是其所含有的碳原子數目的兩倍，所以烯烴類的分子式通常寫為 C_nH_{2n} 。乙烯的結構式通常寫成 $CH_2=CH_2$ ，式中兩條橫線表示雙鍵(double bond)結構，雙鍵中的一個鍵可用來跟其他原子或分子再鍵結，生成新的化合物。

主要的化學反應

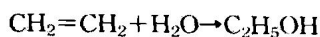
以氧化反應(oxidation reaction)為例，乙烯與氧結合生成乙醛(acetaldehyde)：



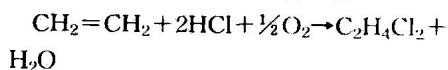
在氯化反應(chlorination reaction)中，乙烯與鹽酸經酸性催化反應後，生成氯乙烷：



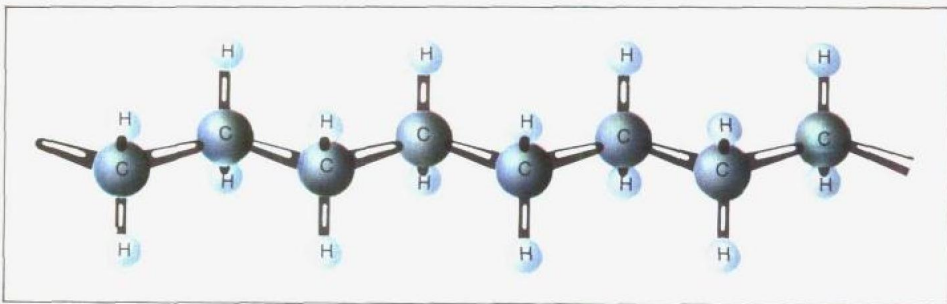
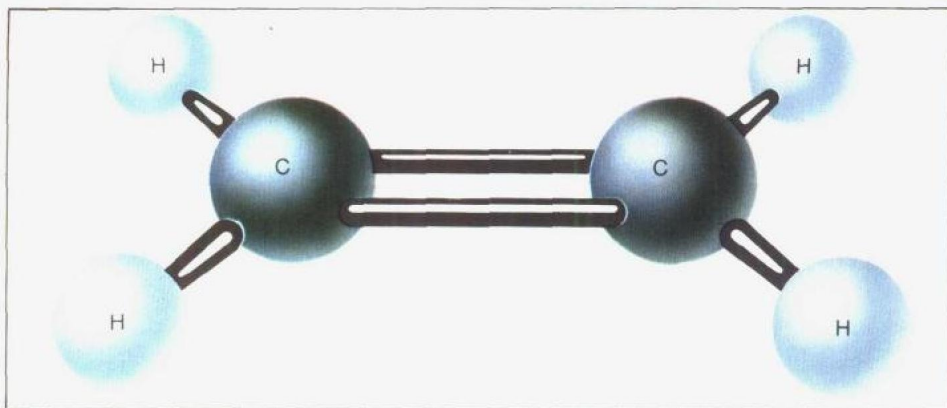
在水解反應(hydration process)中，乙烯與水結合生成乙醇：



在更複雜的氧氯化反應中，乙烯與鹽酸、氧一齊反應，生成二氯乙烷：



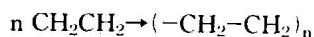
聚氯乙烯是全世界廣泛使用的塑膠



(plastics)之一，二氯乙烷就是供作生產此類高分子化合物的原料。

聚乙烯

乙烯本身也可相互聚合反應，生成一種名叫聚乙烯的塑膠：

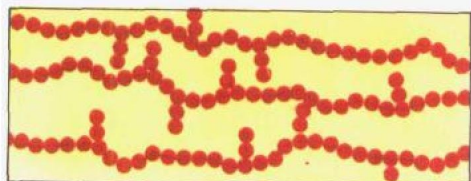
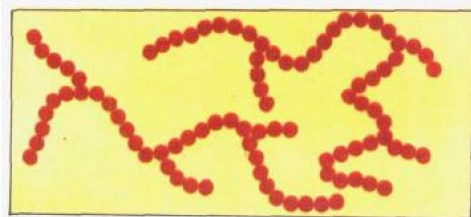
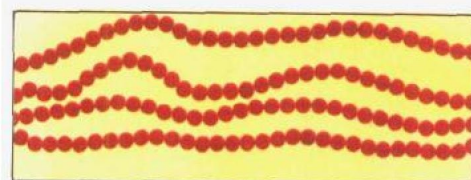


(此種反應方程式跟我們平常所看到的化學式略有不同，它是表示以相同的分子鏈結成一長鏈狀分子的標準型態。)

聚乙烯是我們日常生活中最常見，且最廣泛使用的塑膠類之一。它是一種稱為熱塑型的高分子化合物(thermoplastic resin)，此類化合物遇熱即軟化，但分子並不分解，待冷卻後又變硬。(其他的熱塑型高分子物質尚包括聚苯乙烯(polystyrene)、丙烯酸(acrylics)、聚纖維素(cellulose)、尼龍(nylons)、以及聚氟碳化合物(polyfluorocarbons)。

聚乙烯是一種很堅韌的物質，它可耐不同的溫度，不會被水解破壞，更能在極度惡劣的氣候下持久不變。同時它也是一種優良的絕緣體。製造業者即利用聚乙烯的堅韌性及柔韌性兼有的特性來製造出售。

如果你仔細環視你的家裏、辦公室，或車庫中，究竟有多少東西是此種多樣性化合物的應用？家中的自來水管可能大部分都是聚乙烯製成的管子，此類管子在數年



最上：乙烯分子包含兩個碳原子和四個氫原子。兩個碳原子間以雙鍵鍵結，每個碳原子又分別與兩個氫原子鍵結，在第二個圖裏，聚乙烯的結晶構造表示乙烯的雙鍵在聚合時已用上了。三個小圖則分別表示聚乙烯的三種基本型態構造：上：表示高密度的線狀分子；中：表示低密度的分枝狀分子；下：表示低密度，略有分枝的線狀分子。

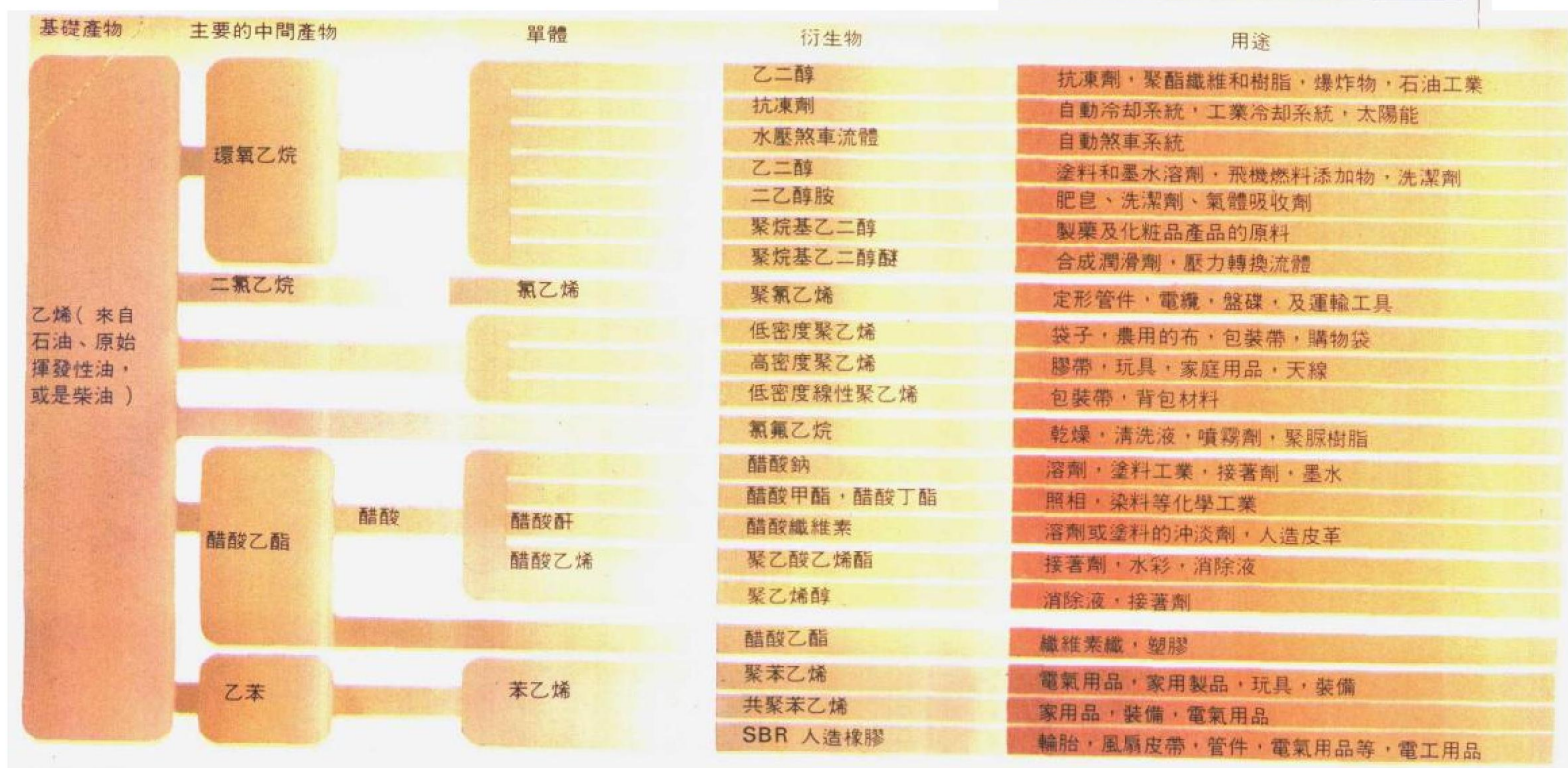
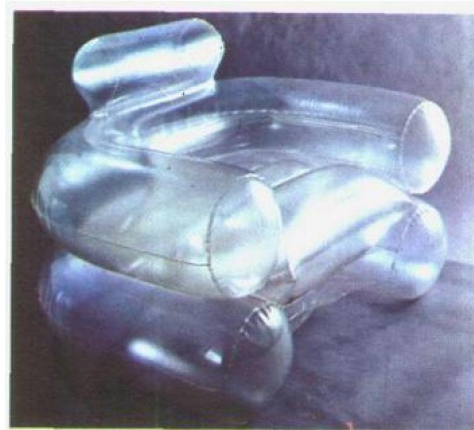
右：製造聚乙烯工廠的部分；中圖：由聚乙烯皮製成的氣墊椅。下圖：表示乙烯衍生物的製造過程及其用途。



前已取代了大部分的金屬管件了。另外包在電線外的絕緣體極可能也是聚乙烯所構成。若是您的冰箱裏有製冰塊的塑膠匣子，或是裝食物用的塑膠器具，幾乎也都是由聚乙烯做成的。

其他聚乙烯的應用尚有數百種，在現代化生活中常見的例子有盤子、杯子、各種餐具、刷子的柄及其他工具的手柄，甚至玩具等皆是。

聚乙烯可捲壓成薄片，供作裝食物的袋子或是冰箱內的容器。當車水馬龍的市街突然下起一陣傾盆大雨，對這些沒有攜帶雨具的行人而言，透明的聚乙烯製成的雨衣將非常的便利，因為這種雨衣可耐腐蝕、氣味，並極易清洗。此外在車庫內的瓶瓶罐罐或是廢物箱等物的構成材料，較早前使用的金屬，如今也大多被聚乙烯所取代了。



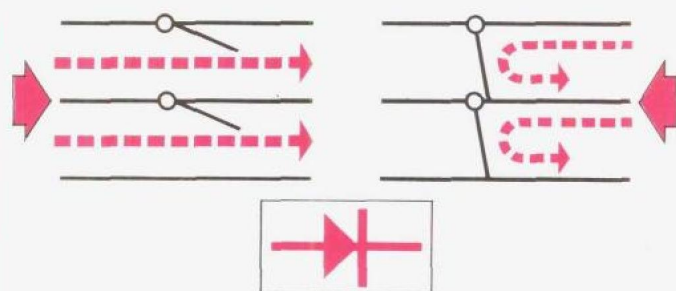
二極體 Diode

電線中流動的電流，可以比喻為水管中流動的水流：水管中有許多調整水流的設備，同樣地，在電線網路中，也有許多調整電流的設備。二極體就是這些設備中的一種。電流是由許多微小、帶負電的粒子流——電子流所組成的，而二極體的功用，就是要調整電流的方向；也就是，只准許電流往某一特定方向流動，而且常應用於將隨時改變方向的交流電 (alternating current, AC)，轉換成不會改變電流方向的直流電 (direct current, DC)。這種作用就叫做整流 (rectification)；這些應用於整流的二極體即為整流器 (rectifier)。

最早期的二極體是由真空管 (vacuum tube) 或含低壓力氣體的管子所組成的。在管子內裝有兩根細線——屏極 (plate) 與絲極 (filament)。由於真空管內有特殊設計，所以電子很容易從絲極跑到屏極上，但卻不容易從屏極跑到絲極上。這種真空管或氣體二極體 (gas diode) 仍可以在舊式的收音機或電視機中看到。但是，現在大致上已被半導體二極體 (semiconductor diode) 所取代了。

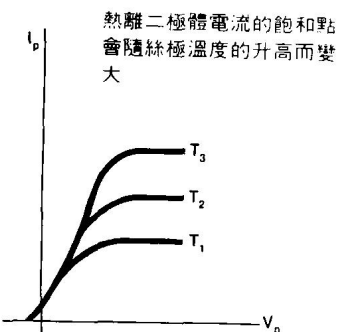
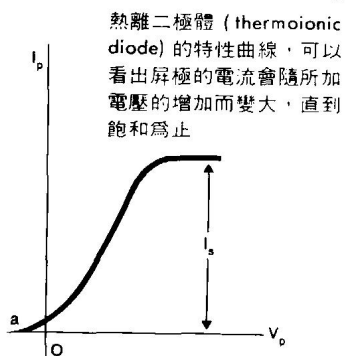
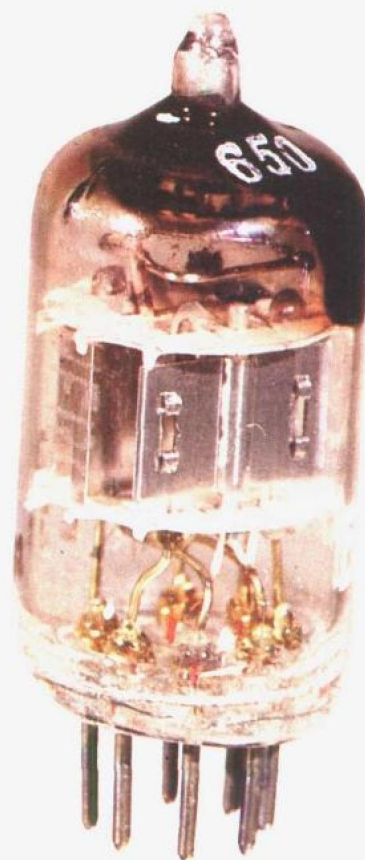
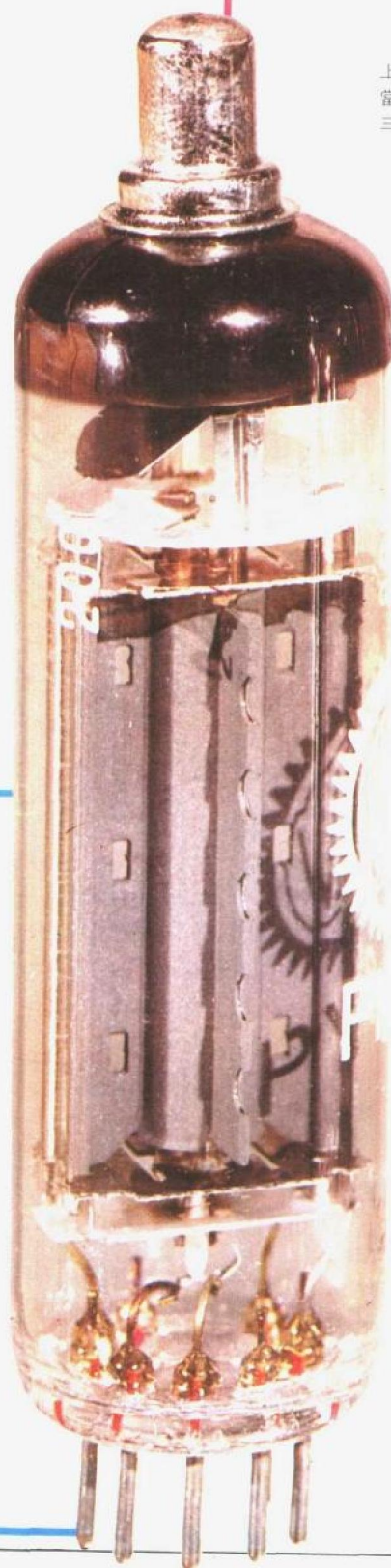
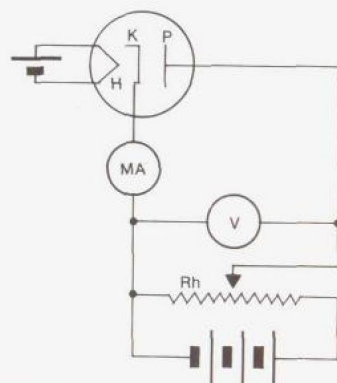
半導體

所謂的半導體是指像矽 (silicon, Si) 或鍺 (germanium, Ge) 這類既非電的良導體，也非絕緣體的物質而言。這些物質在



下：兩種依然還使用於高壓的真空管二極體

上：二極體的功用就是用於限制電流的方向。當加入控制電極限制電流的流量時，就會形成三極體，線路圖如下所示。



極純的時候，其內部的原子，會像晶體般呈現規則且週期性的排列。

但是當這些物質不純時，也就是說在這些物質內有雜質時，這種規則的排列就被破壞了。有時因為這樣，反而更容易傳導電流。有些時候為了更容易傳導電流，而故意將雜質加入。通常我們會有 P- 型和 N- 型兩種摻雜(doping)。在 N- 型的摻雜中，通常是加入砷(arsenic, As)，而在 P- 型中則是加入硼(boron, B)。

當我們在鍺中加入極微量的砷時，約一億分之一(10^{-8})，砷原子將會進入到鍺原子的規則且週期性金屬排列中。而且由於砷電子軌道中最外層含有5個電子，鍺的最外層電子只有4個，因此在這些排列中的砷原子會比其他的鍺原子多了一個電子，且這個電子所受的吸引力遠較其他的電子為小。因此只要有一些多餘的能量加給它，就能夠使這個電子自由地在物質內移動。也就是說，半導體之所以再加入雜質後，能夠較容易傳導電流，就是因為多了這個自由移動電子的緣故；而 N- 型這個名詞的由來，也是因為這個自由且帶負電荷(negative)電子的緣故。

在 P- 型的半導體中，則是將硼摻雜到鍺內。由於硼的最外層電子軌道上只有3個電子，較鍺少了一個，所以在硼加入於鍺規則的晶體排列中時，會多出一個空間，讓電子來占據、填滿。因為這個洞的緣故，當我們在外面施加一個電壓時，就會促使電子移動，即從一處跳到另一處，而使鍺變成了電的導體。至於稱為 P- 型的原因，則是因為產生了帶正電荷(positive)的電洞，供電子移動之故。

然而需要加以強調的是，雖然以上我們都是以一個電子或電洞做例子說明，但並非只有一個電子或電洞就能夠令半導體的性質做如此大的改變；而是當我們加入微量的雜質於半導體中時，所產生的電子或電洞數卻是非常多。因為一莫耳的粒子數有 6×10^{23} 個，若在一莫耳的半導體中加入一億分之一的雜質時，也能夠產生 6×10^{15} 個電子或電洞了。由於這些電子或電洞都參與傳導電流的工作，所以達成的效果就很大。

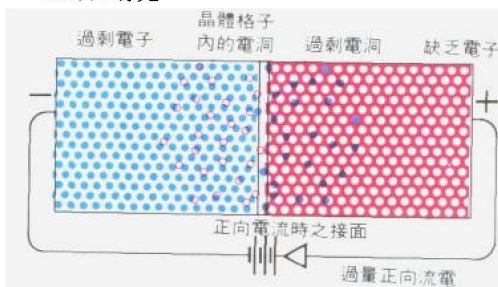
P-N 界面

半導體二極體是利用選擇性摻雜的方法，做出一層 N- 型，一層 P- 型的排列。當二極體是處於正向偏壓狀況時，在

N- 型物質邊界的一些電子，會跑到 P- 型物質內和電洞相結合，並且以熱或偶爾以光的形式將能量釋放出來，而且會和周圍的電子一起留在原處。因此在 P-N 界面附近會有一段區域，既沒有電子，也沒有電洞存在；也就是說，在這個區域內，N- 型物質是和正電荷一般，失去了電子，而 P- 型物質則和負電荷一般是得到了電子。但是在這一小段區域以外，N- 型物質依然有自由電子存在，P- 型物質也依然有電洞存在。

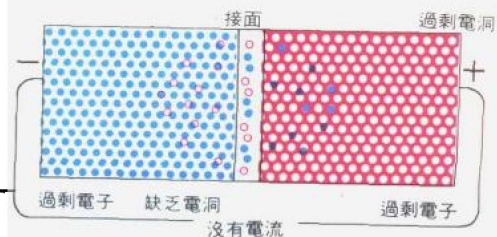
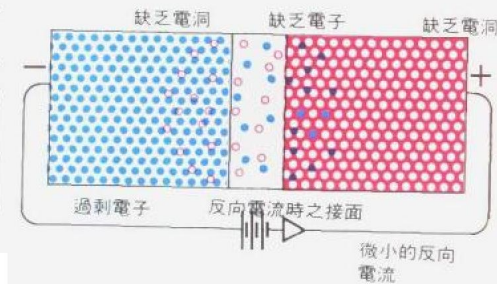
這個區域叫做 P-N 界面，只讓電子自由地往某一特定方向移動。電子可以自由地由 N- 型到 P- 型橫跨過界面，但是卻無法任意地由 P- 型到 N- 型。因為當電子在 P- 型區域和電洞相結合後，要想再回到 N- 型則需要再獲得能量後方可。對於電子而言，要由 N- 型跑到 P- 型去失掉能量是相當容易，但要想從 P- 型獲得能量回到 N- 型，則是件相當不容易的事情。我們可以將 P-N 界面看做是一個山丘，當電子要由 N 到 P 移動，就好比是下山。要由 P 到 N 移動，則有如上山一般。下山總比上山要來得容易多了。

一般家庭用的交流電電力，是每秒鐘來回變換60次。雖然收音機和電視機都可以通上這種電流，但是卻必須要直流電才能使它們的儀器操作。通常都是利用二極體將交流電轉換成直流電。但是二極體的用途，卻並非只是如此而已，像光電管(photoelectric cell)就是二極體的一種變形應用。發光二極體(light-emitting diodes, LED)是利用電子掉入 P- 型物質內的電洞與之結合時，釋放光能的特性做成的；目前發光二極體的用途非常廣泛，特別設計的發光二極體即為雷射二極體，可發射雷射光。



右上：不同種類的固態半導體二極體

右：這三個圖形是用來形容半導體二極體的原理，以及電子在間隙中，或電洞在半導體物質晶格中流動的情形。在每一個例子中，左邊的是 N- 型，右邊的是 P- 型



二疊紀 Permian Period

地質學家把地球的史前史劃分成四個時代，即前寒武紀、古生代、中生代及新生代。以前，曾有很多人相信在每個時代結束時，地殼都會發生很大的變動；現今雖然很少人相信這種說法，但是在古生代結束時（古生代是由五億七千萬年至二億三千萬年前），也就是在二疊紀時（其年代由二億八千萬年前開始），地球確曾發生相當大的變動

二疊紀的地質

山脈的形成是地殼經過褶曲和斷層作用所造成。現今所見的阿帕拉契山脈，那是在二疊紀時隆起，其雄偉壯觀的程度，可比美今日阿爾卑斯山脈；蘇俄的烏拉山脈

也是在那時造成，當時地殼正有一很大的造山運動，叫華力西造山運動（Variscan Mountains），其影響的範圍到達英國、法國北部及德國。在紐西蘭則有很多火山活動，南美洲的秘魯也有山脈在隆起。

在二疊紀時，地殼上各大陸板塊（continent）的確切位置，雖仍有一些爭論；但可確定的是，歐洲及亞洲大陸板塊此時碰撞在一起，造成此二大陸板塊接合起來。

在二疊紀時，海洋侵入了西歐及美國的西北部，沈積物充填了這些被海水侵入以及較低的地方。二疊紀後期，侵入歐洲及北美的海水退回原來海洋。在美國的西南部，有一個範圍很大的內陸海，海水蒸發後，形成規模很大的鹽礦（salt depo-

sits）；在西歐，也有一些侵入的海水被蒸發成鹽礦。

二疊紀的氣候

當二疊紀的內陸海被蒸發後，地球的氣候變得非常乾燥。在二疊紀前的石炭紀時，我們知道當時的氣候溫暖、潮溼，並有很多沼澤，但這種氣候到了二疊紀却有了很大的變動，氣候變得愈來愈冷，並且開始了數億年來最大規模的冰河時期；冰河的延伸可到達南半球，覆蓋的地區包括現今阿根廷之大部分、南非全部、大部分的印度及澳洲。然而，在北半球卻沒有冰河的痕跡，乾燥的氣候產生了很多沙漠，也造成了很多沙丘。在美國亞利桑那州，

下圖是二疊紀較冷及乾燥氣候所產生的新環境，如沙漠、大草原及開闊的森林；這種環境有利於爬蟲類的生存。在乾燥的氣候中（由海退及石炭紀中之沼澤消失等可見一斑），爬蟲類較兩棲類易於生存，陸地比空中所生存的動物則多很多；在空中

只有一些自石炭紀即生存的昆蟲。至於植物，則繼續依環境變化而生出適當應時氣候環境的種類；此種演化自石炭紀時即已開始。





現在仍可看到許多二疊紀時所造成的沙丘。

所以，二疊紀是地球歷史上，氣候及地質變動劇烈的一個時期。

二疊紀的生物

直到二疊紀屆臨，地球上最主要的動物

仍是兩棲類，但是牠們不易適應乾或冷的氣候，其中原因之一即是牠們須將卵產在水中，所以，由此推論相當多的兩棲類在二疊紀時絕種。雖然爬蟲類在石炭紀時就出現了，但並非當時的主要生物；不過，爬蟲類比兩棲類更能適應較乾燥及寒冷的氣候，所以漸漸的爬蟲類在數量、種類以及體積上都有增長，以致某些人認為二疊紀是爬蟲類時代(Age of the Reptile)的開始。

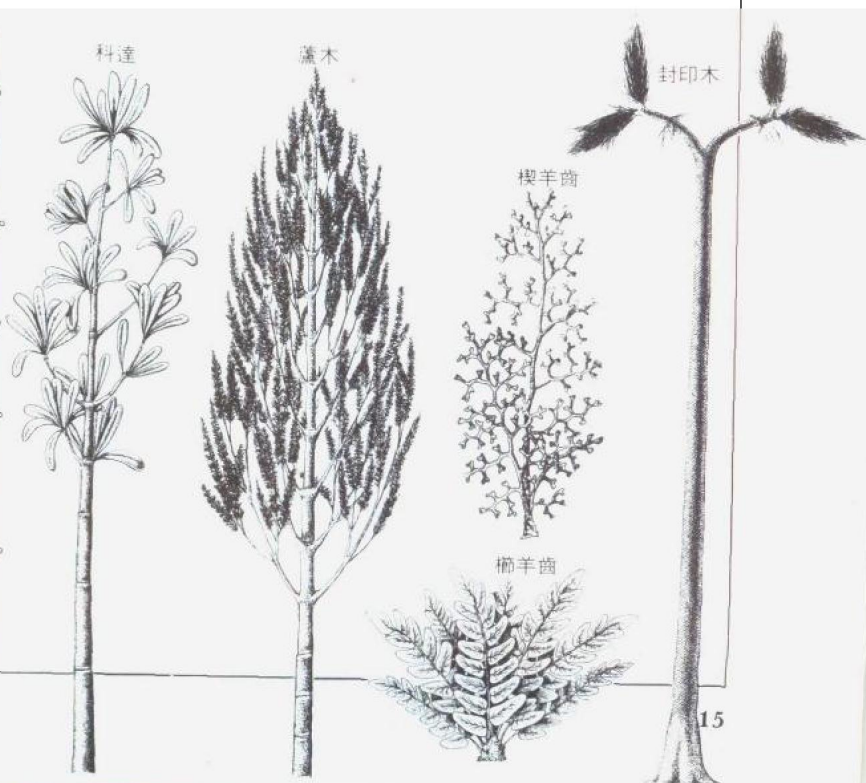
植物在二疊紀也有很大的改變。在石炭紀沼澤中所存在的大茂密熱帶森林皆消失，因為此時沼澤的水被蒸發乾而變成了沙漠。硬松類能承受較冷和較乾的氣候，所以在二疊紀中成了最繁盛的植物。

海水在二疊紀時也發生了很大的改變。在寒武紀已生存之三葉蟲，生存了幾億年後，在二疊紀時絕滅；這種生物的大變動，引起許多科學家的興趣，因為二疊紀的氣候變冷及變得乾燥，雖可解釋一些陸地的變動，但卻很難解釋對海水有那麼大的影響，致使三葉蟲在此時全部絕跡。所以，一些科學家認為二疊紀的一些海退及海進對海水產生非常大的影響，使得海水的鹽度改變，因此，一些內陸海在蒸發後，鹽度增高了。

在二疊紀結束時，地球上的生物已發生很大改變，雖然並非所有以前的生物都絕滅，但很多生物在以後的地質年代中，就沒有再出現了。

下：二疊紀時植物的分佈。植物的演化在石炭紀即因氣候改變而開始，此時分佈最廣的是原始羊齒類。

右下：二疊紀中植物化石。



人力飛行 Human-Powered Flight

駕駛推進器飛行的夢想由來已久。古希臘的傳說德狄勒斯(Daedalus)及伊卡爾斯(Icarus)中已曾提到過。當伊卡爾斯飛行太接近太陽時，固定雙翼的蠟熔化而導致落海。西元1959年初，英國工業家亨利·克雷瑪(Henry Kremer)所提供的50000英鎊獎金贈給首先完成兩塔間「8」字形航線飛行，並能在起飛與降落時越過3公尺高障礙物的飛行員。西元1977年8月23日，這難題終於被一架名為「輕鷹號」(Gossamer Condor)的飛行器所克服。這架飛行器由保羅·邁克雷狄博士(Dr. Paul B. MacReady)設計，而駕駛員是一位曾是職業自行車騎士的生物學家布萊恩·艾倫(Bryan Allen)。駕駛員體重61公斤，飛行器重31.5公斤。

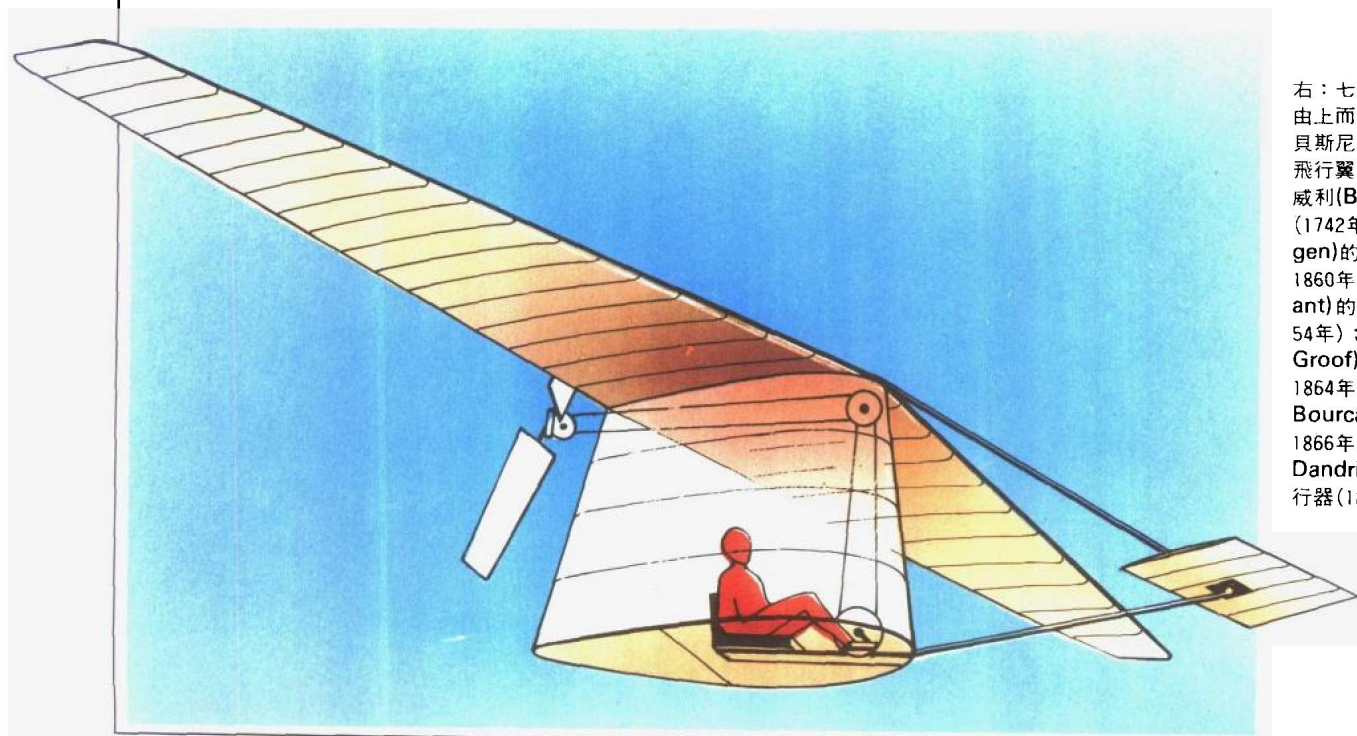
空中的自行車

輕鷹號的翼展長29.3公尺，比DC-9運輸機還長。就像最初萊特兄弟的飛機一般，它的主翼附有一前尾翅(canard)，即突出於主翼前的一個小翼，必要時可藉著控制小翼的傾斜做緩和的轉彎。至於其動力結構則與腳踏車原理相同，是藉著踏板帶動鍊輪及鍊條以轉動長形的兩葉螺旋槳所構成。這種螺旋槳有著極輕的骨架，外覆與飛行器本身同質的材料，那是一種堅韌、透明，稱為Mylar的塑膠。翼樑以鋁製成，橫互由數十根翼肋組成的翼面兩端；其他的支架則是由有縫褶的厚紙板及



上：雷翁納多所設計的人力鳥形飛行器 下則是更現代的人力飛行器的設計圖

從太古起人類就夢想飛行。由於迷惑於翅膀能帶來自由的感受，東西雙方民族都同樣地崇拜具有翅膀的諸神。事實上，最早有關人類飛行的傳說來自中國。由於人類無法集中肌力，只得繼續待在地面好幾世紀。後代的人們仍未灰心，他們以更科學的方式去闡明這一夢想。雷翁納多·達芬奇(Leonardo da Vinci)就費了許多時間致力於鳥類飛行及其生理結構的研究。



右：七種原始的機型
由上而下：法國發明家貝斯尼爾(Besnier)的飛行翼(1678年)；貝克威利(Baquerille)的翼(1742年)；丹琴(Dengen)的鳥形飛行器(1860年)；布倫特(Brent)的鳥形飛行器(1854年)；狄葛魯夫(De Groof)的鳥形飛行器(1864年)；鮑爾卡特(Bourcart)的飛行翼(1866年)；丹魯克斯(Dandrieux)的鳥形飛行器(1879年)