

教育部·審定版

國民中學 三年級下學期

自然 與 生活科技

第六冊



國家教育研究院籌備處編製

第八章 全球變遷

8-1	全球暖化與臭氧洞	10
8-2	海洋與氣候	16
活動8-1	觀察紅墨水的變化	20
	本章摘要	22
	參考資源	23



第九章 天然災害

9-1	水災	26
活動9-1	觀察不同材質的透水能力	30
9-2	坡地災害	32
9-3	旱災與水資源管理	36
	本章摘要	41
	參考資源	42



第十章 電磁作用

10-1	靜電	46
活動10-1	靜電現象	47
10-2	電壓、電流與電阻	55
活動10-2甲	串聯與並聯	55
活動10-2乙	電流與電壓的測量	64
10-3	電場與磁場	73
活動10-3	磁場	75
10-4	電流的磁效應	79
活動10-4甲	電流的磁效應	79
活動10-4乙	電磁鐵	84
活動10-4丙	載流導線受磁力作用	87
10-5	電磁感應	90
活動10-5	感應電流	91
	本章摘要	97
	參考資源	99



第十一章 電磁應用

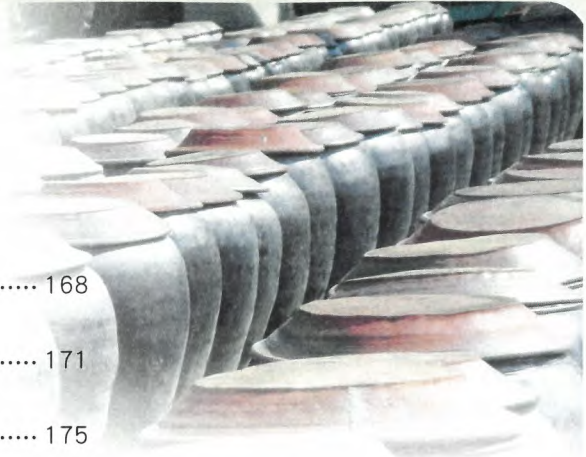
11-1	交流電	102
11-2	電流的熱效應	107
活動11-1	認識電流熱效應	109
11-3	直流電動機與發電機	114
活動11-2	直流電動機	117
11-4	從電廠到家裡	120
	本章摘要	126
	參考資源	128



第十二章 能源與動力

12-1	認識能源與動力	132
12-2	能源的種類與應用	135
12-3	動力的種類與應用	145
活動12-1	科學創意魔法車	153
12-4	能源的現況與展望	155
	本章摘要	163
	參考資源	164





第十三章 生物科技

13-1	生物科技的起源	168
活動13-1	食物腐敗了	171
13-2	傳統生物科技與生活	175
活動13-2	自己動手做優格	181
13-3	現代的生物科技	184
活動13-3	生物科技面面觀	189
	本章摘要	191
	參考資源	192



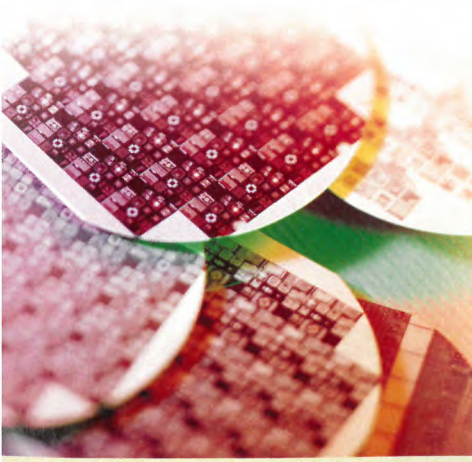
第十四章 科技與人力需求

14-1	科技產業現況	196
活動14-1	認識臺灣標竿企業家	199
14-2	就業市場需求與生涯規劃	202
活動14-2	認識工作世界	206
	本章摘要	209
	參考資源	209



中文名詞索引..... 210

圖片資料..... 213



第八章 全球變遷

8-1 全球暖化與臭氧洞

8-2 海洋與氣候

地球的海洋、陸地、大氣與其他生物都對人類的生活有著密切的影響，而相對地，人類的一切活動也深刻地影響著地球的環境。當我們在人口密集的水泥叢林裡，輕易地取得生活所需的一切資源時，是否曾想過，人類也正漸漸地為此方便與揮霍，付出慘痛的代價？生存在這顆行星上的每一份子，都有義務了解並珍惜地球與人類的關係。





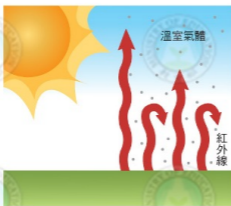
8-1 全球暖化與臭氧洞

工業革命以來，科技不斷的進步，讓我們的生活更加便利。但是在科技進步的同時，人類活動也漸漸地改變了自己生活的環境。全球暖化與臭氧洞，就是兩個最顯著的例子。

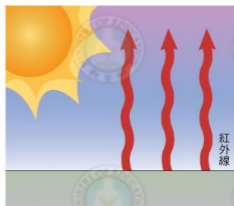
全球暖化與溫室氣體

好熱好熱，地球是不是越來越熱了呢？大氣科學家發現：近年來地球的平均氣溫有逐年升高的趨勢，這究竟是怎麼一回事呢？

地球表面的能量主要來自太陽。到達大氣層頂的太陽輻射，在經過大氣層時，部分會被大氣吸收和反射，大約只有一半的能量會到達地表。地表吸收太陽輻射後，會放出紅外線輻射。而大氣中有些氣體正好會吸收紅外線，並將這些能量再輻射至地表加熱近地層大氣，這樣的現象就叫做溫室效應（圖8-1）。地球大氣中的水氣、二氧化碳、甲烷等氣體都會吸收紅外線輻射，這些氣體稱作溫室氣體。



(a) 大氣含有溫室氣體，會吸收部分紅外線輻射而加熱大氣，使地表溫度維持在 15°C 左右。



(b) 若大氣無溫室氣體，地表的紅外線輻射會逸散至外太空，此時地表溫度將只有 -18°C 左右。

圖8-1 溫室效應示意圖

地球若是沒有這些溫室氣體吸收紅外線輻射，地球表面會比現在冷很多。因為適度的溫室效應，地球不冷也不熱，正好適合生物生存，地球上的生態也才能如此多姿多姿。

那麼溫室效應與溫室氣體和全球暖化又有什麼關係呢？溫室氣體的濃度若是增高，所吸收的紅外線輻射因而增加，地表附近的氣溫就會隨之上升（圖8-2）。也就是說，溫室氣體會導致溫室效應的增強，是造成全球暖化的重要因素。

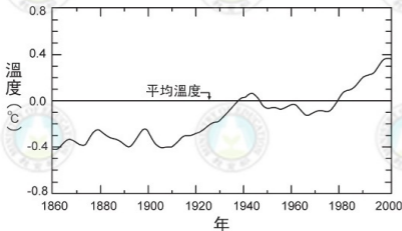


圖8-2 全球暖化示意圖（近150年全球平均氣溫距平曲線）。距平曲線是各年平均氣溫減去1961~1990三十年平均氣溫，即縱軸標示0°C的地方。由1860年至2000年間的溫度變化可發現到全球平均氣溫有明顯上升趨勢。

近百年來，全球平均氣溫與二氧化碳濃度有相似的變化趨勢。自工業革命以來，大量使用煤、石油等燃料以及砍伐大面積的森林取用木材、焚燒森林改成耕地等，都會造成二氧化碳（圖8-3）或是甲烷的濃度增加。而這些人為因素所增加的溫室氣體[☹]則加重溫室效應，導致地球表面的氣溫越來越高。



更·上·一·層·樓

1996年根據聯合國「政府間氣候變化小組」所發表的評估報告，全球二氧化碳的濃度仍在不斷上升，全球暖化的趨勢非常明確。意識到溫室氣體排放可能造成不能挽回的氣候變化，於是聯合國在1997年召開大會，簽訂「京都議定書」，以期管制溫室氣體的排放。



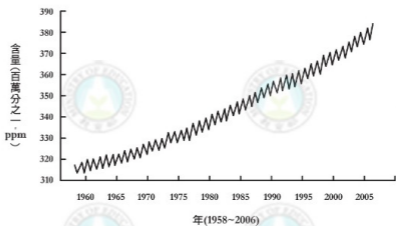


圖8-3 近50年二氧化碳濃度曲線圖



動·動·腦

圖8-3是夏威夷群島冒納羅亞 (Mauna Loa) 觀測站的二氧化碳隨年分的變化圖。為什麼二氧化碳的濃度曲線呈鋸齒狀？這樣的變化週期大約是多少？原因可能與什麼有關？

如果地球表面氣溫持續升高，將會對地球現有的環境帶來巨大的衝擊，如：極地冰原融化、海平面上升、全球氣候變遷、導致不正常暴雨、乾旱現象……等。這些對於生態體系、水土資源、人類社經活動與生命安全等都勢必造成危害。身為地球村一員的我們，不得不正視這個問題，並當身體力行，節約能源，注意溫室氣體排放，減緩人為溫室效應加劇的現象。

臭氧與臭氧洞


臭氧分子是由三個氧原子所組成，與由二個氧原子組成的氧氣不同。臭氧具有毒性，若吸入會對人體造成傷害。不過在平流層，臭氧可是保護地球生物的防護罩喔！



更·上·一·層·樓

環保署的空氣污染指數中，有一項是臭氧濃度。近地層臭氧的形成主要來自汽、機車所排放的廢氣經陽光照射後產生。當臭氧濃度太高會引起咳嗽、氣喘、頭痛、疲倦及肺部之傷害，同時對其他的動、植物都會有不良影響。



氧氣受太陽光的照射下，會吸收紫外線，分解成二個氧原子，經由催化劑的幫助，單獨的氧原子與氧分子會合成一個臭氧分子並放出熱量。離地表約20~30公里的地方，由於氧分子、氧原子的濃度適中，再經由催化劑的幫助，能夠有效地合成臭氧，使得此處維持有較高的臭氧濃度，又稱為臭氧層.



回·想·與·連·結


臭氧層的位置

臭氧層位於平流層低層中，約距地面20~30公里高。關於大氣的分層詳細可見第一冊2-1節大氣圈內容。



考·點·點

為什麼對流層的氣溫隨高度遞減，平流層的氣溫隨高度遞增？

那麼，臭氧層是如何保護地球的生物呢？臭氧分子能吸收部分紫外線，並分解成氧分子和氧原子，而單獨的氧原子又會和臭氧分子發生反應形成二個氧分子。因此臭氧在生生滅滅之際，便吸收了許多紫外線的能量，阻止了過多的紫外線到達地表傷害生物。

除了紫外線之外，有些物質可以當作催化劑加速分解臭氧分子，像是氯原子就有能力快速消滅臭氧，使平流層臭氧的濃度大量減少（圖8-4）。而平流層中的氯原子，多因近年來人為排放的氟氯碳化物在平流層受紫外線照射所分解而來。

氟氯碳化物並不是自然的產物，而是人類科技發展下的產品。由於氟氯碳化物本身很穩定，不易產生化學變化，因此常被用來做為冰箱或冷氣的冷媒以及噴霧劑的推進劑等。



更·上·一·層·樓

氧氣和臭氧分解所吸收的紫外線波長不同。氧氣分解所吸收的紫外線，波長皆小於240奈米；而臭氧分解所吸收的紫外線，波長則是介於200~320奈米之間。

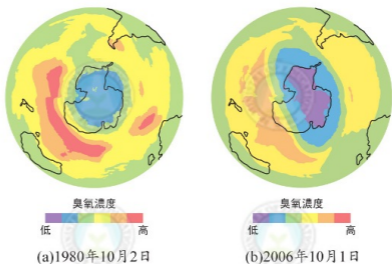


圖8-4 南極上空臭氧濃度分布圖

莫里納 (Mario Molina, 1943~)、羅蘭 (Sherwood Rowland, 1927~) 以及庫儒正 (Paul Crutzen, 1933~) 等科學家，在1974年提出了上述氟氯碳化物破壞臭氧層的理論。而1985年南極調查站的科學家法曼 (Joseph Farman, 1930~) 發現自1970年代開始，南極地區在每年的9、10月，也就是南半球的春季，臭氧濃度有急遽下降的趨勢，且每年臭氧濃度愈來愈低。美國航太總署的衛星所量測到的臭氧濃度也與法曼的觀測相符。至此，臭氧洞的存在便開始廣為人知。而提出臭氧洞形成理論的莫里納、羅蘭與庫儒正三人，也因此於1995年得到了諾貝爾化學獎。

目前全球已經達成共識，避免製造與使用氟氯碳化物。當我們購買冷氣、冰箱時，貼有環保標章的產品便是使用其他化學物質來代替氟氯碳化物，因此並不會破壞臭氧層。由於氟氯碳化物非常穩定，不容易從大氣中排除，所以目前平流層的臭氧仍持續遭到破壞，但由於全球各國的努力，已有減緩的趨勢👉。

更·上·一·層·樓

由於使用氟氯碳化物等化學物質會破壞臭氧層，1987年9月16日聯合國環境規劃署召集世界各國共商對策，於加拿大蒙特婁市舉行國際會議，並由二十六個國家共同簽署「蒙特婁破壞臭氧層物質管制議定書」，管制氟氯碳化物使用。



臭氧濃度減少意味著會有較多的紫外線到達地表，照射過多的紫外線，會使我們曬傷，甚至改變我們細胞內分子的結構，造成皮膚病變和白內障等疾病。因此環保署每天都會預報各地的紫外線指數（UVI），代表各地接收到的紫外線強度，以預防紫外線對我們的傷害。



動·動·聽

為什麼近地表大氣的臭氧無法上升至平流層來「填補」臭氧洞？

紫外線的強度與太陽光入射角有密切關係，在日正當中時，紫外線強度最大。環保署將每日的「紫外線指數」定義為中午時所計算出來的紫外線強度。紫外線指數分為0~15級，紫外線指數在5~6級以上時就要小心防曬，除了塗抹防曬油之外，戴帽子、墨鏡以及穿著長袖衣物都可以避免紫外線的傷害（表8-1）。

表8-1 紫外線指數分級與防護措施

紫外線指數	曝曬級數	曬傷時間	建議的防護措施
0~2	微量級		
3~4	低量級		
5~6	中量級	30分鐘內	帽子／陽傘＋防曬液＋太陽眼鏡 ＋盡量待在陰涼處
7~9	過量級	20分鐘內	帽子／陽傘＋防曬液＋太陽眼鏡 ＋陰涼處＋長袖衣物＋上午十時 至下午二時最好不外出
10~15	危險級	15分鐘內	帽子／陽傘＋防曬液＋太陽眼鏡 ＋陰涼處＋長袖衣物＋上午十時 至下午二時最好不外出



8-2 海洋與氣候

海洋約佔地球表面積的70%，且海水的比熱大，對於地球系統熱量的平衡非常重要。除了影響沿岸地區的氣候外，透過與大氣的交互作用，還會影響到全球的氣候。以下就讓我們來看看海洋如何對氣候造成影響吧！

海流

海表面的海水流動，主要是由於海表面空氣的流動（風）所造成，再加上地球自轉的效應而形成現在我們看到的全球海流（圖8-5）。由赤道往極區的海流，其水溫會較周圍海域來得高，稱為**暖流**；而由極區往赤道的海流，水溫較周圍海域來得低，稱為**冷流**。

海水流動對於地球表面熱量的傳送非常重要，也直接影響**海表面溫度**的分布（圖8-6）。我們可以看到暖流所經之處，其海水溫度較同緯度的其他地區來得高。暖流攜帶赤道附近的熱量，流往極區，可使海水溫度於不同緯度的差異變小，同時對沿岸的氣候也有相當大影

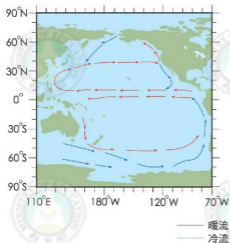


圖8-5 太平洋表面海流示意圖

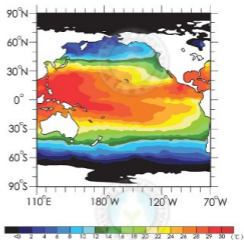



圖8-6 太平洋海表面溫度圖



響。暖流經過的地區，氣候會較為溫暖潮濕；相對地，冷流經過的地區，氣候則較為涼爽乾燥。

聖嬰現象

海洋不只影響沿岸地區的氣候，更會影響到全球氣候。近赤道的太平洋海面上在一般的氣候狀況下，風常由東往西吹而帶動海水由東往西流。所以在東太平洋，深層的海水需要往上補充被帶走的海水，形成「湧升流」。

由於下層的海水較冷，因此有湧升流的區域，海表面溫度通常較低。南美洲沿海常有湧升流，一般在此處氣壓較高，伴隨下沉氣流，氣候較乾燥，甚至形成沙漠氣候；西太平洋海表面則溫度較高，氣壓較低，伴隨上升氣流，如印尼群島一帶氣候呈現潮濕多雨，屬熱帶雨林區。

當東太平洋在南美洲沿岸的湧升流變弱，甚至停止的情況發生時，海表面的溫度便會比平常溫暖，秘魯外海的浮游生物因而減少，使得魚類也隨之減少，海鳥也就不出現了；陸地上則開始有降雨，使得原先乾枯的沙漠氣候出現生機。上述現象通常發生在每年十二月聖誕節的前後，當地漁民稱之為聖嬰。

聖嬰現象發生時，東太平洋湧升流減弱、海表面溫度上升，氣壓降低；相對地，西太平洋海表面溫度則下降、氣壓升高（圖8-7）。如此一來，主要降雨區由原本的西太平洋地區向東移至中太平洋甚至東太平洋，造成南美洲的降水增加，使得沿岸的沙漠長出綠草，可以種植香蕉、椰子等作物，甚至有可能發生水患；而在印尼、馬來西亞、澳洲等地則因降水減少，易發生乾旱、森林大火等災害。



更·上·一·層·樓

湧升流是由較深處的海水往上流至海面的垂直冷海流，多分布在太平洋東岸及大西洋東岸。湧升流將深海的營養鹽帶至海表面，該處的浮游生物因此較多，會吸引大量魚類到此處覓食，形成主要的漁場。以秘魯外海為例，湧升流所帶來的魚獲不僅是秘魯漁夫重要的生計之一，隨著魚群出現的海鳥，其排泄物所製造的肥料更是當地重要的經濟來源。



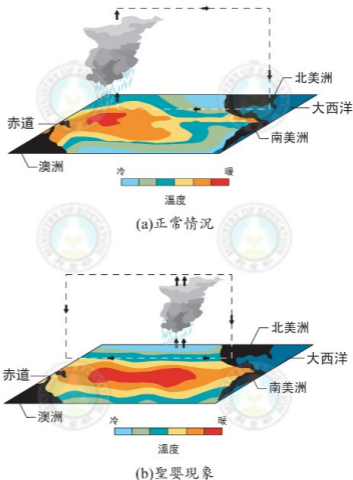


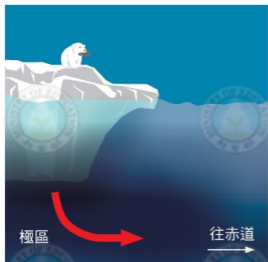
圖8-7 海表面溫度與大氣環流示意圖

深海環流

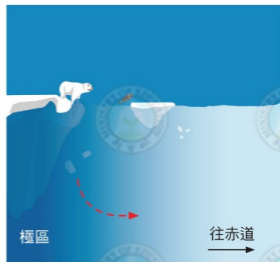
大洋中除了表面海流之外，深處的海水也會流動，稱為**深海環流**。極區的冷海水表面結冰時，海鹽被析出，使得海冰下的冷海水變得更鹹、密度變大，因此會下沉到海洋深處，並且往赤道方向移動。就如同泡製蜂蜜糖水時，我們將蜂蜜糖漿倒入水中，蜂蜜糖漿會立刻沉到水底一般，就是因為蜂蜜糖漿的密度較大的緣故。深海環流即是由於海水溫度和含鹽量不同所造成的，所以又稱**溫鹽環流**。

深海環流的流動速度非常緩慢，但當冷海水在極區下沉並往赤道傳送時，也帶動了海表層較暖的海水往極區補充，加強赤道往極區的表面洋流，使得極區和赤道地區的海水溫差變小，進而影響沿岸氣候。

科學家們對於全球暖化的議題相當地重視，其原因也跟深海環流有關。全球暖化會造成極區積冰融化，使得海水鹽分減少、密度變小，深海環流下沉趨勢因而減弱，造成流速減慢，甚至停止（圖8-8）。一旦深海環流減弱，將會使由赤道往極區的能量傳遞減少、高低緯地區的溫差變大，劇烈天氣發生的機會也將增加。



(a) 一般當極區溫度很低時，大量海水結成海冰，此時海冰下的海水較其他區域的海水密度為大（圖中以顏色深淺表現海水密度差異），此密度差異於是驅動深海環流（圖中紅色箭號即深海環流）。



(b) 當全球暖化現象嚴重時，極區的海冰融化，造成海冰下的海水密度變小，即與其他區域海水的密度差異變小，深海環流的驅動力因而減弱，深海環流的流速於是減緩（圖中以較細的虛線箭號表示微弱深海環流），甚至停止。

圖8-8 深海環流示意圖



活動 8-1 觀察紅墨水的變化

活動目的：

藉由觀察紅墨水溶液結冰前後的變化，了解深海環流形成原理。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
紅墨汁	數滴
免洗透明塑膠杯	1個
保利綸杯(碗)	1個
小毛巾	1條

活動步驟：

1. 取一個免洗透明塑膠杯，於杯內裝水約七至八分滿。
2. 於裝水的杯中滴入3~5滴的紅墨汁並加以攪拌，使其成為均勻的紅墨水溶液（如圖1），於室溫下靜置5~10分鐘，觀察水溶液的顏色並做紀錄。
3. 用毛巾小心包覆塑膠杯外圍及杯口處（如圖2），而後將包覆好毛巾的塑膠杯慢慢塞入保利綸杯中（如圖3）。注意保利綸杯與塑膠杯中不能有空隙，且作此步驟的時候應謹慎維持杯中液面的平衡，以防不慎灑出。
4. 將保利綸杯放入冷凍庫中，靜待6小時以後，將保利綸杯由冷凍庫拿出，小心將塑膠杯由保利綸杯中取出，以毛巾擦拭塑膠杯杯面，觀察紅墨水溶液凝固後的情形並做紀錄。
5. 將結冰的紅墨水溶液靜置於室溫下2小時待其完全融化，觀察紅墨水溶液顏色的分布情形並做紀錄。



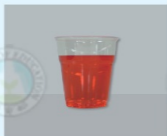


圖1



圖2



圖3

活動討論：

1. 為什麼選擇保利綸材質作為外容器？又為什麼要做第3步驟，也就是以毛巾包覆塑膠杯，再將塑膠杯塞入保利綸杯中的動作？
2. 溶液結冰後的塑膠杯經過擦拭，看到的冰塊顏色如何分布？與未結冰前的水溶液顏色分布相同嗎？為什麼？
3. 在步驟5中，融冰後的紅墨水溶液顏色分布情形與步驟2中的溶液是否相同？為什麼？

本章結語

地球的大氣、海洋和生物活動彼此影響、緊密連結。人類活動改變了大氣的組成，同時也影響了海洋；而海洋的改變又會影響大氣，造成全球環境變遷，可謂牽一髮動全身。在科技進步的同時，我們也應正視人類發展對地球環境的衝擊，以及大自然的反撲。

本章摘要

1. 地球表面的輻射能量主要來自太陽，而地表吸收太陽輻射後，會放出紅外線輻射。大氣中有些氣體會吸收紅外線，並將這些能量再輻射至地表加熱近地層大氣，這樣的現象就叫做溫室效應。
2. 地球大氣中的水氣、二氧化碳、甲烷……等氣體都會吸收紅外線輻射，這些氣體稱作溫室氣體。而全球暖化的原因，是因為溫室氣體濃度不斷升高，吸收較多紅外線，因而地表附近的氣溫就會隨之上升。
3. 近百年來，全球平均氣溫與二氧化碳濃度有相似的變化趨勢。自工業革命以來，二氧化碳或是甲烷的濃度不斷增加，加重溫室效應，導致近地表氣溫越來越高。
4. 臭氧分子是由三個氧原子組成，而氧分子是由兩個氧原子所組成。臭氧具有毒性，若吸入會對人體造成傷害。但在平流層中，臭氧則是保護地球生物的防護罩。
5. 離地表約20~30公里處是臭氧濃度最高的地方，因此又稱為臭氧層。臭氧能吸收紫外線，保護地球生物。
6. 自1970年代開始，科學家觀察到南極地區在每年南半球的春季時，臭氧濃度有急遽下降的趨勢，且臭氧濃度逐年降低。後來發現氟氯碳化物會破壞臭氧層，目前全球各國已經限制使用氟氯碳化物。
7. 紫外線指數（UVI）的定義是：中午時所計算出來的紫外線強度，並且分為0~15級。
8. 海流主要是由於風吹動了海水，再加上地球自轉的效應而成。
9. 海流可以使海水溫度於不同緯度的差異變小。此外，暖流會使沿岸的氣候較為溫暖潮濕，而冷流經過的地區氣候則較為涼爽乾燥。
10. 東太平洋於常年有明顯湧升流，海溫較低、氣壓較高且伴隨下沉氣流，氣候較乾燥；而在西太平洋，則海溫較高、氣壓較低伴隨上升氣流，氣候潮濕多雨。
11. 聖嬰現象約發生在12月左右，此時南美洲沿岸的湧升流變弱、海表面溫度升高、漁產減少、降水增加。



12. 深海環流是由於海水溫度和含鹽量不同造成的，所以又稱溫鹽環流。深海環流使得極區和赤道地區的海水溫差變小，進而影響全球氣候。
13. 深海環流會因全球暖化而減弱，造成赤道往極區的能量傳遞減少、高低緯地區的溫差變大，劇烈天氣發生的機會也增加。

參考資源

書籍

1. 國立編譯館（2002）。國民中學地球科學（全一冊）。臺北市：國立編譯館。
2. 國立編譯館（2002）。國民中學選修地球科學（全一冊）。臺北市：國立編譯館。
3. 魏國彥、許晃雄編著（1997）。全球環境變遷導論。臺北市：教育部。
4. Thomas E. Graedel、Paul J. Crutzen著；陳正平譯（1997）。變色的天空：大氣與氣候變遷的故事。臺北市：教育部。

網站

1. 中華民國行政院環境保護署
<http://www.epa.gov.tw/>（2008年7月）
2. 工業技術研究院能源與環境研究所
<http://itri.org.tw/chi/eel/index.asp>（2008年7月）
3. 教育部學習加油站
<http://content1.edu.tw/>（2008年7月）
4. 國立臺灣大學全球變遷中心
<http://www.gcc.ntu.edu.tw/>（2008年7月）
5. 國立中央大學應用地質研究所
<http://gis.geo.ncu.edu.tw/>（2008年7月）
6. 北一女中地球科學學習網站
<http://earth.fg.tp.edu.tw/>（2008年7月）
7. 科學月刊全文資料庫
<http://163.14.136.54/science/science.htm>（2008年7月）

第九章 天然災害

9-1 水災

9-2 坡地災害

9-3 旱災與水資源管理

林立的高樓已經漸漸剝奪了都市人仰望藍天的自由；
水泥與鋼筋的蔓延也逐步取代了綠色的山林原野。
人類對地球的依存，
不僅僅是仰賴它有形的資源，
還有一份對它情感上的寄託。
我們為了自己的便利和舒適，
未經周詳的思慮就對大地恣意開墾，
在自認為生活品質提高的同時，
大地卻不斷的受到傷害，
而生存於其間的我們又將面臨怎樣的惡果呢？





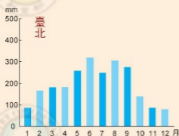
9-1 水災

颱風和梅雨季節所帶來的豐沛雨量，是臺灣地區主要的雨水來源[☔]；午後雷陣雨往往為炎夏的暑氣注入一絲的清涼。每當雨水驟降，我們除了享受這份大自然的恩賜，同時也必須留意大量而集中的降雨可能帶來的災害（圖9-1）。例如，民國85年7月31日侵襲臺灣的賀伯颱風

更上一層樓

臺灣降雨季節性分布

臺灣地區的平均月雨量隨季節而變化，尤其是中南部地區，降雨明顯集中在夏季。



更上一層樓

大雨：

24小時累積雨量達50毫米以上，且其中至少有1小時雨量達15毫米以上之降雨現象稱為大雨。

豪雨：

24小時累積雨量達130毫米以上之降雨現象稱為豪雨。若24小時累積雨量達200毫米以上稱之為大豪雨；24小時累積雨量達350毫米以上稱之為超大豪雨。

風，在阿里山山區的最大單日降雨量超過1000毫米，幾乎是當地30年間7月平均降雨量的2倍，在山區引發嚴重的土石流。民國94年6月，由於梅雨鋒面滯留所帶來的超大豪雨[☔]，在雲、嘉、南部分地區連續數日累積降雨量接近1500毫米，使得沿海低窪地區積水不退長達一星期。



圖9-1 大量而集中的降雨造成都市低窪地區淹水（臺北縣中和市）



雨水滲入地下的速率常受到地表坡度、岩層透水性、地面植被等影響。當降雨無法及時被土壤吸收滲入地下，將會使得地面逕流量增加⁽⁵⁾，大量的水往低窪地區匯集，容易導致水災發生。

陡峭的山坡地（圖9-2），雨水會沿坡面快速流下，土壤和岩層沒有足夠時間吸收水分，使得逕流量增加，地勢較低區域容易引發水患。露出地表的岩層，如果是透水性不佳的頁岩或泥岩，雨水也比較容易累積在地表。近年來都市地區高樓林立，地面大多被水泥或柏油所覆蓋（圖9-3），雨水難以滲入地下，使得淹水機會大增。而植物能涵養水分，因此地表有植物被覆的地方（圖9-4），不僅可以減少逕流量，更可以減少雨水對土壤的沖刷，保護土壤不致流失。



思·上·一·圖·樓

降水無法完全為土壤吸收時，在地面匯集而成的水流，稱為逕流。相對的，若降水能快速滲入地下，可使得地表逕流量的累積速度減緩，而較不容易在低窪處積聚。但都市化常使得不透水材質鋪設路面的比例增加，每逢大雨便常形成大量且流速較快的地表逕流，因而更容易發生淹水。



圖9-2 缺乏植被的陡峭坡地
(南投縣九分二山)



圖9-3 透水性差的都會區
(臺北市)



圖9-4 植被完善的坡地
(南投縣溪頭)

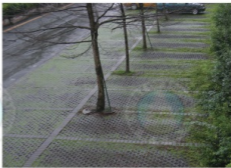


圖9-5 透水磚鋪設的地面
(臺北縣新店市)

避免淹水最根本的方法，就是讓雨水能順利的宣洩出去，因此準確的降雨預報、修築良好的排水系統與河川整治都是避免淹水的重要課題。若水量集中且超過排水系統的排水能力、或者排水設施老化、損壞，都可能使得低窪地區因為來不及排水而淹水。因此透水性建材的使用（圖9-5）、排水設施如抽水站的設立與維護（圖9-6），均是避免淹水的基本方法。另外，做好河川的整治工程，也可以讓大量降雨後驟增的河水不致氾濫成災。



圖9-6 臺北市玉成抽水站



史·上·一·圖·樓

如果想要了解各地區氾濫平原的分布，可以上網至「[內政部營建署區域計畫地理資訊查詢系統](http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/fcu-gis/)」，網址為「<http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/fcu-gis/>」，即可查得相關資訊。

在河流的上游區域，如果發生大量而密集的降水，在中下游地區常會造成河水暴漲，甚至發生氾濫的情形。容易遭受河水氾濫的區域稱為氾濫平原（圖9-7），其淹水機率較高，並不適合一般建築物的設立。因此在土地開發時應考慮河流的排洪量，公告河流宣洩洪水的區域，並限制其使用。





(a) 大佳河濱公園淹水時 (臺北市)



(b) 大佳河濱公園平時 (臺北市)

圖9-7 河道旁易受河水氾濫的區域，在水量大時常會被氾濫的河水所淹沒。

洪水氾濫固然可能對人們造成生命、財產的損失，但往往也能為下游的沖積平原帶來肥沃的土壤，例如尼羅河水固定每年週期性的氾濫，造就了富庶的古埃及文明（圖9-8）。學會與大自然和平共處，不僅可以減少災害所帶來的損失，甚至能為人類締造出更有利的生存環境。

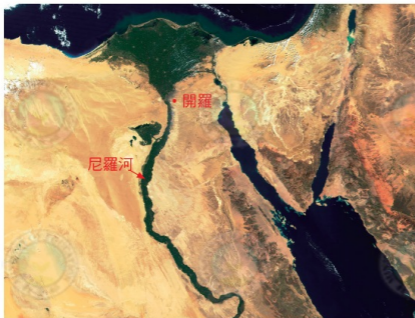


圖9-8 尼羅河的沖積平原



更·上·一·層·樓

「民國89年7月22日，在嘉義縣八掌溪進行河床整治工程的四名工人，因為山洪爆發走避不及而被洪水沖走……」。在多雨的季節裡，如何能避免這樣令人遺憾的事件發生呢？

在溪邊活動時，應該隨時留意各種警訊。例如，當來自上游的水，突然變得混濁，或是有些不是水邊的植物隨水漂來，很可能是因為上游大雨沖刷所造成的現象，此時應盡速離開水邊，以免隨後的山洪爆發、溪水暴漲造成傷害。





活動 9-1 觀察不同材質的透水能力

活動目的：

藉由觀察日常生活中常見的材質，比較其透水性的差異，以了解降水由地面滲透至地底所需時間的不同。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
1公升寶特瓶	數個
黏土	1包
馬表（也可以用具有計時功能的手錶取代）	1個
油性筆	1支
美工刀	1把
直尺	1把

活動步驟：

1. 取一寶特瓶將其上、下兩端裁去，取得中空的管狀中段。
2. 選擇戶外陰涼、平坦處，將步驟1所製成之寶特瓶立於水泥地面，並以黏土將寶特瓶與水泥地面間的空隙補滿，使水無法由空隙流出。
3. 將水倒入上述寶特瓶中，在水面處以油性筆作記號。計時3分鐘觀察水滲透至地下後，瓶中的水面高度並作記號。記錄下3分鐘內水面高度下降多少，並將結果記錄下來。
4. 重複步驟2、3，並依序將水泥地面換為柏油路面、PU跑道、土壤、透水磚或其他材質，並將結果記錄下來。





圖1 步驟1



圖2 步驟2



圖3 步驟3

活動討論：

1. 根據紀錄，透水性最好的材質是何者？透水性最差的材質是何者？
2. 步驟2中地點的選擇應為「戶外陰涼、平坦處」，你認為是什麼原因呢？
3. 易淹水的區域在規劃公共設施、綠地及選擇建材時，你有什麼建議？

9-2 坡地災害

臺灣位於歐亞板塊與菲律賓板塊的交界帶，板塊間互相的擠壓，使得臺灣地區地震頻繁、地勢起伏大而且岩層較為破碎（圖9-9）。加上部分區域降雨量豐沛且集中，使得臺灣極為容易發生坡地災害（圖9-10），例如山崩和土石流。因此了解坡地災害發生的原因，對生活在這塊土地上的我們而言，是足以影響生命及財產安全的重要課題。

引發山崩的原因有很多，包括順向坡、山坡地不當開發、大量降水或者地震造成的土石鬆動，這許多的因素包括了自然以及人為的影響，都可能使得地表的岩屑、土壤沿坡面下滑而造成山崩。

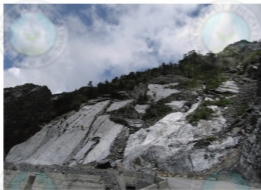


圖9-9 破碎的岩層（臺東縣南橫埡口）



圖9-10 山崩（臺中縣新社鄉）

地底下岩層的傾斜方向與地面山坡的傾斜方向接近的坡地，稱為順向坡（圖9-11）。順向坡的坡腳如果因為道路開發等因素而被挖除，上方的岩層會失去支撐而容易滑落，導致山崩發生（圖9-12）。而岩層的傾斜方向與坡面的傾斜方向相反，則稱為逆向坡，較少發生山崩。





學·動·思

還有哪些情況會造成坡腳挖除？



圖9-11 野外的順向坡（臺東縣南橫垭口）

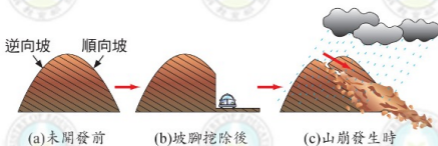


圖9-12 順向坡示意圖

降雨在坡地災害中，扮演極為重要的角色。大量而集中的雨水，不僅會增加坡地的負荷，同時也會減低坡地土石與岩層間的摩擦力，而更容易發生山崩。尤其是地表土石較鬆動的地區，若再經大雨冲刷，大量的泥水夾雜著大小不同的岩石碎塊，沿著山坡滾滾而下，則形成相當具有破壞力的土石流（圖9-13）。



學·上·一·層·樓

查詢土石流警戒、各地災情以及土石流防治等相關訊息，可上網至「行政院農業委員會水土保持局土石流防災應變系統」查詢，網址為「<http://fema.swcb.gov.tw/main/default.asp>」。





圖9-13 大雨沖刷，造成山區土石與泥水沿坡面滾滾而下，形成土石流。（臺中縣和平鄉）



回·想·與·連·結

有關地震造成的災害請參考第二冊11-1節天搖地動談地震。



地震造成土石的鬆動，也常伴隨造成坡地災害。例如民國88年9月21日，臺灣發生規模7.3的地震，震央在南投縣集集鎮，隨後發生多次餘震，強烈的震動使得山區土石鬆動，各地接連發生山崩。往後數年，坡地鬆動的土石易在大雨後形成土石流，常造成嚴重的災情。

坡地排水不良或植被遭受破壞，使得坡面土壤、岩層容易產生崩落或下滑，尤其在下雨後，更容易發生。此外，山崩的發生也常與人為開發坡地不當有關，例如在山坡地上建設過多建築物，其重量會加速岩層的滑落（圖9-14）。



圖9-14 坡面荷重過重示意圖

臺灣地狹人稠，為了拓展生活的空間，而不斷開發山坡地。在使用山坡地時，除了避免在過度陡峭的山坡地



進行開發外，應該要同時兼顧到安全與環境品質的考量。例如完善的排水系統，可以有效減低大量降水所可能帶來的危害。建築適當的擋土牆（圖9-15、圖9-16），則可以幫助增加山坡底部的支持力。覆蓋面積完整而根系發達的植被，能有助於固定、抓附地表的土壤與岩層，並且幫助吸收水分，因而減少其崩落的可能性。



圖9-15 擋土牆（臺北縣新店市）

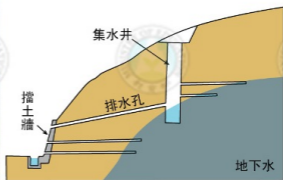


圖9-16 擋土牆及坡地排水系統剖面示意圖

做好坡地安全的防護，而且維護豐富的坡地生態，不僅可以使得我們的生活環境更加安全，並且達到美化的目的，更提供了我們健康休閒的去處（圖9-17）。



圖9-17 坡地綠意盎然的植被（能高山）

9-3 旱災與水資源管理

臺灣隨著季節的轉換，常會歷經細雨連綿的春，以及暴雨驟降的夏，甚至部分的地區，還得面對低溫而潮濕的冬。但是在這許多降雨的背後，臺灣為什麼有時仍得面臨缺水的威脅？

臺灣的年降雨量明顯較全球大部分區域高出許多（圖9-18），可以算是一個相當多雨的區域。然而長時間以來，隨著人口的持續增加，到了二十世紀末時，每人平均所分配到雨水的量，已經遠低於全球平均。因此，我們不僅在乾旱時期應該珍惜水資源，平日即應審慎規劃其使用。

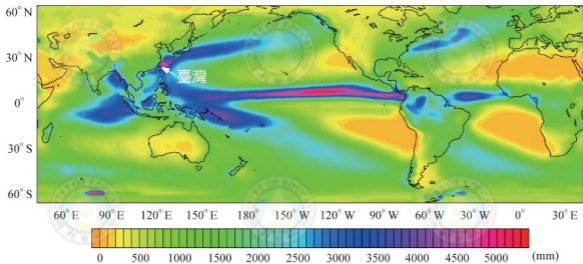


圖9-18 全球年雨量分布圖（1979~1996年平均值）

連續一段長時間沒有明顯的降雨，就會造成乾旱¹（圖9-19）。以臺灣地區為例，由於中南部的降雨多集中於夏季，所以常會在冬季到隔年的春季發生乾旱。乾旱的發生，不僅影響了農業灌溉以及工業用水，甚至連當地居民的民生用水都可能因而短缺。



更·上·一·層·樓

乾旱的定義依各國而有所不同。中央氣象局將連續20天以上沒有可量測的降雨紀錄，定義為乾旱。



圖9-19 民國93年初，乾旱期間曾文水庫水位下降。

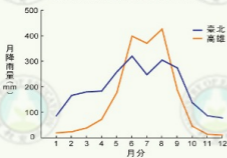
持續的乾旱可能引發旱災。例如在民國91年時，因為梅雨期的降水不多，而且侵臺颱風的數量較往年明顯減少，導致當年各地水庫蓄水量嚴重不足，影響民生用水，全臺灣陷入一片限水危機中。長期的乾旱不僅使得農業灌溉用水不足，局部地區必須休耕甚至停耕，嚴重影響農民生計，甚至各地的工業區也因為工業用水受限，而蒙受重大損失。



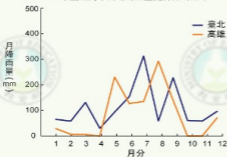
動·動·腦

民國91年發生全省性的旱災，除了侵臺颱風個數較少外，還可能有什麼其他的因素呢？

三十年間（1971~2000）
臺北高雄兩地平均雨量隨月分的分布



91年臺北高雄兩地的雨量隨月分的分布



水資源不足，已經日漸成為全球共同的危機。氣候變遷、人口膨脹與環境不當開發，都可能加速情況惡化。全球暖化與聖嬰現象，都會對水循環造成影響，進而改變全球的降水情形。人口膨脹與生活習慣的改變，使得民生用水需求量逐年增加；而在人口增加的同時，為了有充足的食物來源，大量開墾土地供農耕使用，則是必然的結果；但是土地過度開發，降低了森林涵養水源的能力，也使得地下水流失。面對缺水的危機，我們必須同時做好節約用水與保護水源，才能確保水資源不虞匱乏。



建造水庫可以將雨季的降水儲存起來，使得旱季時不至於立即缺乏用水。但是設置水庫會對環境造成改變，進而影響當地的生態。如果水庫的設置不當，甚至可能對環境造成破壞。此外，為了確保水源品質，應在水源地所在的附近範圍內管制農藥使用、禁止各類廢水排放。而維護水源地植被的完善，則可以減緩水庫因為泥沙淤積而導致蓄水容量減低（圖9-20）。森林是水的故鄉，做好林地的保育是確保水源質與量的第一步。

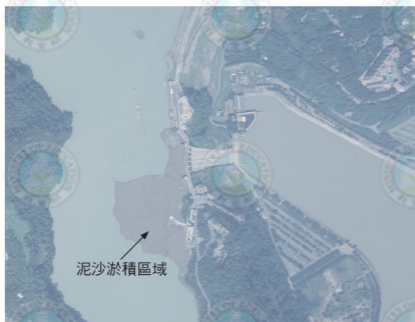


圖9-20 石門水庫因泥沙淤積而影響儲水容量
(桃園縣復興鄉)

要避免缺水所帶來的不便，平日即應節約用水，可以從選用省水器材、重複利用洗滌用水，以及養成隨手關緊水龍頭等小處著手。此外，如果發現埋設的水管破裂或漏水，應即通報相關單位盡速維修，以避免水資源不必要的浪費。工業用水的循環使用，則可以大幅減少所需水量。

本章結語

大自然是一個環環相扣的精密系統，人類從其中擷取所需的資源，並賴以生存。然而每一次天然災害的發生，都再一次提醒我們，該深切反思人類與環境的互動。身處其中的我們，應該謙遜的師法自然、尊重生命與自然的法則。



本章摘要

1. 颱風和梅雨季節等所帶來大量而集中的降雨容易造成豪雨成災。
2. 當降雨無法及時被土壤吸收滲入地下，使得地面逕流量增加容易導致水災發生。
3. 低窪地區防範淹水最根本的方法在於有效排水。河川的整治工程則可以避免大量降雨後驟增的河水氾濫成災。
4. 容易遭受河水氾濫的區域稱為洪泛平原，應公告並限制其使用。
5. 洪水氾濫固然可能造成損失，但也能為下游的沖積平原帶來肥沃的土壤。
6. 臺灣地區地震頻繁、地勢起伏大、岩層較為破碎，加上部分區域降雨量豐沛且集中，使得臺灣極為容易發生坡地災害。
7. 引發山崩的原因包括順向坡、山坡地不當開發、大量降水或者大地震造成的土石鬆動等。
8. 岩層的傾斜方向與山坡的傾斜方向接近，稱為順向坡。順向坡的坡腳若被挖除，容易導致山崩發生。
9. 大量而集中的雨水，會增加坡地的負荷、減低坡地土石與岩層間的摩擦力，因而更容易發生山崩。
10. 土石鬆動的山坡地，易在大雨後形成土石流，造成嚴重的災情。
11. 不當的坡地開發，如坡地排水不良或破壞植被，常與山崩的發生有關。
12. 連續一段長時間沒有明顯的降雨，就會造成乾旱，持續的乾旱可能引發旱災。
13. 臺灣的中南部地區的降雨多集中於夏季，所以常會在冬季到隔年的春季發生乾旱。
14. 若梅雨期的降水不多，且當年侵臺颱風的數量少，容易造成嚴重的旱象。
15. 氣候變遷、人口膨脹與環境不當開發，都可能加速惡化水資源不足的問題。
16. 同時做好節約用水與保護水源，才能確保水資源不虞匱乏。

參考資源

書籍

1. 廖瑞堂著（2001）。山坡地護坡工程設計。臺北市：科技圖書。

網站

1. 中央氣象局
<http://www.cwb.gov.tw/>（2008年7月）
2. 內政部營建署區域計畫地理資訊查詢系統
<http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/fcu-gis/>（2008年7月）
3. 內政部戶政司
<http://www.ris.gov.tw/>（2008年7月）
4. 行政院農業委員會水土保持局
<http://www.swcb.gov.tw/>（2008年7月）
5. 行政院農業委員會水土保持局土石流防災應變系統
<http://fema.swcb.gov.tw/main/default.asp>（2008年7月）
6. 國立臺灣大學土木工程系
<http://www.ce.ntu.edu.tw/>（2008年7月）
7. 國立中央大學土木工程系
<http://www.cv.ncu.edu.tw/>（2008年7月）
8. 國家災害防救科技中心
<http://ncdr.nat.gov.tw/>（2008年7月）
9. 經濟部水利署
<http://www.wra.gov.tw/>（2008年7月）



第十章 電磁作用

10-1 靜電

10-2 電壓、電流與電阻

10-3 電場與磁場

10-4 電流的磁效應

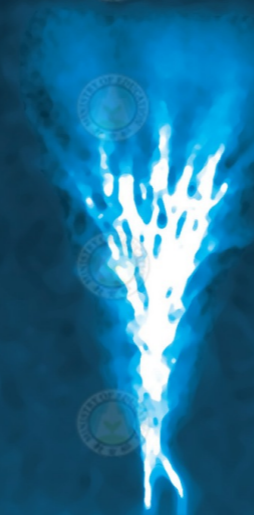
10-5 電磁感應

自盤古開天以來，
閃電、雷鳴，大自然的神奇力量，
過去常令人類畏懼。

近代科學研究陸續發現電與磁的
各項原理與效應
並因此發明各式各樣電子電器用品，
增添了許多生活的便利與趣味。

科學家運用現代科技可以捕捉到，
高山上空的雲層放電奇景，
在欣賞大自然奧妙之美的同時，
你心中是否也會升起一股好奇心，
這些現象是怎麼產生的？





10-1 靜電

在我們日常生活中，舉凡食衣住行育樂各方面，「電」的使用非常普遍。天氣熱的時候，我們只要將電風扇的電源打開，微微徐風便會送來，非常涼快；假日做完家事全家人在客廳休息，只要一按開關，電視機就會將聲光效果十足的節目呈現在我們面前。你能想像：如果沒有了電，生活上會變成怎麼樣呢？

一提到電，許多人可能立刻聯想到富蘭克林（Benjamin Franklin, 1706-1790）冒著生命危險，在雷雨天放風箏作實驗的故事（圖10-1）。他證明了空中的閃電雖然能量驚人，本質上和我們在地面上所感知到的電沒什麼兩樣。



圖10-1 富蘭克林放風箏

但是地面上的電又有什麼特性呢？冬天我們脫毛線衣的時候，常常會聽到「劈里啪啦」的聲音；有時候開車門或是在百貨公司摸電扶梯時，有被電到的感覺。其實，這些都是因為靜電而產生的現象。

我們先來做一些小活動，體驗生活中有關靜電的現象。



活動 10-1 靜電現象

活動目的：

體驗生活中各種靜電現象。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
廚房用保鮮膜	1盒
金屬鍋	1個
塑膠筷或竹筷	1根
乾燥空鋁罐	1個
塑膠尺(原子筆、梳子或PVC塑膠管亦可)	1把
廚房紙巾	1張
毛皮(或毛布料)	1塊(兔毛效果最好)
塑膠繩 (馬表)	1條(約10 cm長) (1個)

注意事項：

1. 使用過的保鮮膜要細心處理，避免造成教室髒亂。
2. 玩「黏人的水母」活動時要注意四周，避免塑膠尺戳到同學。

活動步驟：

(一)保鮮膜的分分合合

1. 拉出一小段保鮮膜，切斷後平鋪桌面，用廚房紙巾在保鮮膜上沿著同一方向摩擦約30下。請同學將手背靠近保鮮膜，體驗皮膚毛髮被靜電吸引的感覺，並觀察保鮮膜緊緊黏貼吸附於手背的現象。
2. 拉出一小段保鮮膜，切斷後將之對半橫跨於竹筷上，觀察保鮮膜自然下垂(甚至沾在一起)的現象〔圖1(a)〕。接著將之平鋪桌面，仿上


述方式以廚房紙巾摩擦保鮮膜，再度將保鮮膜對半橫跨於竹筷上，觀察保鮮膜排斥、張開的現象〔圖1(b)〕。

- 將步驟2中的保鮮膜取下，使摩擦面與金屬鍋相貼，接著再度使保鮮膜對半橫跨於竹筷上，觀察保鮮膜是否仍有排斥、張開的現象。

(二)滾動的鋁罐

- 將乾淨空鋁罐內的水分以吹風機確實吹乾後平放桌上。
- 以充分摩擦後的塑膠尺自鋁罐前方靠近，看看鋁罐是否受到吸引而移動？（不可以用其他東西推動鋁罐）適當移動塑膠尺，讓鋁罐跟隨著前進〔圖1(c)〕。（如果沒有充分摩擦，此活動會效果不彰。）
- 如果有時間，還可以分組比賽，看哪一組可以最有效率帶領鋁罐前進。

(三)黏人的水母

- 取約10 cm 長的塑膠繩，將其中一端打一個單結固定後，從另一端將塑膠繩撕成細絲狀，手持打結處輕輕抖動，樣子就像水中的「水母」。
- 分別用毛皮摩擦塑膠尺（或PVC塑膠管）及「水母」後，觀察水母吸附於手上的現象〔圖1(d)〕。
- 如果時間允許，可以分組比賽，看哪一組可以讓水母在手上停留最久。

(四)靜電吸引水龍頭小水柱

- 利用實驗桌旁的水龍頭，稍微打開讓水流下成細長小水柱。
- 用毛皮摩擦塑膠尺（或原子筆、PVC塑膠管）後，靠近小水柱旁，仔細觀察小水柱是否有彎曲現象〔圖1(e)〕？



更·上·一·層·樓

生活中的毛線、塑膠、尼龍等材質，容易因摩擦而產生靜電，特別是在乾燥的冬天，紡織業者也不斷在改良織物的成分與功能。





(a) 保鮮膜自然下垂 (甚至沾在一起)



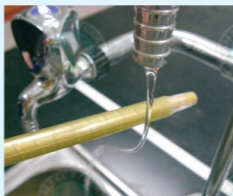
(b) 保鮮膜排斥、張開的現象



(c) 鋁罐受到塑膠尺吸引



(d) 黏人的水母



(e) 靜電吸引水龍頭小水柱

圖1 各種靜電現象的觀察

活動討論：

1. 剛從盒子中撕下來的保鮮膜很容易沾在一起。有同學猜說這是一種靜電現象，但是素敏回家問任職於某知名保鮮膜製造廠的父親，卻得到否定的答案。你有沒有檢驗這個靜電猜測的想法？
2. 步驟(二)以摩擦後的塑膠尺自鋁罐前方靠近，鋁罐是否會受到吸引而前進？你能解釋此現象嗎？
3. 步驟(四)有哪些方法可以讓小水柱彎曲角度變大？請說明可能的方式及原因。

當我們拿一塊毛皮摩擦塑膠尺，此時毛皮上的電子會轉移到塑膠尺上，使塑膠尺帶有負電，而相對的毛皮則帶有等量的正電。由於這些電會留存在這些物體上一段時間、而不會很容易跑掉，我們便稱這些物體帶有靜電；而這種讓物體帶電的方式稱為「摩擦起電」。

帶電物體所帶電量多寡如何計量呢？科學上定義電量的單位為「庫侖」（coulomb）；一庫侖的電量相當於 6.25×10^{18} 個質子（正電）或電子（負電）的電量。換句話說，一個質子或電子所帶的電量大小約為

$$\frac{1 \text{ 庫侖}}{6.25 \times 10^{18} \text{ 庫侖}} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 庫侖}$$

帶電體之間會因為所帶電荷種類與數量的差異，彼此間產生不同的交互作用。活動10-1「(一)保鮮膜的分合」現象，是因為保鮮膜受廚房紙巾摩擦的地方帶有相同性質電荷（負電荷），而產生互相排斥的作用；如果有另外兩個物體分別帶有相異性質電荷（一個帶正電、一個帶負電），則會產生彼此互相吸引的作用，這種現象我們通常簡單歸納為「同性相斥、異性相吸」。

更·上·一·層·樓

你知道1庫侖的電量有多大嗎？

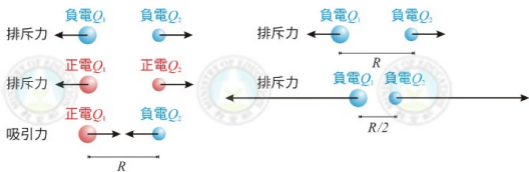
一般來說，冬天的時候人體身上所帶的靜電量大約只有百萬分之一庫侖，所以1庫侖是個相當大的電量單位。



帶正電或帶負電的物體互相靠近時，會產生「同性相斥、異性相吸」的作用力，此靜電作用力稱為「庫侖力」。法國科學家庫侖（Charles Augustin de Coulomb, 1736-1806）研究發現，兩個帶電體之間庫侖作用力的大小與各自攜帶的電量大小的乘積成正比，同時與兩帶電體間距離的平方成反比，這個關係稱為「庫侖定律」（圖 10-2）。寫成公式就是

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{R^2}$$

其中 R 是兩帶電體間的距離， Q_1 及 Q_2 分別是兩帶電體的電量，而 k 則是一個常數。



(a) 不同電荷間之排斥與吸引力

(b) 距離縮短一半，作用力增為四倍。

圖 10-2 庫侖定律示意圖

帶電體與帶電體之間產生的靜電作用力，如果用第五冊第三章「重力場」的概念來看，我們也可以說：帶電體會在其周圍形成「電場」（稍後在 10-3 節會有更詳細的介紹），一個電荷在電場中所受到的力量就是帶電體施給它的庫侖力。當物體累積的靜電荷越多，產生的庫侖作用力就越強；或者兩帶電物體間距離越近，則產生的庫侖作用力也會越強。

所以，在活動10-1「(四)靜電吸引水龍頭小水柱」中，塑膠尺如果要吸引小水柱，必須以摩擦產生較多靜電並靠近小水柱，才會有足夠的力量來吸引小水柱。而閃電打雷的現象則是因雲層與地面各自帶有大量異性的電荷，結果強大的電場使附近的空氣導電而產生「放電現象」。

有一種方式也可以使物體帶有靜電，稱為「感應起電」，就是利用電荷間「同性相斥、異性相吸」的原理。例如圖10-3所示，將帶有負電的塑膠棒靠近電中性的金屬球右端，此時金屬球上的電子（帶負電）受到塑膠棒上負電的排斥作用，會移向金屬球左端，相對來看，就好像是金屬球上的正電被塑膠棒上的電子吸引過去一樣（再次提醒：在原子核中的正電荷實際是不會因感應而移動的）。如果這時候在金屬球左端有一條導線接地，則金屬球左端聚集的負電便會沿導線移到地面去；接下來，若我們先將接地導線移除，再將塑膠棒拿開，這時金屬球上的質子（正電荷）比電子（負電荷）多，我們就說金屬球帶正電。

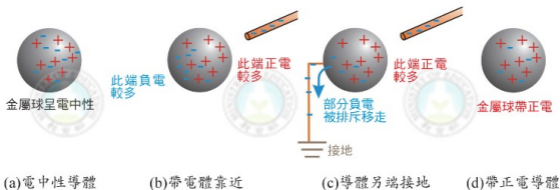


圖10-3 感應起電

另外還有一種「接觸起電」的方式（如圖10-4所示），則是部分正負電中和之後，多餘靜電重新在導體表面分布，這時可能會因為導體形狀的不均勻，靜電分布也會不均勻。一般來說，電荷容易聚集在導體表面凹凸不平的地方，而平坦的表面電荷分布就比較分散。我們常見的避雷針就是利用這個道理：由於避雷針的尖端容易聚集電荷，所以平時就比較容易產生「尖端放電」的現象，把雲層中聚集的電荷逐漸中和到地面去，這樣便可避免雲層在建築物附近累積大量靜電，甚至產生閃電雷擊造成意外。

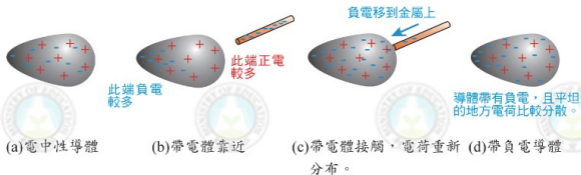


圖10-4 接觸起電



靜電的威脅

現在的電子產品愈來愈精密，電路也愈來愈小，電路上的元件愈來愈密，靜電的火花導致電路產生短路的可能性也愈來愈大。有些電子元件十分敏感，可能被靜電火花燒掉，而一般電子工廠工作的環境容易累積靜電，電子作業員為了預防精細的電子元件受到損壞，他們必須穿上特殊纖維製造的衣服，在袖子和褲子上連接地線，有些作業員手腕上戴著特別腰帶，同樣有接地線連接，亦可以避免靜電累積在身體上。



請接變化球

1. 活動10-1「(四)靜電吸引水龍頭小水柱」中，塑膠尺因摩擦帶有負電，可是小水柱並沒有特別處理（一般而言小水柱仍是電中性），為什麼還是可以吸引呢？請詳細討論吸引的力量如何來的。
2. 如圖10-3感應起電的過程中，若將最後的步驟(d)改成先拿開塑膠棒，再將接地導線移除，則此金屬球會帶什麼靜電？為什麼？
3. 你看過圖10-5的靜電表演嗎？金屬球上有大量的靜電，當手觸摸時靜電就會跑到人體（人體也是一個導體），你能根據活動10-1觀察到的現象解釋為什麼頭髮會直立起來嗎？請運用第五冊第一章與第三章的概念詳細說明。（國內科學博物館均有靜電球的相關展示，只需在專人輔導下，均可安全地進行觀察。）



圖10-5 靜電球演示



史·上·一·觀·樓

這個高空放電現象是國立成功大學的物理學家以及學生在寒冷的高山上觀察多時才發現。但是由於這個現象相當奇特，目前科學家仍然沒有很好的理論解釋。

學到這裡，你能用已學過的知識解讀45頁那張章前照片中美麗影像的產生原因嗎？偷偷告訴你一個秘密：這雖然是國內科學家獨步全球首度發現的，但是到目前為止，我們對它發生的細節幾乎仍是一無所知呢！這個大自然的神秘面紗，很可能要留待好奇的你來為大家解開喔！



10-2 電壓、電流與電阻

悶熱的夏天夜晚，全家人都在等著呼嚕嚕作響的電鍋把飯煮好，於是哥哥趁機到書房用電腦撰寫報告，你則和難得偷閒片刻的爸媽在客廳看電視新聞，三個房間中同時有兩部冷氣機在拼命運轉……，雖然涼快，但突然聽到「啪」一聲，房間電燈瞬時暗了下來，電視機螢幕也暗了，冷氣機更是不動了，可是鄰居家卻燈火通明，原來我們家「跳電」了！

你或許因為突然的停電變黑而害怕，也或許因為難得的停電經驗而興奮，可是你知道家裡為什麼會跳電嗎？你知道家裡的電器是怎麼連接的嗎？為什麼我們家停電而鄰居家卻不受影響？

讓我們先進行以下的活動，了解電路與燈泡的連接方式，並比較不同連接方式的差異。



活動 10-2甲 串聯與並聯

活動目的：

練習基本電路的連接（串聯與並聯），並觀察電池、燈泡分別串聯或並聯對通電（燈亮）效果的影響。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
3伏特小燈泡及燈座	各3個
1.5伏特電池盒及3伏特電池盒	各2個
1.5伏特乾電池	4個
單切開關（或以鱷魚夾接線與否來控制）	2個
鱷魚夾導線（或分開之鱷魚夾及導線）	10條



注意事項：

請勿直接將電池的正負兩極以一條導線連接，以免導線瞬間過熱，造成危險。

活動步驟：

(一)通路與斷路

還記得國小曾經玩過接燈泡的小實驗嗎？如果我們將乾電池、導線、燈泡及開關，以適當的方式連接成一個簡單的電路（圖1），按下開關（或以鱷魚夾將導線連接）時，電路形成通路，燈泡就會亮起來；若拉起開關（或將鱷魚夾移離，使導線分開），電路形成斷路，燈泡就不會亮了。



(a)通路



(b)斷路（注意到右側黑色鱷魚夾未將導線接通）

圖1 簡單的電路

(二)燈泡的串聯與並聯

1. 將一個燈泡與一個3伏特電池盒連接起來，觀察燈泡亮度。
2. 將兩個燈泡串聯在一起後接在3伏特電池上，觀察燈泡亮度與接一個燈泡時做比較。
3. 改將兩個燈泡以並聯方式連接，如圖2(d)，接通電源，同樣觀察燈泡亮度變化。

註：3伏特電池盒就是將兩個1.5伏特電池首尾相連、串接在一起。

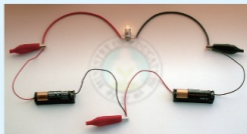


(三)電池的串聯與並聯

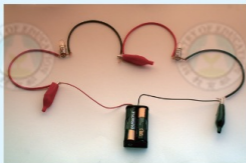
1. 將一個燈泡分別與兩個串聯電池〔圖2(b)〕及與兩個並聯電池〔圖2(c)〕連接，分別比較燈泡亮度。
2. 將步驟1的兩個電池改成以單一電池連接，如圖2(f)，接通電源，同樣觀察燈泡亮度，與圖2(b)是否有所不同？和圖2(c)燈泡的亮度是否差不多？和圖2(c)比又如何？



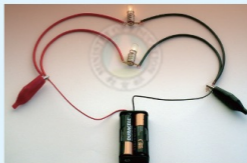
(a)活動材料



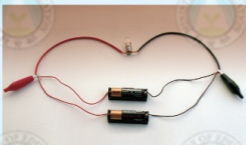
(b)兩個電池一個燈泡基本電路



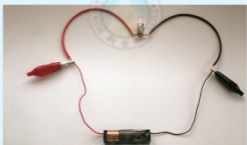
(c)兩個燈泡串聯電路



(d)兩個燈泡並聯電路




(e)兩個電池並聯電路



(f)只接一個電池的燈泡亮度，是否和(c)、(e)的亮度差不多？

圖2 電路的連接活動

 活動討論：

1. 由步驟(二)的比較，同時連接兩個燈泡（發亮）時，串聯與並聯的效果有何不同？
2. 由步驟(三)的比較，同時連接兩個電池時，串聯與並聯的效果有何不同？
3. 在圖2(c)、(d)的電路中，若其中一個燈泡斷路，是否會影響另一個燈泡？請同學實際操作，並互相討論。

從活動10-2甲中，我們可以歸納出來，在電路中電池的連接方式有兩種：「串聯」〔圖2(b)〕與「並聯」〔圖2(e)〕。和單一電池比較，串聯在一起的電池會使燈泡更亮。將並聯在一起的電池組之正負極接到燈泡上時，燈泡的亮度和只用單一個電池的亮度是一樣的，唯一的差別就是可以使用比較久的時間。

如同電池般，兩個燈泡也可以經由串聯〔圖2(c)〕或並聯〔圖2(d)〕的方式接在一起。燈泡串聯的電路中若有一個損壞或取出（未連接），則整個電路是斷路而沒有作用的。燈泡並聯的電路則不然，若其中一個燈泡損壞或取出時，另一個燈泡仍然有作用，並不會因為部分電路形成斷路而失去作用。一般來說，電器的設計與使用會適當運用電路串聯與並聯不同的效應。當你希望電路中的各個電器能獨立運作，互相不受影響，那麼這些電器就要以並聯的方式連接。例如：當你在看電視的時候，總不會希望因弟弟關掉檯燈而造成電視一起斷電，對吧？前面所說我們家跳電，但鄰居並不會跟我們家一起停電的例子，就是因為每一個家庭的電路是以並聯方式連接電力公司的電源。









相對的，如果你希望電路中的各個電器能共同運



作，只要其中有一個電器故障或斷電，整個電路都一起斷電，停止運作，那麼這些電器就要以串聯的方式連接。例如：家庭總開關中的保險絲，必須與總開關及使用負載之迴路串聯，當用電過量造成保險絲斷電（即俗稱的跳電）時，總開關也會一起斷電，所以全家陷入漆黑一片，當然也保護了家裡的電器，避免意外發生。

為了方便描述電路中各種元件連接的方式，我們常用一些元件符號來表示（如表10-1）。

表10-1 常見元件符號表

電子元件名稱	元件符號	電子元件名稱	元件符號
電池		導線	
電池組		開關	
燈泡		伏特計電路符號	
電阻		安培計電路符號	

為什麼接通電路燈泡才會亮，而形成斷路時，即使燈泡與電池仍然接在其中一端，卻不會發亮呢？現在我們以水流來做比喻，對照電流的概念，以進一步了解電池在電路中的作用。

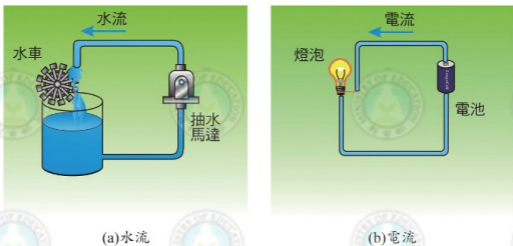


圖 10-6 水流與電流的概念示意圖

在圖10-6中，因為水會自然地由高處往低處流動，如果水要在水管中不停的流動，來推動水車轉動，必須靠抽水馬達不斷地將水由低處送到高處，提供水的位能；同樣的道理，電路導線中的電子，也需要靠電池的推送，才能在導線中不斷流動。

抽水馬達將水由低處送到高處，造成水位差，如此水才能由高處再度往低處流動，再將其位能提供給水車轉動所需的動能，而電池（或其他電源）的功用則是造成電位差來驅使電子沿導線流動，進而提供電能使小燈泡發亮。

電位差又稱為電壓，電壓的單位是伏特（volt，簡記為V），一般市售乾電池的電壓約為1.5伏特。

那麼，電壓又是如何驅使電子流動的呢？

當我們將電池的正負兩極接在導線兩端，形成封閉迴路時，電池會驅動導線內的自由電子，使它們獲得一個趨勢，使之從電池的負極經由外部的導線流向電池的正極端（圖10-7），從而形成電子流。

對導線上的某一截面來說，當帶負電的電子由A端流到B端時，即相當於等量的正電荷由B端移到A端的效果，（還記得我們曾在10-1節中強調過，正電荷是不會移動的嗎？）我們習慣上將正電荷的移動方向定義成電流的方向，所以導線中電流與電子流的方向是反方向的。

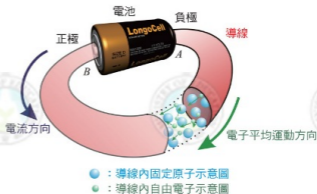


圖 10-7 電子流與電流

我們如何計算電流的大小呢？一般水庫洩洪我們會以每秒流出多少立方公尺的水量來表示水流量的大小，同樣地，我們也把電流的大小定義為每秒鐘有多少電量通過導線上的某一截面。科學上表示電流大小的單位是安培（Ampere，簡記為A）。1安培的電流表示導線的某一截面上每秒鐘通過1庫侖的電量，也就是1安培 = 1庫侖 / 秒；這相當於每秒鐘約有 6.25×10^{18} 個電子通過該截面。所以我們可以根據以下公式來計算電流：

$$I = \frac{Q}{t}$$

I ：電流（單位：安培） Q ：電量（單位：庫侖） t ：時間（單位：秒）

電流在導線中流動是看不到的，那電路中的電流與電壓要如何測量呢？一般實驗室中我們分別使用伏特計和安培計來測量電壓和電流。使用伏特計測量電壓時，應該將伏特計的正負極端子按圖10-8的方式，以並聯方式跨接在欲測量的電池或燈泡兩端；而使用安培計測量電流時，則應按圖10-9的方式，串聯接在待測電路中。實驗室中也常用毫安培計測量，1毫安培（mA） = 0.001安培（A）。

 <p>(a) 伏特計</p>	<p>【使用說明】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 伏特計使用前，應調整歸零鈕，使指針在使用前指在零的位置上。 2. 用伏特計測量電池的電壓時，伏特計的正極端子應與電池的正極相接，伏特計的負極端子應與電池的負極相接。 3. 伏特計測量燈泡（或其他電子元件）時，伏特計的正極端子應連接燈泡與電池正極相接的一端，伏特計的負極端子應連接燈泡與電池負極相接的一端（即伏特計以並聯方式接在待測物體上）。 4. 伏特計上有兩、三種不同電壓值的正極端子，使用時應先接電壓值較大的接頭，若指針轉動幅度太小，再改接電壓值較小的接頭，以免電壓過強而造成儀器損壞。
 <p>(b) 測量燈泡兩端電壓時的接線方式（A為電池的正極）</p>	 <p>(c) 測量燈泡兩端電壓時的線路圖（A、B、……、E等和(b)圖完全對應）</p>

圖10-8 伏特計的使用



 <p>(a)安培計</p>	<p>【使用說明】</p> <ol style="list-style-type: none"> 安培計使用前，應先調整歸零鈕，使指針歸零。 以安培計測量電路中的電流時，安培計的正極端子應與電池的正極相接，安培計的負極端子應與電池的負極相接（即安培計以串聯方式接在待測物體上）。 安培計上有兩、三種不同電流值的正極端子，使用時應先接電流值較大的接頭，若指針轉動幅度太小，再改接電流值較小的接頭，以免電流過強而造成儀器損壞。 請勿將安培計直接跨接在電池兩端，以免電流過大造成儀器損壞。
 <p>(b)測量流經燈泡的電流時之正確接線方式</p>	 <p>(c)測量流經燈泡的電流時的線路圖 (A、B、……、E等和(b)圖完全對應)</p>

圖10-9 安培計的使用

現在測量儀器已改良得愈來愈方便，功能也愈強。市售電工儀器已經有簡便式的「數位電表」（圖10-10），在日常生活中非常實用，下面的活動我們也可以用數位電表來練習如何正確的測量電壓與電流。



圖10-10 市售數位電表



活動 10-2乙 電流與電壓的測量

活動目的：

學習伏特計與安培計（或數位電表）的正確使用方法，並透過實際測量，發現電壓與電流之間的關係。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
伏特計	2組
安培計 （數位電表）	2組 （2組）
3伏特燈泡	2個
1.5伏特電池	3個
1.5伏特電池盒及3伏特電池盒	各1個
單切開關（或以鱷魚夾接線與否來控制）	1個
鱷魚夾導線（或分開之鱷魚夾及導線）	8條
電阻（1 k Ω ）	1個

注意事項：

使用伏特計、安培計或數位電表時，請務必注意接線方式是否正確，並選擇適切的測量值範圍。

活動步驟：

仿照活動10-2甲的方式連接不同串並聯的電路，分別以伏特計、安培計或數位電表檢測每個燈泡兩端的電壓值，及通過每一個燈泡的電流大小。

（一）測電壓

1. 分別測單一電池或兩電池串聯的電壓，並填於表格1中。請驗證電池串聯後的總電壓是否等於個別電壓和？



表1

	測得電壓 (V)
電池A	
電池B	
A、B電池串聯	

2. 依圖1裝置，將兩燈泡甲、乙分別以串聯方式接在兩串聯電池上。請先將數位電表跨接 B_1 、 B_2 兩點，測量並驗證此兩點之間的電壓是零。（以下將把 B_1 、 B_2 視為同一點，並記為B。）



圖1 燈泡串聯

3. 將數位電表分別跨接A、B兩點（燈泡甲）以及B、C兩點（燈泡乙）測量電壓，接著測量A、C兩點電壓（即燈泡串聯總電壓），並將之記錄於表2中。請驗證燈泡串聯後的總電壓是否等於個別電壓和？

表2

	測得電壓 (V)
A、B兩點電壓	
B、C兩點電壓	
A、C兩點電壓	

4. 觀察並記錄每個燈泡兩端的電壓值。

5. 依圖2裝置，將兩燈泡甲、乙分別以並聯方式接在兩串聯電池上，將數位電表分別跨接A、B兩點（燈泡甲）以及C、D兩點（燈泡乙）測量電壓，接著測量E、F兩點電壓（即電池總電壓），並將之記錄於表3中。燈泡並聯後的個別電壓是否均等於電池供應的總電壓？



圖2 燈泡並聯

表3

	測得電壓 (V)
A、B兩點電壓	
C、D兩點電壓	
E、F兩點電壓	

(二)測電流

1. 按照圖3的接線方式去測量圖1中流經A點的電流，並將之記錄於表4。
2. 請仿照上述步驟用同樣的方法測量圖1中流經B點及C點的電流，並將之記錄於表4。
3. 燈泡串聯後流經個別燈泡的電流是否均相等？



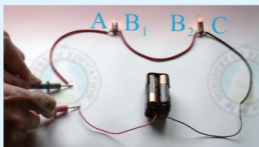


圖3 燈泡串聯時，通過其中一個燈泡電流的測量。

表4

	測得電流 (A)
流經A點的電流	
流經B點的電流	
流經C點的電流	

4. 請仿照上述步驟用同樣的方法測量圖2中流經A點（燈泡甲）、C點（燈泡乙）及E點（電池）的電流，並將之記錄於表5。燈泡並聯後的個別電流總和是否等於流經電池的總電流？

表5

	測得電流 (A)
流經A點的電流	
流經C點的電流	
流經E點的電流	

(三)電流與電壓的關係

- 取1 k Ω 電阻作為標準電阻，如圖4(a)裝置電路。
- 每次串聯不同數目電池，觀察個別的電壓值 (V) 及電流值 (I)，並記錄於圖4(b)的表格中。
- 將圖4(b)表格中的數據繪於下方直角座標圖，並將各點以直線連接起來。

4. 將 $1\text{ k}\Omega$ 電阻更換成小燈泡，並重複步驟2及3。



電阻兩端電壓與電流值

電池數	1	2	3	4
V				
I				
V/I				



(a) 測量流經 $1\text{ k}\Omega$ 電阻（亦即整個線路上）之電流

(b) 活動記錄

圖4 電流與電壓的關係

活動討論：

1. 從步驟(一)可歸納出，燈泡與電池以串聯或並聯的方式組合，電壓有什麼規律性質？
2. 從步驟(二)可歸納出，燈泡與電池以串聯或並聯的方式組合，電流有什麼規律性質？
3. 從步驟(三)可否推論出，小燈泡在點亮的時候電阻值大約是多少？（註：燈泡的電阻和它的溫度很有關係。）



以上的活動顯示出來：燈泡串聯時，跨過各個燈泡的電壓總和會等於供應電力之電池的電壓；而當並聯時，跨過各個燈泡的電壓都會相等，並等於電池的電壓。

至於電流，其規律性則是：燈泡串聯時，流經各個燈泡的電流都一樣大，並等於流經電池的總電流；而當並聯時，流經電池的電流則是流經個別燈泡電流的總和。

瞭解了電路中電流與電壓的規律，我們便可學以致用，雖然並聯使用的電器兩端都會有相同的電壓，但是如果並聯的多個電器同時運作時，個別電流加總起來，可能超過總開關的「安全負載」（即電流安全上限），這就會造成跳電或斷電。因此，同時在家中使用許多高耗電的電器時，應特別注意用電安全。

我們先回憶一下活動10-2甲，第(一)部分的活動，雖然電池的電壓是相同的，但燈泡的亮度卻明顯不同，可見通過燈泡的電流大小不同。是什麼原因造成這種現象呢？原來，電子在導線中流動時，會與導線中原子發生碰撞生成阻礙，另外，導線的種類（性質）、形狀也會影響電子的流動，綜合這些影響電子在導線中流動的難易因素，我們總稱為導線的**電阻**。

仔細觀察活動10-2乙第(三)部分的活動結果，也可以發現一般電阻（或燈泡）在使用時，若改變兩端電壓大小，則產生的電流大小也會跟著改變。若仔細再比較電壓與電流的比值，我們可以發現該值大致是固定的。這個比值我們定義為「電阻」，以R表示，單位是**歐姆**（ Ω ）。1 Ω 的電阻是指當電阻兩端給予1伏特電壓時，通過該電阻的電流剛好是1安培。寫成公式就是

$$R \text{ (歐姆)} = \frac{V \text{ (伏特)}}{I \text{ (安培)}}$$

也可以表示為 $V = I \times R$ ，科學上稱為歐姆定律（Ohm's law）。也就是說，當電阻固定時，電壓與電流的關係是成正比的。



請接變化球

在活動10-2甲、乙的（一）、（二）部分，你是否有發現：相同的電池數量或燈泡數量，當連接方式不同時，燈泡發亮的程度也不同？請你和同學討論以下生活經驗，以了解串、並聯的定性現象。

討論一：手電筒或隨身聽如果一次要放三顆或四顆電池，請觀察一下它們是利用串聯還是並聯的效果？你可以再仔細觀察電器背面（或說明書）的用電說明，了解此電器正常使用時所需的電壓與電流大小。

討論二：我們都知道家裡面的供電固定是110伏特，那麼家裡有那麼多電器同時使用時，是以串聯還是並聯的方式使用？

討論三：看過聖誕節燈飾嗎？一閃一閃的小燈泡，它們是如何連接起來的呢？如果你有興趣，可以進一步去了解其運作原理。



更·上·一·層·樓

不同物質的微觀結構大不相同，而它們的電阻值又有天壤之別，但是有許多物質竟然都大致遵守看起來是如此簡潔的歐姆定律！仔細想一想：要利用微觀原子的理論來說明適用範圍如此廣的這個定律，顯然是一點都不簡單呢！

在第四冊10-1節我們曾學過元素中電阻最小的是銀，銅次之，它們都是電的良導體。表10-2列出常見物體的電阻值。從這個表中我們會發現，不同物質於相同條件下的電阻可能相差極大。例如，玻璃與橡膠是絕緣體，其電阻值為銀的 10^{21} 倍！

人體的電阻隨環境差異而有不同，皮膚乾燥的地方電阻可能高達泡鹽水的皮膚電阻的一萬倍。假設擦乾的手指觸摸到12伏特的電瓶，流過身體的電流大概只有



0.000012安培。一般來說，人體對0.001安培的電流就會有觸電的感覺，0.01安培的電流會使肌肉痙攣，大於0.07安培的電流持續超過一秒鐘就可能致命。所以，如果用潮濕的手去觸摸12伏特的電瓶，流過身體的電流可能高達0.12安培，這是很恐怖的！

表10-2 常見物體在20°C的電阻值

物質	電阻值 (Ω)
銀	0.00016
銅	0.00017
金	0.00024
鋁	0.00025
鎢	0.00055
鐵	0.00098
玻璃	$10^{14} \sim 10^{17}$
橡膠	$10^{17} \sim 10^{18}$

註：本表電阻值係假設截面積1 mm²、長度1 cm 的線形材料，兩端施以1伏特固定電壓時的電阻值大小。



請接變化球

請同學利用歐姆定律的公式，驗算課文所舉的例子：乾燥與潮濕的手指分別觸摸12伏特的電瓶，若流過身體的電流大小分別為0.000012安培及0.12安培，則對應的身體電阻有多大？

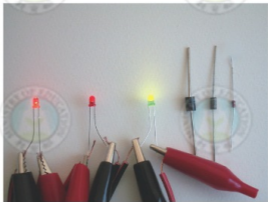


更上一層樓

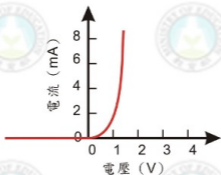
二極體

二極體是目前各種電子系統中最基本的組成元件之一，它的特性類似一般的開關，具有整流（讓電只能單向流動）的作用，在電子系統中扮演著極重要的角色。二極體的外型有正負二極接頭，如果接反了就不會作用。它的應用範圍很廣，家中電器用品的整流作用很多都是靠二極體的功能，還有，我們走在馬路上所看到的廣告看板，很多也是利用發光二極體製作出來。

有一些電阻在電壓改變時，其產生的電流不一定是成正比關係，例如：一種稱做二極體的電子元件，其電流通常和電壓不成正比增加（圖10-11），而一般電器因內部電路設計較複雜，通常也不是單純正比關係。



(a) 數種二極體（左邊三個是發光二極體）



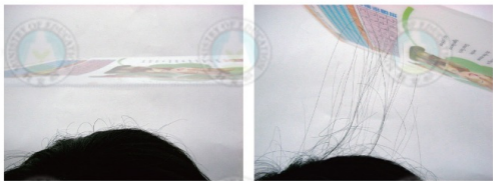
(b) 二極體的電壓與電流之間關係示意圖
（負的電壓代表電池反向連接）

圖10-11 二極體



10-3 電場與磁場

利用10-1節中介紹的方法，將摩擦後產生靜電的塑膠板靠近同學的頭髮，你將會發現：頭髮會受到一股力量的作用而豎直起來（圖10-12），而且靠得愈近，此現象愈明顯。當然，如果塑膠板沒有摩擦帶靜電，頭髮就不會被塑膠板影響。在學過第五冊2-3與3-2節的內容後，你可能會舉一反三猜想到：帶靜電的塑膠板之所以會對它周圍的頭髮造成影響，其實是因為它在周遭的空間形成某一種「場」。沒錯，這正是我們要在本節中探討的內容之一。更仔細地說，我們將進一步介紹「電場」與「磁場」的直觀概念，並透過簡單的活動觀察空間中「場」的分布。



(a) 未摩擦前的塑膠板對頭髮沒有作用 (b) 摩擦後的塑膠板對頭髮產生靜電作用

圖10-12 頭髮與靜電現象

電場

同學還記得前面介紹的「重力場」嗎？一個具有質量的物體在它的四周產生重力場，位於重力場中的其他物體就會受到該重力場的作用。如圖10-13(a)所示，月球在地球的重力場作用下進行圓周運動；同樣的道理，我們說

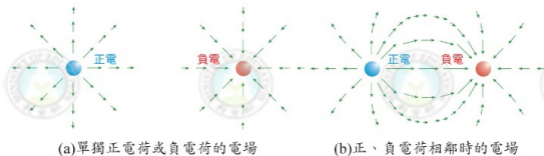
原子內的電子也受到某個力場的作用，所以會圍繞著原子核進行運動，這個作用力的產生是因為原子核帶有正電荷，在其四周產生電場，而電子帶有負電荷，在電場中就會產生吸引的力量〔圖10-13(b)〕。



- (a) 月球受到地球重力場的作用，圍繞地球進行圓周運動。（本圖中地月距離並未按比例繪出。）
- (b) 電子受到原子核電場的作用，圍繞原子核運動。（本圖是氫原子的示意圖；但電子與原子核的大小並未按比例繪出。）

圖10-13 電子繞原子核與月球繞地球很相似

電場具有大小與方向。電場的大小是以單位正電荷位於電場內所受到的力來測定，而電場的方向，則是電場作用在此單位正電荷上的電力方向（圖10-14）。



(a) 單獨正電荷或負電荷的電場 (b) 正、負電荷相鄰時的電場

圖10-14 電場的分布

磁場

通常由鐵、鈷、鎳或其合金構成的物體（通稱為磁性物質）靠近磁鐵時，會被磁鐵吸引，而且愈靠近時吸引力也愈強。我們也可以說：磁鐵在它的周圍產生「磁



場」，當這些磁性物質或其他磁鐵靠近時，就會受到這個磁場的交互作用，產生相吸或相斥的現象。

我們利用下面的小活動來觀察一下磁場分布的型態：



活動 10-3 磁場

活動目的：

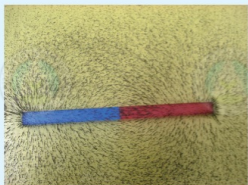
利用鐵粉觀察磁鐵周圍磁場的分布情形。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
鐵粉（裝在灑鹽罐子中更好）	少許
棒形磁鐵	1個
U型磁鐵	1個
透明無色壓克力板	2塊
磁針	6~10個

活動步驟：

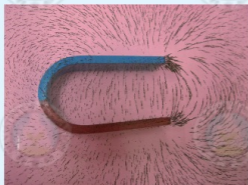
1. 取棒狀磁鐵平放在桌面上，並將一塊透明壓克力板墊高放在磁鐵上，然後從其上方約20公分的高度慢慢灑下鐵粉，使鐵粉均勻地分布在壓克力板上，形成一層薄膜，用筆輕輕敲壓克力板邊緣幾下，觀察鐵粉所形成的圖樣〔圖1(a)〕。
2. 取另一塊壓克力板，輕輕放在步驟1所形成的圖樣上，壓住鐵粉，勿再移動。
3. 將磁針放在壓克力板上，將它慢慢移動到磁鐵周圍不同的位置上，觀察磁針的指向與鐵粉所形成的圖樣有否關連〔圖1(b)〕。
4. 改用U型磁鐵，重複步驟1~3〔圖1(c)、(d)〕。



(a) 鐵粉在棒狀磁鐵周圍所形成的圖樣



(b) 移動磁針觀察棒狀磁鐵周圍磁場變化



(c) 鐵粉在U型磁鐵周圍所形成的圖樣



(d) 移動磁針觀察U型磁鐵周圍磁場變化

圖1 各種磁場現象的觀察

活動討論：

1. 輕敲壓克力板的過程，你觀察到鐵粉在磁鐵的哪些地方聚集比較密？
2. 磁針的指向與鐵粉所形成的曲線有何關係？
3. 磁針靠近磁鐵的N極（或S極）時，其磁針的方向有何特性？

於活動10-3中觀察到的這些分布在磁鐵周圍空間的曲線，我們稱為**磁力線**。通常靠近磁鐵兩極的地方磁力線會最密，磁性也最強；離兩極愈遠，磁力線就愈疏鬆，磁場也愈弱。

磁力線有方向嗎？科學上規定在磁力線上磁針N極的指向為磁場方向，也就是磁針N極在磁場中所受磁力的方向。

國小曾經介紹過磁極的相吸與相斥作用，就此性質來說，磁鐵的兩極具有和電荷相似的行為（同極相斥、異極相吸），但是，正、負電荷是可以分離，並單獨存在，而磁鐵的N極、S極是不能分離，也不能獨立存在的。舉例來說：一根棒狀磁鐵，兩端分別是N極與S極，如果這根磁鐵從中間斷成兩半（圖10-15），並不會一根只有N極，而另一根只有S極，而是在斷裂面分別產生與另一端相異的磁極。因此，兩根斷裂的磁鐵依然都具有N極與S極，而且兩個斷裂面靠近時，會異極相吸在一起。歸納成一句話：磁鐵的N極、S極不能單獨存在或分割。

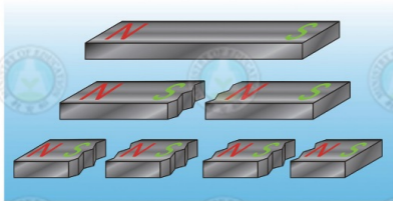


圖10-15 磁鐵斷裂後磁極的變化

日常生活中我們使用的磁鐵，磁極的分布狀況與實驗室的磁鐵是不太一樣的。最常見的例子是：磁鐵斷裂成

兩半之後，我們想將兩塊磁鐵沿原斷裂面接回去，卻發現兩者會互相排斥。為什麼會這樣呢？

其實，磁鐵的幾何形狀不一定就是工廠製作時磁化的方向。一般來說，市售磁鐵為了增加吸附的效果，通常會將磁極設計在吸附面上，而非形狀的兩端。如圖10-16所示，圓餅狀磁鐵斷裂時，斷裂面相對應的位置具有相同的磁極，所以沿斷裂面接回時，會產生同極相斥的力量。同樣的道理，市售長條狀磁鐵的磁極通常並非在長條形狀的兩遠端，而是在兩個平面界面，所以，如果不小心折斷了，它可是不容易接回去的哦！

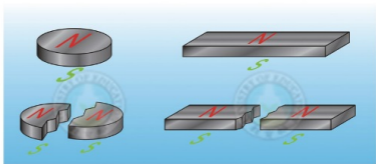


圖10-16 市售磁鐵斷裂時磁極的變化

10-4 電流的磁效應

丹麥科學家厄斯特（Hans Christian Oersted, 1777-1851）在1820年發現，將通有電流的導線靠近靜止的磁針時，磁針會產生偏轉，顯示通有電流的導線周圍也有磁場存在，它的效果和磁鐵所建立的磁場相同，都能使磁針發生偏轉。後來的科學家進一步探究才知道，原來電和磁這兩種好像完全不同的現象，實際上卻是彼此相關的。

現在讓我們透過以下的活動，認識電與磁的關係吧！



活動 10-4甲 電流的磁效應

活動目的：

觀察通有電流的長直導線所產生磁場的分布情形。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
導線（附鱷魚夾）	2條
絕緣包皮粗直銅線（銅線直徑1~2 mm）約30 cm長	1條
直流電源供應器（或改以電池與電池座代替）	1臺
磁針	4個
硬紙板（約20 cm × 20 cm，中央穿一小洞）	1塊
木塊或其他支撐物	數個

注意事項：

1. 電源供應器在接上電源之前，應先確認開關在 off 處，旋鈕在最小值或 off 處，以免通電時電流太大造成危險。
2. 接通電流時間不宜太長，同學應迅速觀察現象並記錄，以免導線過熱發生危險。



活動步驟：

1. 將導線、粗直銅線、直流電源供應器，按照圖1(a)所示電路連接妥當。
2. 取磁針平放桌面上，調整導線與粗直銅線，使粗直銅線與磁針指向約略平行，呈南北方向。
3. 將磁針放在粗直銅線正上方，開啟電源，逐漸增加電流大小，觀察磁針N極的偏轉方向及偏轉角度大小〔如圖1(b)〕。
4. 關閉電源，將磁針改放在粗直銅線的正下方，重複步驟3〔如圖1(c)〕。
5. 改變電流方向（導線與電源供應器的輸出端正負極對調連接），重複步驟3，觀察磁針的偏轉方向是否也會隨著改變。
6. 將硬紙板固定在木塊或其它支撐物上，使硬紙板離桌面約15公分，按照圖1(d)所示電路連接妥當，再把四個磁針平放緊靠在銅線四周。
7. 開啟電源，逐漸增加電流大小，觀察磁針N極的偏轉方向及偏轉角度大小〔如圖1(e)〕。
8. 將磁針往外移動（離銅線遠一點），觀察磁針N極的偏轉方向及偏轉角度大小〔如圖1(f)〕。
9. 改變電流方向（導線與電源供應器的輸出端正負極對調連接），重複步驟7，觀察磁針的偏轉方向是否也會隨著改變。



(a) 磁針指向與導線平行之裝置



(b) 磁針在導線上方通電後的偏轉現象





(c) 磁針在導線下方通電後的偏轉現象



(d) 垂直長直導線之裝置



(e) 垂直長直導線通電後四周磁針偏轉現象



(f) 磁針遠離導線偏轉情形

圖1 各種磁場現象的觀察

活動討論：

1. 步驟3所觀察的結果，磁針N極偏向何方？電流愈大，磁針偏轉角度是否也愈大？磁針偏轉程度是否有極限？
2. 步驟4所觀察的結果，磁針N極偏轉方向與步驟3有何不同？
3. 步驟5改變電流方向後，磁針偏轉方向是否也跟著相反？
4. 步驟7所觀察的結果，銅線四周磁針的偏轉角度均不同，是否有規律性？
5. 步驟8磁針遠離導線後，偏轉程度是否有變小？
6. 步驟9改變電流方向後，磁針偏轉方向是否也跟著相反？

由上面活動可以發現，當導線通有電流時，在導線四周會產生磁場，這種現象稱為**電流的磁效應**。而且，長直導線電流所產生的磁場，其磁力線的形狀為以直導線為圓心的封閉同心圓，而磁場的方向（磁針N極偏轉的方向）與電流方向互相垂直。

法國科學家安培（Andre Marie Ampere, 1775-1836）經由實驗發現，通有電流的長直導線在其周圍所建立的磁場強弱，和導線上的電流大小成正比，但卻和導線間的距離成反比。也就是說，導線通過電流愈大，磁針偏轉程度也愈大，表示磁場愈強；而磁針離導線愈遠，磁針偏轉程度相對愈小，表示磁場愈弱。

如何簡單判斷導線周圍所產生磁場的方向呢？如圖10-17所示，將右手大姆指指向直導線的電流方向，其餘四指自然彎曲並圍繞直導線旋轉，此時四指所指的方向，就是磁場的方向。通常我們將這種判斷規則稱為（安培）右手定則。



圖10-17 運用安培右手定則來判斷通電長直導線周圍磁場的方向

如果將直導線繞成一組螺旋線圈，磁力線變成在環內被圈禁起來一樣，如圖10-18所示，環內磁力線變密集，磁場便會增強。如果同一條導線再多繞一個環圈，與第一個環圈重疊起來，雙環圈內磁力線的密度便會是單圈的2倍，其效果就好像一條導線上通過兩倍的電流一樣。以此類推，環圈愈多，穿過環圈的磁場強度也愈大。



圖10-18 當通有電流的直導線繞成環圈時，導線周圍的磁力線會聚集起來。

如果將這些環圈繞成螺旋形，並且在線圈內部安置一塊軟鐵心，軟鐵心也會被磁化成具有磁性的磁鐵，更能增加磁場強度。利用這種方式製作的磁鐵，稱為**電磁鐵**。我們利用下面的活動來測試一下電磁鐵的性質。



活動 10-4乙 電磁鐵

活動目的：

觀察螺旋線圈做成電磁鐵的磁場分布情形。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
漆包線(直徑約1 mm)	150 cm
導線(附鱷魚夾)	2條
直流電源供應器(或改以電池與電池座代替)	1臺
磁針	4個
竹筷或鉛筆	1枝
鐵釘(長度約5 cm)	數根
迴紋針	數枚

活動步驟：

- 如圖1(a)所示，漆包線兩端預留引線，再將漆包線環繞圓柱形筆桿(約20圈)，抽出筆桿，使成為螺旋線圈，並刮除引線前端部分的絕緣漆。(注意：線圈間緊靠纏繞，但預留與筆桿空間，以免筆桿抽不出來。)
- 如圖1(b)所示，在線圈兩端各放一個磁針，然後將線圈兩端引線分別以導線連接，開啟直流電源，觀察線圈是否像磁鐵一樣，會使磁針發生偏轉[如圖1(c)]？
- 改變電流方向(導線與電源供應器的輸出端正負極對調連接)，重複步驟2，觀察磁針的偏轉方向是否也會隨著改變？
- 將通有電流的螺旋線圈接觸迴紋針，測試此線圈是否可以吸住迴紋針？



5. 將不具磁性的鐵釘放入線圈中，接通電源，測試此時線圈是否能吸住迴紋針。切斷電源，再測試此時線圈是否還能吸住迴紋針。請重複步驟2~4，比較放入鐵釘後對於線圈磁性的影響。
6. 改以竹筷或鉛筆代替鐵釘放入線圈中〔如圖1(d)〕，接通電源，測試此時線圈是否也能吸住迴紋針。



(a) 將漆包線繞成螺旋線圈



(b) 以磁針決定未通電流時螺旋線圈兩端及周圍之磁性



(c) 以磁針決定通有電流的螺旋線圈兩端及周圍之磁性（請比較本圖與(b)圖磁針方向）



(d) 分別放入鐵釘及竹筷測試電磁鐵性質

圖1 電磁鐵活動

活動討論：

1. 步驟2是否觀察到磁針偏轉？你能判斷此時線圈的N極和S極各在哪一端嗎？

2. 步驟3改變電流方向時，螺旋線圈兩端的磁極是否發生改變？
3. 步驟4通有電流的螺旋線圈是否可以吸住迴紋針？
4. 步驟5放入鐵釘的螺旋線圈是否可以吸住迴紋針？切斷電源之後還能吸住迴紋針嗎？鐵釘有增強螺旋線圈磁性的效果嗎？
5. 步驟6放入竹筷的螺旋線圈是否也能吸住迴紋針？

由活動10-4乙發現，螺旋線圈通以電流會產生磁場，此時線圈就像磁鐵棒一樣，能使磁針偏轉。不只如此，我們還發現在螺旋線圈中加入鐵釘之後，所造成的磁性很明顯的變強許多，但是加入竹筷子卻沒有這個效果⁴。因此，要利用電流來造成磁性，選擇適當的輔助介質有時是很重要的。

我們如何知道線圈兩端的磁性呢？除活動步驟2使用磁針觀察外，我們也可以方便地用以下的方式來判斷。如圖10-18所示，用右手握住螺旋線圈，四指彎曲指向線圈的電流方向，則大拇指自然挺直，所指的直線方向即為線圈內部磁力線的方向，大拇指所指的一端即為N極，當然，另一端就是S極了。

電磁鐵可以藉著增大電流及增加線圈密集程度的方式，使其磁力大於天然磁鐵（例如鐵工廠移動巨大鋼板的懸吊系統）（圖10-19），或者利用電流強弱的控制，也能產生磁力變化的效果（例如音響喇叭的播放）。



圖10-19 廢鐵場利用電磁鐵搬移廢鐵



更·上·一·層·樓

像鐵這一類能夠很有效地增強螺旋線圈磁效應的物質，我們稱它具有鐵磁性。但有些物質（例如水）反而會讓線圈的磁效應微微地變小，這一類的東西叫做反磁性物質。



有關線圈與電磁鐵的應用還有很多，我們將在10-5及11-3節進一步介紹。

當我們知道電流會產生磁場的現象，也由前面活動10-4乙觀察到：載流線圈產生磁場會影響附近的磁針偏轉，你是否也會聯想到：原有的地球磁場是否也一樣會對載流導線產生交互作用力呢？

下面我們再做一個簡單的活動，看看電與磁彼此的交互作用吧！



活動 10-4丙 載流導線受磁力作用

活動目的：

觀察磁場中載流導線受力現象。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
導線（附鱷魚夾）	2條
漆包線（28號或更細）約1 m長	1條
直流電源供應器（或改以電池與電池座代替）	1臺
馬蹄形磁鐵（大型）	1個
鐵架或其它適當支撐物	1組

注意事項：

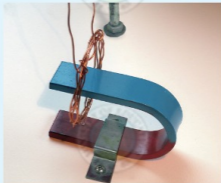
1. 電源供應器在接上電源之前，應先確認開關在 off 處，旋鈕在最小值或 off 處，以免通電時電流太大造成危險。
2. 接通電流時間不宜太長，同學應迅速觀察現象並記錄，以免導線過熱發生危險。

活動步驟：

1. 將漆包線繞成線圈，兩端預留20公分（並刮除末端引線絕緣漆），按照圖1(a)所示組裝連接妥當。
2. 開電源之前先觀察線圈位置〔如圖1(b)〕。打開電源，觀察線圈是否有偏離位置？略為增加電流強度，線圈偏離情形是否更明顯〔如圖1(c)〕？（註：電流宜小於5安培，以免燒壞線路。）
3. 改變導線電流方向（電源供應器輸出端接頭交換），觀察線圈偏離方向是否不同〔如圖1(d)〕？
4. 將馬蹄形磁鐵的兩極互換，重複步驟2及3。



(a) 實驗裝置



(b) 未通電時



(c) 通有電流時



(d) 電流反向時

圖1 導線在磁場中的交互作用

活動討論：

1. 步驟2通電流時，線圈是否有偏離位置？
2. 步驟2增強電流時，線圈是否偏離的更明顯？
3. 改變磁場方向，線圈偏離的方向是否也相反？
4. 改變導線電流方向，線圈偏離的方向是否也相反？

在磁場中的載流導線（活動10-4丙中的線圈），因電流磁效應而產生的磁場會與原有（活動10-4丙中的馬蹄形磁鐵）磁場產生交互作用，而使導線受到一個磁力作用，因此產生偏離的現象。通常我們可用「右手開掌定則」來判斷載流導線偏離的方向，將右手掌伸直，四指指向磁場方向，大拇指指向導線上電流的方向，則垂直於掌面的方向（亦即掌面推出的方向）即為導線受力的方向（圖10-20）。根據此一原理可製成電動機（第十一章進一步介紹），將電能轉換成動能。

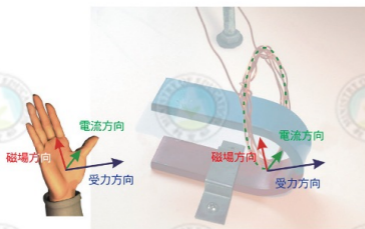


圖10-20 右手開掌定則

10-5 電磁感應

自從厄斯特發現導線中的電流會產生磁場後，科技跟著也有了極大的發展，在這同時，科學家們卻也不斷在問著：「電流可以產生磁場，那麼，磁場能不能產生電流呢？」

1831年，英國的法拉第（Michael Faraday, 1791-1867）和美國的亨利（Joseph Henry, 1791-1878）兩位物理學家分別對這個問題提出肯定的答案。在此之前，人類通常是使用化學電池產生電流（第四冊第十章生活與化學介紹過），法拉第和亨利兩人的發現，使日後大量發電成為可能，也終於導致世界跟著改觀，白天工廠可以運用電能大幅增產，晚上城市也因為方便的電能而大放光明。

法拉第和亨利不約而同發現：如果將磁鐵在環形線圈中做進出運動，原先沒有電流的環形線圈，會因為線圈內的磁場發生變化而產生電流。這個發現使得電與磁之間的關係更為密切。利用電與磁之間的交互作用，法拉第製造了人類第一部發電機，對近代科技的發展影響非常深遠。

讓我們透過下面的活動，觀察線圈內的磁場發生變化時如何產生電流，以便進一步了解電與磁的關係。





活動 10-5 感應電流

活動目的：

觀察一線圈內的磁場發生變化時，會產生感應電流。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
漆包線螺旋線圈（不同圈數）	各1個
棒形磁鐵	1個
數位電表（或檢流計）	1組
導線（附鱷魚夾）	2條
細線	1條

注意事項：

1. 若使用檢流計則應先歸零。
2. 拿取磁鐵棒快速進出線圈時應小心，避免摔出磁棒造成損壞。

活動步驟：

1. 若使用數位電表請觀察顯示數值的正負值大小，若使用檢流計請觀察指針偏轉方向及偏轉程度。取一漆包線繞成的螺旋線圈（口徑以方便磁鐵棒進出為宜），將線圈兩端引線絕緣漆刮除後，串聯數位電表（或檢流計），如圖1(a)所示。此時數位電表（或檢流計）的讀數應為零，表示沒有電流通過線圈。

註：如果沒有現成的教學示範用螺旋線圈，而必須由學生於課前先自己纏繞漆包線時，則建議使用28號的漆包線，將之纏繞在廚房用紙巾的硬紙板圓筒上，同時所繞的圈數必須夠多〔如圖1(a)〕，才可以達到預期的實驗效果。



2. 如圖1(b)所示，將棒形磁鐵的N極快速放進線圈內，同時觀察數位電表上是否有電流的讀數？若快速將磁鐵棒從線圈中拿出，數位電表上是否也會有電流的讀數？電流正負值變化情形如何？（若使用檢流計，則可觀察指針是否發生偏轉？偏轉方向如何？）
3. 棒形磁鐵進入線圈後，如果靜止不動〔如圖1(c)〕，觀察數位電表上讀數是否有變化（檢流計的指針是否發生偏轉）？
4. 改將磁鐵棒的S極放進及拿出線圈，重複步驟2，觀察數位電表讀數的正負值有否不同（檢流計的指針偏轉方向是否有所不同）？
5. 改以不同圈數的線圈，重複步驟2，觀察數位電表讀數是否改變（檢流計的指針是否發生偏轉）？讀數大小變化如何（檢流計的指針偏轉程度是否不同）？
6. 手握棒形磁鐵於線圈旁左右晃動，如圖1(d)所示，觀察數位電表讀數是否改變（檢流計的指針是否發生偏轉）？加速磁鐵棒的晃動，再觀察數位電表的讀數是否不同（檢流計的指針偏轉程度是否也不同）？



(a) 螺旋線圈兩端引線絕緣漆刮除後，串聯數位電表檢測電流。



(b) 磁鐵棒進出線圈時，是否有電流產生？



(c) 磁鐵棒靜止於線圈內時，是否有電流產生？



(d) 手握棒形磁鐵於線圈旁左右晃動，觀察數位電表讀數是否改變？

圖1 感應電流活動

活動討論：

1. 步驟2所觀察的結果，磁針N極快速進入線圈時，數位電表讀數是否改變（檢流計指針是否有偏轉）？快速拿出時，數位電表讀數是否正負變號（檢流計指針偏轉方向是否相反）？
2. 步驟3，磁鐵棒靜止不動，雖然線圈內有磁場，數位電表讀數是否改變（檢流計指針是否有偏轉）？
3. 步驟4改變磁鐵棒磁極方向後，數位電表讀數是否正負變號（檢流計磁針偏轉方向是否也跟著相反）？
4. 步驟5，線圈數較多（較緊密）的線圈，數位電表讀數是否較大（檢流計指針偏轉程度是否有比較大）？
5. 步驟6，磁鐵棒雖然沒有進出線圈，數位電表讀數是否改變呢（檢流計指針是否也有偏轉）？

由上面的活動發現，當磁鐵靠近或遠離線圈時，線圈內的磁場就發生改變，此時線圈內會產生電場、並驅動電流的產生，因此檢流計的指針會發生偏轉。這種因磁場發生變化而產生電流的現象稱為**電磁感應**，而產生的電流稱為**感應電流**。



更·上·一·層·樓

金屬偵測門

旅客在機場要登機之前都會接受安全檢查，穿過一具金屬偵測門（如附圖）。如果你身上帶有鐵器，通過的時候一定會警鈴大作，把你嚇得花容失色！

這具金屬偵測門其實就是一個攜載小電流的線圈，線圈的裡面等於有個磁場存在，如果你帶著鐵器穿過線圈，該鐵器會使線圈內的電流因感應而產生變化，金屬偵測門測到這種變化，就會觸動警鈴。



旅客在機場要登機之前都會接受安全檢查，穿過一具金屬偵測門。

是什麼因素產生感應電流的呢？原來，當通過線圈的磁場改變時，在磁場範圍內的導線不同位置會產生電場，結果線圈兩端便形成**感應電壓**（通常稱為**感應電動勢**），並進而驅動電子產生感應電流。所以在以上活動中，若採用數位電表，則尚可測量感應電壓。

在活動10-5的步驟6中，磁鐵棒雖然沒有進出線圈，但是左右晃動時，對線圈而言磁場仍然是隨時在變動，所以檢流計的指針也是隨著改變偏轉角度。工業上的設計經常運用這個方式，只要磁場是隨時在變化，就會有感應電壓，並且在導線上面產生感應電流。

怎樣可以增大線圈產生的感應電壓呢？增加線圈的圈數，或者使線圈內磁場變化的速度加快，都可以增大線圈產生的感應電壓。利用磁場快速變化而產生電壓的原理，就可以製造發電機，其中相關的細節我們將在11-3節



進一步介紹。

學到這裡，你說不定已經注意到了電場以及磁場彼此之間環環相扣的特殊關係：

1. 電場會驅使電荷運動、從而形成電流；
2. 電流的形成則會產生一個磁場；
3. 磁場隨時間改變又會在導線裡面感應形成電場；
4. 於是我們又回到 1. 的場合：電場會驅使電荷運動、從而形成電流……。這是否給你帶來了一個「蛋生雞、雞生蛋」的印象？

看到這麼複雜的現象與概念，你覺得頭皮發麻了嗎？不用擔心，這確實是要留待更深的課程才有辦法解釋清楚。不過，你知道嗎？十九世紀末的科學家在這「混沌不明」之際竟然更進一步問自己：如果我們把導線移開，直接在空無一物的空間中改變電場，那又會如何呢？結果他們得到了一個自此改寫人類文明史的驚人結論：伴隨著這個電場還是會產生出一個磁場，而產生出來的磁場又會感應出電場；這個構成「蛋生雞、雞生蛋」循環的電場與磁場會相輔相成、往外傳播出去！

雖然我們受限於篇幅，不能把以上的交互作用過程敘述得很詳盡，但是聰明的你讀到這裡可能也已經猜出來：人類自此終於發現電磁波了！是的，從聽收音機、看電視以至於使用行動電話以及無線上網，或者是荒郊野外的救援通訊、甚至是與登陸月球的太空人之間的通話，這一切都有賴於電磁波。而讓我們能夠在晚上讀書做事、讓繁華都市在夜晚披上瑰麗絢爛色彩的燈光，其實也都是電磁波的一種。電磁波和現代人的生活已經密不可分，而這僅只是電磁原理的一小部分體現而已。

本章結語

電和磁的發現，對人類科技發展帶來深遠的影響，人類運用電與磁的基本原理，發明許多便利的電子資訊產品，帶給人類更便捷且多采多姿的生活；而電磁波的發現與應用，當然也使人類的生活為之改觀。下回同學發現市面上新穎的電子產品時，也可以想一想，它們可能運用了那些科學原理。當然，因為瞭解這些原理，所以能養成正確的使用習慣，注意用電安全，並進一步節約能源；而這也是身為現代國民的我們具備科學素養的高度表現。



本章摘要

1. 當我們拿一塊毛皮摩擦塑膠尺，此時毛皮上的電子會轉移到塑膠尺上，使塑膠尺帶有負電，而相對的毛皮則帶有等量的正電，我們便稱這些物體帶有靜電。
2. 科學上定義電量的單位為「庫侖」（coulomb）；一庫侖的電量相當於 6.25×10^{18} 個質子（正電）或電子（負電）的電量。一個質子或電子所帶的電量大小約為

$$\frac{1 \text{ 庫侖}}{6.25 \times 10^{18} \text{ 庫侖}} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 庫侖}$$

3. 帶正電或帶負電的物體互相靠近時，會產生「同性相斥、異性相吸」的作用力，此靜電作用力稱為「庫侖力」。兩個帶電體之間庫侖作用力的大小與各自攜帶的電量大小的乘積成正比，同時與兩帶電體間距離的平方成反比，這個關係稱為「庫侖定律」。
4. 電荷容易聚集在導體表面凹凸不平的地方，而平坦的表面電荷分布就比較分散。避雷針就是利用這個道理，平時就比較容易產生「尖端放電」的現象，把雲層中聚集的電荷逐漸中和到地面去。
5. 電位差又稱為電壓，電壓的單位是伏特（volt，簡記為V），一般市售乾電池的電壓約為1.5伏特。
6. 表示電流大小的單位是安培（Ampere，簡記為A）。1安培的電流表示導線的某一截面上每秒鐘通過1庫侖的電量，也就是1安培 = 1庫侖 / 秒；這相當於每秒鐘約有 6.25×10^{18} 個電子通過該截面。
7. 燈泡串聯時，跨過各個燈泡的電壓總和會等於供應電力之電池的電壓；而當並聯時，跨過各個燈泡的電壓都會相等，並等於電池的電壓。
8. 燈泡串聯時，流經各個燈泡的電流都一樣大，並等於流經電池的總電流；而當並聯時，流經電池的電流則是流經個別燈泡電流的總和。
9. 我們定義「電阻」為「電壓」與「電流」的比值，以R表示，單位是歐姆（ Ω ）。也就是說，當電阻固定時，電壓與電流的關係是成正比的。
10. 分布在磁鐵周圍空間的曲線，我們稱為磁力線。通常靠近磁鐵兩極的地方磁力線會最密，磁性也最強；離兩極愈遠，磁力線就愈疏鬆，磁場也愈弱。

11. 當導線通有電流時，在導線四周會產生磁場，這種現象稱為電流的磁效應。長直導線所產生的磁場，其磁力線的形狀為以直導線為圓心的封閉同心圓，而磁場的方向（磁針N極偏轉的方向）與電流方向互相垂直。通有電流的長直導線在其周圍所建立的磁場強弱，和導線上的電流大小成正比，但卻和導線間的距離成反比。
12. 在磁場中的載流導線，因電流磁效應而產生的磁場會與原有磁場產生交互作用，而使導線受到一個磁力作用，因此產生偏離的現象。通常我們可用「右手開掌定則」來判斷載流導線偏離的方向。
13. 當磁鐵靠近或遠離線圈時，線圈內的磁場就發生改變，此時線圈內會產生電場，並驅動電流的產生，因此檢流計的指針會發生偏轉。這種因磁場發生變化而產生電流的現象稱為電磁感應，而產生的電流稱為感應電流。



參考資源

書籍

1. 師大科教中心著（1998）。國中理化模組--靜電現象。臺北市：師大科教中心。
2. Paul G. Hewitt著；陳可崗譯（2001）。觀念物理V--電磁學·核物理。臺北市：天下文化出版社。

網站

1. 科學與藝術的對話
<http://pei.cjhh.tc.edu.tw>（2008年7月）
2. 臺北市立復興高中 / 教學研究 / 物理網頁：萊頓瓶
<http://www.fhsh.tp.edu.tw/instpage.php?r=&w=100%&h=800&url=w3.fhsh.tp.edu.tw/sub/subject04/#a>（2008年7月）
3. 洪橋公司 / 基礎科學教具 / 靜電產生器
http://www.homejoin.com.tw/New_Folder/newpage11.htm（2008年7月）
4. 科學小芽子網站
http://www.bud.org.tw/sci_star.htm（2008年7月）
5. 教育部 - 學習加油站
<http://content1.edu.tw>（2008年7月）
6. 清蔚園 / 科學教育館
<http://vm.nthu.edu.tw/science/>（2008年7月）

第十一章 電磁應用

11-1 交流電

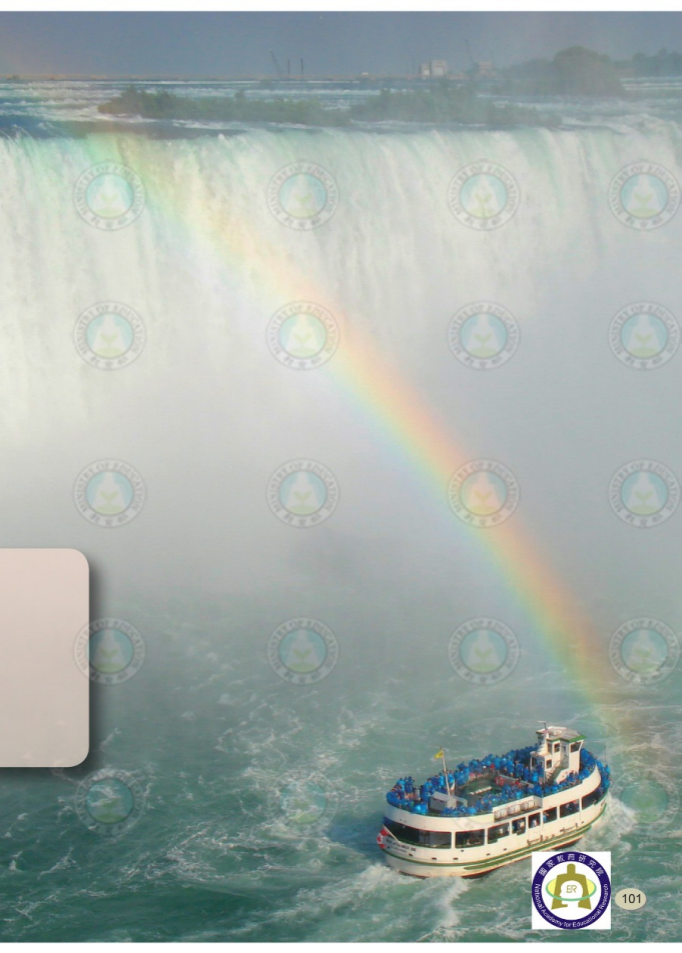
11-2 電流的熱效應

11-3 直流電動機與發電機

11-4 從電廠到家裡

你或許聽過這個地方，
甚至曾和家人到此一遊，
但是你可能猜不到的是……
這個猶抱彩虹半遮面、
卻氣勢磅礴的尼加拉瀑布，
竟是近世交流電的發源地！





11-1 交流電

和家人到郊山健行，雖然拖到晚上才下到半山腰，卻反而得以飽覽被點點燈火裝飾得美侖美奐的小鎮夜景。興沖沖地拿起新買的數位相機，調整成長時間曝光的夜間拍攝模式，卻在按住快門拍照的瞬間，被弟弟不小心碰了一下，結果遠方的路燈以及戶內的照明燈全部被拍成一條條彎曲的光跡（圖11-1）。正打算刪除這一張失敗的照片，才注意到這裡面似乎另有玄機——奇怪，為什麼光跡似乎都以明暗相間的條紋呈現出來呢？

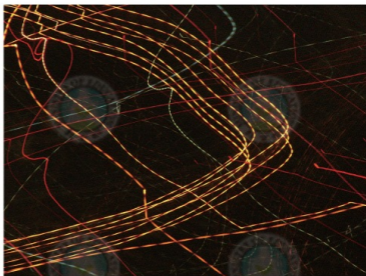


圖11-1 採用長時間曝光拍攝小鎮夜景時，不小心讓相機晃動一下，結果遠方的路燈與戶內照明燈全部拍成一條條彎曲的亮線。你注意到這張照片有什麼特別的地方嗎？

謎底揭曉！原來電力公司傳送到我們家裡的電流大小及方向是隨時間作規律性變化而改變（圖11-2）。不過由於這個循環交替的變化非常快（每秒鐘來回變化60次；也就是它的頻率為60 Hz），所以我們平常很難察覺到這

個現象。拍夜景時由於相機的曝光時間比較長（約一秒鐘），不小心晃動相機的結果，就會使得原來應該在相機感光板同一位置曝光的路燈掃描出一條條的光跡。但是在掃描出這些光跡的過程中，燈火的週期明暗變化已被忠實地記錄在感光板上，因此曝光後的部分光跡就會以明暗相間的條紋顯示出來。

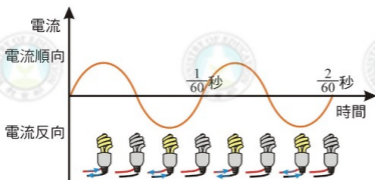














圖 11-2 電流的方向與大小隨時間作週期變化，省電燈泡的亮度也跟著產生明暗現象。

傳統上，我們把這種方向及大小會隨著時間做規律性週期變化的電流稱作**交流電**（Alternating Current，簡稱 AC）。不同國家與地區所使用交流電的頻率以及電壓可能不同，相對應的插頭、插座規格也各異，所以出國旅遊之前應該先特別查明，以免隨身攜帶的電器於插電使用時造成困擾或影響安全（參見表 11-1）。

你可能會注意到這個表中有些插頭具有三根插腳，所以和部分只有兩根插腳之電器的插頭不同。這多出來的插腳是用來「接地」，亦即將電器外殼經由導線與地表接觸，也就是讓電器表面可能多餘的電荷可以傳導到地面，以增加用電的安全性。

表11-1 不同國家與地區所使用交流電的頻率以及電壓可能不同

國家	電壓 (伏)	頻率 (赫)	插頭形狀 (突出金屬物以橘色代表)	插座形狀 (凹孔以黑色代表)
日本	100	50 / 60		
臺灣	110	60		
美國	110	60		
南韓	110 / 220	50 / 60		
中國	220	50	 (形式眾多；不盡統一)	 (形式眾多；不盡統一)
法國	230	50		

更·上·一·層·樓

交流電的電能並不是憑空製造出來。當線圈上面感應出電流之後，這個電流會在固定線圈的周圍產生一個磁場，並減緩磁棒的轉動。因此，電能雖然增加，但磁棒的轉動動能卻減少了。

要產生交流電是一件很容易的事，圖11-3是一個交流發電機的簡易模型。由於轉動的磁棒會造成磁場的週期性變化，所以根據我們在前一章所學過的電磁感應原理，固定的線圈上面會感應出週期性變化的電流（例如紅色的N極接近線圈時所形成的電流，和綠色的S極接近線圈時所形成的電流方向剛好相反），於是交流電就形成了。簡單的說，這個交流發電機會將磁棒的轉動動能轉變成電能，並以交流電的方式展現出來🔌。



發電機外殼

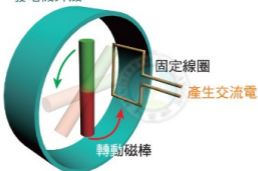


圖11-3 交流發電機的簡易模型：磁棒的轉動會在固定線圈上面感應出週期性變化的電流（交流電）。

看到了圖11-2，你是否有似曾相識的感覺呢？沒錯，我們於第四冊學波動的時候就曾經看過類似的圖形，只是那時候所畫的是，用手上下抖動繩子後所產生出來的波的上下起伏，而這裡所畫的則是電流隨時間改變的形狀。如果想像有一隻手握著曲柄去轉動發電機中的磁棒，使動能轉變成交流電的電能傳送出去，則用手抖動繩子其實是將動能轉換成繩波上的能量傳送出去（圖11-4）。不同領域中的科學現象往往有共通的地方，這也是大自然的奧妙之一！

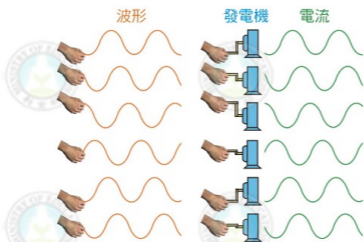



圖11-4 用手抖動繩子造出繩波，以及手握曲柄去轉動發電機產生交流電有異曲同工之妙！

跟交流電不同的是**直流電**。同學們應該還記得我們在第四冊學過的「電池」單元。十九世紀初，伏打以含食鹽水的濕抹布夾在銀和鋅的圓形板中發明了電池。雖然當時的科學家還不太清楚究竟是什麼樣的電荷在電路中移動，但了解到當以導線連接電池兩端，會因為電位差（電壓）驅使電荷沿同一方向移動，並定義正電荷流向為電流方向，亦即是由電池的正極經由導線流向負極。我們將這類方向固定的電流稱為**直流電**（Direct Current，簡稱DC）。日常生活中常見的直流電源包括乾電池或鉛蓄電池等，它們是將化學能轉換成電能的裝置。

化學電池提供的直流電源雖然攜帶方便，卻有成本過高以及持續性不夠久的缺點。雖然我們也能製作和交流發電機一樣優異的直流發電機，將動能轉換成電能，以供日常生活使用；但是基於傳輸電能時的一些現實考量（我們將於11-4節討論），同時因為我們可以用一些簡單的方式來改變交流電的電壓，甚至將之「整流」成直流電，以供不同的電器使用，當今世界上大部分地區都是以交流電來供電。

最後，你可能注意到了圖11-1這張照片中的某些紅色光跡並沒有出現明暗相間的現象。其實這些紅色光是由使用直流電的燈具所發出，所以它的亮度不會和路燈一樣隨著時間做快速的變化，因此不會呈現明暗相間的現象。



史·上·一·瞥·樓

裝設在大樓的「航空障礙燈」多半是使用直流電，所以你若想親自嘗試拍攝圖11-1這類的照片時，拍航空障礙燈恐怕效果不彰。



11-2 電流的熱效應



圖11-5 藉由電能產生熱效應的電器，讓我們的生活更加便利。

放學後一進家門，從烤箱裡傳來的香味立刻撲鼻而來。趕緊從開飲機中倒了兩杯水幫爸媽泡茶，然後和弟弟一起從烘碗機中拿出碗筷，到電鍋中盛出美味的米飯，並將電烤箱中的叉燒肉端上餐桌，開始我們溫馨分享整天趣事的晚餐時間（圖11-5）。除了餐廳中的這些加熱電器，另外，利用吹風機吹乾頭髮，用熨斗整燙出筆直的服裝……，在在都利用電來「製造」熱能，提供了我們生活上相當多的便利性。但這是怎麼一回事？

原來，這正是我們學過的能量可以互相轉換的最佳例證——上述諸例都是將電能轉換成熱能！在通路中，導線中的電子受到電壓的驅使，會沿電路流動。流動的電荷攜帶電能，過程中受到來自導線原子的阻擋，於是就會將部分能量傳給原子，使之加劇振動，造成溫度升高，這個將電能轉換成熱能或光能的現象，稱之為**電流的熱效應**。

根據上述原理，在設計熱效應電器時，我們會以電阻較大的導體做為電熱器的材質（但電阻也不宜過大，以致於電流過小，結果熱效應不顯著），使大部分的電能集中於此轉成熱能；這樣，當它和電路上的導線串聯後，電線溫度就不會升高許多。我們常選用的材質是鎳鉻合金，除了具有較大的電阻之外，它的特性還包括不易氧化、不易變脆，其熔點也較高，如此才不致於因高溫熔化，影響電器功用。電鍋、電爐、電熨斗、烤麵包機、吹風機、乾衣機、烘碗機、電熱水器、焊接器……等電熱家電大部分均採用此道理設計而成的（圖11-6）。



圖11-6 有些爐具是透過鎳鉻合金（圖中紅熱之金屬環）將電能轉換為熱能來烹煮食物

白熾燈泡也是利用電流熱效應原理的應用，其主要發光材質是鎢絲，鎢絲的熔點甚高（ 3410°C ），電能於鎢絲內轉換成熱能時的溫度升至極高，從而發光。



活動 11-1 認識電流熱效應

活動目的：

利用簡易材料，觀察熱效應電器的設計原理與能量轉換。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
保利綸切割器	1個
電池	1個
導線	2條
壓克力直尺	1把
保利綸	少許

活動步驟：

1. 觀察保利綸切割器構造，切割器中主要細金屬線（鎳鉻絲）和其他導線的連接方式。
2. 將保利綸切割器接上電池。按下開關後，將切割器的細金屬線輕輕壓在保利綸上，觀察產生的變化（圖1）。
3. 將保利綸接觸切割器兩旁的導線部分，觀察保利綸是否也會受熱熔化？
4. 將壓克力直尺兩端接上電線後，接在電池兩端，觀察是否會產生更大的熱效應。



圖1 將保利輪切割器的開關按下，接通電路之後，產生的熱能使保利輪熔化，切割成我們所需要的形狀。

活動討論：

1. 保利輪切割器的細鎳鉻絲和導線間的連接方式是採用並聯或是串聯？
2. 按下開關後，將切割器的細金屬線輕壓在保利輪上，產生了何種變化？保利輪的材質是屬於熱塑性或是熱固性聚合物？
3. 按下開關後，將保利輪接觸切割器兩旁的導線部分，觀察保利輪是否也會受熱熔化？
4. 若將鎳鉻絲改成電阻更大，同樣熔點很高的壓克力材質，是否有熱效應產生？為什麼？

上述的熱效應活動，讓我們了解了這個效應的產生原理。值得一提的是，在此封閉的迴路中，電荷並未消失，但其電能漸漸在導線與電阻器上轉換成熱能。完成一個迴路之後，電子又回到電源，並「整補」能量、重新出發。如此反覆循環，電池所具有電能逐漸減少，一直到無法使用為止，我們就說此電池沒電了。

電量為 Q 的電荷，通過電壓為 V 的電源，攜帶來轉換的能量 E 為

$$E = Q \times V$$

也就是說，1庫侖的電荷通過電壓為1.5伏特的電池，會攜帶1.5焦耳的電能來做能量的轉換。通過的電荷越多，其所轉換的能量越多。



請接變化球

以前學過乾電池的型號有D、C、AA、AAA（第四冊的10-2節），這四種乾電池的電壓均為1.5V。若分別通過10庫侖的電荷，則何種型號的電池消耗的能量最多？這四種乾電池，提供能量的差別何在？

電器於單位時間內的能量轉換率，稱之為**電功率**。一個燈泡的亮度如何，取決於它能否在固定時間內將大量的電能轉換成光能。電功率越大者，表示它在相同時間內，有大量的電能轉換成光能或熱能。假若一個電器於 t 秒內轉換了 E 焦耳的電能，則其電功率 P 為：

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Q \times V}{t} = \frac{I \times t \times V}{t} = I \times V$$

在上一章中，我們又學到了電阻 R 、電壓 V 和電流 I 的關係為：

$$V = I \times R$$

所以電功率 P 又可改寫為：

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

其中電功率的單位為瓦特（watt，簡記為W），相當於




更·上·一·層·樓

學到這裡，同學們會納悶，現在標榜的省電燈泡，20W的燈泡是會比以前60W白熾燈泡省電，可是，亮度不就少很多嗎？其實關鍵在於：省電燈泡是把大部分的電能轉為光能，而白熾燈泡雖然功率更高，卻是把大部分的電能轉為照明時用不到的熱能。因此，以相同亮度而言，省電燈泡的確比較省電。

此外，省電燈泡其實是一種日光燈，它的發光原理與傳統白熾燈泡完全不同；此中內容需留待高中才會學到。

焦耳 / 秒，意義為每秒內有多少焦耳轉換成其他能量。標示為110 V，880 W的電鍋，代表當它接上110 V的電源時，每秒會產生880焦耳的熱能。


請接變化球

將一個燈泡串接在一個1.5 V的乾電池上，如圖11-7所示，已知安培計上的電流讀數為100 mA，則該燈泡的電功率為多少瓦特？通電一分鐘後，電池共消耗多少電能？

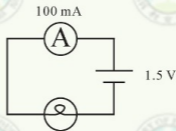


圖11-7 燈泡與1.5 V的乾電池及電流讀數為100 mA的安培計串接在一起


請接變化球

臺灣一般家用電源的電壓為110 V，並有提供220 V電壓供部分高耗能電器使用。假如現在有兩種冷氣規格，分別是A(110 V，1100 W)以及B(220 V，1100 W)。現將A接在110 V的電源，而B接在220 V的電源上使用。請分別就其冷房效果(降溫速率)、耗電情形、電流大小做比較。

電既然會產生熱效應，相對的也容易造成危險。因此，為了用電安全，我們便常在電器本身或線路上，串聯低熔點的保險絲，當通過的電流超過其「安全負載」時，



保險絲就會因為溫度過高而熔斷，如此成了斷路，提醒用電戶注意用電負載過高問題。因此選擇適當規格的保險絲，可以讓我們放心使用電器。近年來，在線路總電流部分，我們大都改用「無熔絲開關」來取代保險絲，以免去經常更換的麻煩。當電流超過其安全負載，它會自動跳開成斷路。用戶只要重新檢查一下是否同時使用過多電器，找出癥結所在、將之排除，接著便可按下開關，繼續使用。

現代家庭用電設備琳瑯滿目，提供我們便利的生活，當然電費的計算也是一個值得關心的話題。電力公司是採用我們所消耗掉的總電能，作為計算電費的標準。常用的電能單位為「度」，1度電相當於1000瓦特的電器使用1小時所消耗的電能。所以「度」的單位又可換成「千瓦-小時」，簡記為kWh。

例題：

把標示為110 V 880 W的電鍋接在110 V電壓下正常使用，會產生多少電流？使用30分鐘，消耗多少度電？若每度電價3.5元，則每使用一次，花多少電費？

解答：

根據 $P = I \times V$ ，所以 $880 = I \times 110$ ，故 $I = 8$ 安培。

$W = P \times t$ ，所以 $W = 0.88 \text{ 千瓦} \times 0.5 \text{ 小時} = 0.44 \text{ 度}$ 。

每使用一次所花電費為 $3.5 \times 0.44 = 1.54 \text{ 元}$ 。



使·上·一·層·樓

用電需求量常會隨季節的不同而異。臺灣夏天用電量大，每度電費也相對較高。

11-3 直流電動機與發電機

在11-1節中，我們曾經提及一個交流發電機的簡易模型。轉動的磁棒造成磁場的週期性變化，於是固定的線圈上就會感應出週期性變化的電流，利用這個原理，便可輕易製造出交流發電機。

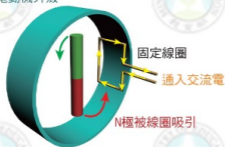


更·上·一·層·樓

這裡所敘述的電動機稱做同步電動機，因為磁棒的轉動週期和所輸入的交流電週期是一致的。費用上，我們可以沿著電動機的外殼布置數個固定線圈，然後藉著通電給不同的線圈來改變電動機運轉的週期。

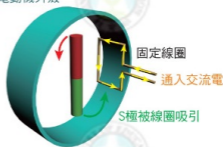
反過來，如果我們改成將原模型中的固定線圈通以交流電，此時線圈產生的磁場便會隨時間做週期變化；所以只要設法先帶動磁棒，使它在這個磁場中以同樣的週期轉動，如此一來，磁棒便可以被線圈產生的磁場同步驅動，於是我們便有了一個交流電動機的雛形了（如圖11-8）。換句話說，交流電動機可以視為交流發電機的反向運作；很奇妙，不是嗎？

電動機外殼



(a)磁棒的轉動和線圈產生的磁場同步，此時N極被線圈所吸引。

電動機外殼



(b)當電流反向時，線圈產生的磁場也顛倒方向；但磁棒也剛好轉到顛倒的位置，此時S極被線圈所吸引，因此磁棒仍是以同一方向被線圈的磁場所驅動。

圖11-8 交流電動機的示意圖

電動機俗稱做馬達，是利用電流磁效應的原理，使電能轉為動能的裝置。在日常生活常見其相關應用，如汽車、電風扇、冷氣機、洗衣機、吹風機皆屬之。不過在許



多場合中，這些電動機所使用的電源卻是直流電（例如汽車的啟動馬達、電動玩具的馬達等），因此了解直流電動機的運作原理也是很重要的。

為了使用上的方便，我們通常是把直流電動機的磁鐵固定在其外殼，而讓線圈在中間轉動〔圖11-9(a)〕。當線圈通入直流電時便會產生磁場，並且和外殼上的固定磁鐵產生同極相斥、異極相吸的效果，於是線圈便會轉動起來。但轉了之後，線圈的磁場和磁鐵的磁場排列一致了，結果線圈反而因吸引力達到最大而被磁鐵困住，無法繼續轉動下去〔圖11-9(b)〕。為了讓它能持續轉動，我們必須設法讓線圈上的磁場也跟著變化方向，如此才能持續地受到磁力的驅使而轉動。

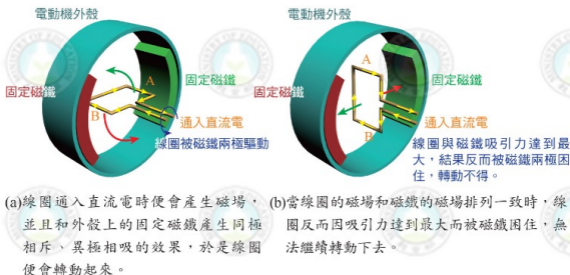


圖 11-9 一個設計不完整的直流電動機示意圖

這個困難的解決，端賴圖11-10的半圓形金屬環設計之巧思！（為了方便，我們改用平面示意圖作說明；這是沿著馬達的轉動軸看過去，且線圈以更寫實的方法顯示，以便看清磁場的方向。）從該圖中可以看出：線圈每轉

半圈，經由固定的「電刷」流入的電流也跟著改變一次方向，於是線圈產生的磁場也跟著變化方向，從而達到使線圈持續轉動的效果（圖11-10）。

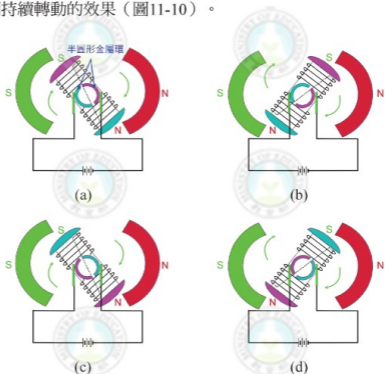


圖11-10 隨著線圈轉動的半圓形金屬環，接觸到通以固定電流的「電刷」後，就可以使線圈產生的磁場也跟著變化方向，從而達到使線圈持續轉動的效果。

真實的馬達構造當然會比上述還複雜，但其原理是相同的。圖11-11是玩具馬達的構造圖。

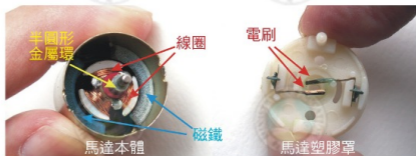


圖11-11 玩具馬達的構造圖



活動 11-2 直流電動機

活動目的：

利用簡易材料，製造出直流電動機。

活動器材：(每組)

器材與物品	數量
一號電池 (型號D)	1個
漆包線 (22號或稍粗之型號均可)	1捲
磨砂紙 (或美工刀)	1張 (1把)
圓型直筒 (繞漆包線用)	1個
磁鐵	1塊
大迴紋針	2枚
膠帶	1捲

活動步驟：

1. 將漆包線繞成圓形，兩端留引線。
2. 將其中一端引線，以磨砂紙 (或美工刀) 將絕緣漆全部刮除乾淨 (如圖1及3)。
3. 另一端壓在桌面上，磨砂紙置於上方，刮除上半部絕緣漆 (務必留下一部分不刮除) (圖2及3)。
4. 將大迴紋針彎曲成掛架後，以膠帶貼在電池正負極兩端。
5. 取磁鐵吸附在電池上 (圖4)。
6. 圓形漆包線掛上，輕輕施力，使之開始轉動 (圖5)。
7. 若旋轉效果不佳，請同學互相討論，找出原因並改進。



圖1 其中一端引線的絕緣漆全部刮除



圖2 另一端引線按壓在紙上，以砂紙刮除上方絕緣漆部分。

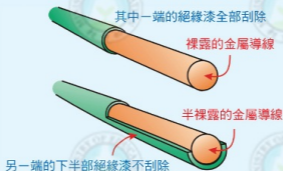


圖3 漆包線絕緣漆的刮除方式示意圖



圖4 以膠帶將迴紋針黏貼在兩極，並將磁鐵吸附在電池上。



圖5 線圈置上，輕觸使之開始轉動，馬達完成了。

活動討論：

1. 吸附在電池上的磁鐵功用何在？
2. 為何圓形線圈其中一端的絕緣漆只能刮除一半？
3. 集全全班同學的操作結果，討論轉動效果不佳的原因。



我們曾經說過，交流電動機可以視為交流發電機的反向運作。那麼以上所討論的直流電動機如果反向運作又會如何呢？你八成已經猜到了：結果就得到一個直流發電機！（如果你將玩具馬達的兩個接頭以伏特計或數位電表連接，接著用手轉動馬達轉軸，則伏特計便會偵測出一個電壓喔！（圖11-12）



圖11-12 將玩具馬達的兩個接頭以伏特計或數位電表連接，接著用手轉動馬達轉軸，則伏特計便會偵測出一個電壓。

對於首度學到發電機以及電動機的你來說，一會兒是線圈固定、磁鐵在轉動，一會兒又是磁鐵固定、線圈在轉動，這是不是很令人混淆呢？其實不用擔心，因為何者固定、何者在轉動只是設計上的方便，而不是最關鍵的因素；真正重要的是它們之間有相對轉動，結果會造成磁場的變化。

說了這麼多，歸納一下，其實不過是簡單的兩句話：發電機是利用外在動力（如風力、水力、火力……等），使線圈與磁鐵之間有相對轉動，於是磁鐵便會使線圈內產生感應電流而發電；電動機則是利用通電線圈中產生的磁場去和磁鐵交互作用，使之產生相對轉動，因此是將電能轉換成力學能。這兩者不但原理相通，更是相輔相成，促成了電力的普及與生活的便利。

11-4 從電廠到家裡

你是否曾經很好奇的問過自己或老師：「為什麼工業以及家庭用電要採用交流電呢？」其實十九世紀到二十世紀的兩位大發明家愛迪生（Thomas Alva. Edison, 1847-1931）以及特斯拉（Nikola Tesla, 1856-1943），也曾經為了輸電系統究竟要採用直流或交流而有過非常激烈的爭執。結果特斯拉在美國的尼加拉瀑布建立了全世界第一個水力交流發電廠，不但於1896年成功地完成了將電力輸送到遠方縣市的夢想，也向世人展現了交流電傳輸電能的優越特性。到了今日，幾乎全世界的輸電系統都是採用交流電。

那麼，交流電的好處究竟是在哪裡呢？要研究這個問題，我們不妨從家家戶戶的用電開始。為了避免單一用戶因為用電過兇導致跳電時會去影響到別的用户，電力公司是採用並聯的方式用電線將電流輸入個別的住宅內（圖11-13）。但是這樣的連接方式意味著：如果平均每一戶都在用等量的電，則用來傳輸電力到整個社區的電線內必須帶有很大的電流。

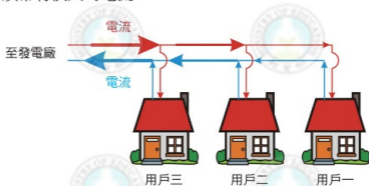


圖11-13 電力公司採用並聯的方式用電線將電流輸入個別的住宅內，因此傳輸電力到整個社區的電線內必須帶有很大的電流。

由於將發電廠的電力傳輸到我們社區的電線是有電阻的（尤其是當距離很遠時電線的電阻更大），讓這條電線攜帶這麼大的電流就表示我們會浪費掉許多電能。因此我們所面臨的兩難是：一方面用戶端整體有極大的電流需求，另一方面我們卻不希望連接電廠與用戶端的電線上有很大的電流（圖11-14）。

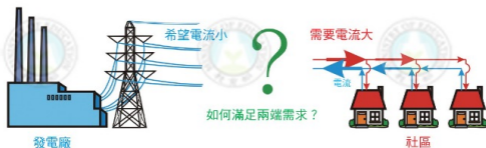


圖11-14 電力傳輸所須克服的兩難：用戶端有極大的電流需求，但連接電廠與用戶端的電線上卻不希望有很大的電流。

因為能量是守恆的，所以發電廠透過輸電線所提供出來的功率一定等於用戶端整體消耗的功率。所以根據前一節中所學到的功率公式我們就有：

$$I_{\text{電廠提供}} V_{\text{電廠提供}} = I_{\text{用戶端}} V_{\text{用戶端}}$$

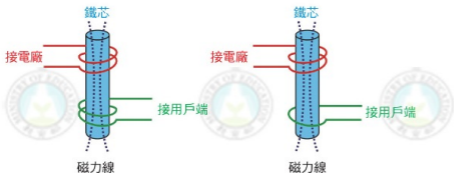
既然我們希望 $I_{\text{電廠提供}}$ 遠小於 $I_{\text{用戶端}}$ ，所以我們看得出來必須要發電廠所提供的電壓 $V_{\text{電廠提供}}$ 遠大於用戶端的電壓 $V_{\text{用戶端}}$ 。所以整個答案變成很明朗：只要透過適當的變壓器，讓來自電廠的電線那一端是處在高電壓的狀態，而讓用戶端是處在安全的低電壓狀態，則問題便可迎刃而解。正因為這個緣故，所以我們必須建置高壓電塔來將電能從發電廠傳送到住宅（圖11-15）。當然，發電廠也必須將發出來的電經過變壓器轉成高電壓才可以傳送出來。



圖11-15 高壓電塔將電壓很高、相當危險的導線架空，以便有效率地將電能從發電廠傳送到住宅。

可是變壓器要怎麼製作呢？圖11-16是利用前一章所學過的電磁知識發展出來的變壓器的示意圖。假如接用戶端的線圈（綠色線）和接發電廠的線圈（紅色線）纏繞數目都是一樣的〔圖11-16(a)〕，那麼流經紅色線圈上面的交流電所造成的磁場會在綠色線圈上面感應出一個電壓，而且這個電壓會和發電廠施加在紅色線圈上面的電壓大小相同。但是如果綠色線圈纏繞數目只有紅色線圈的一半〔圖11-16(b)〕，那麼在綠色線圈上面所能感應出來的電壓也只有紅色線圈上面電壓的一半；於是利用這個圖的設計我們就達到了將電壓降低一半的效果。同理，如果想讓綠色端的電壓變成紅色端電壓的兩倍，那麼綠色線圈纏繞的數目就必須是紅色線圈纏繞數目的兩倍。

雖然電壓或者是電流可以藉由變壓器來轉換大小，但是從變壓器一端所輸入的功率必定等於另一端所輸出的功率。這和上一頁所列出來的公式是同一回事。



- (a)用戶端的線圈（綠色）上面感應出的電壓和發電廠施加在紅色線圈上面的電壓大小相同。
- (b)用戶端的線圈（綠色）數減半，所以它上面感應出的電壓也變成發電廠施加在紅色線圈上面電壓的一半。

圖11-16 變壓器的示意圖

由於這類變壓器的設計是利用交流電的特性來改變電壓，同時我們在本章的第一節中也曾略微提到交流發電機的工作原理非常簡單，因此，交流電的使用便成為一種很自然的選擇。

雖然交流電的使用在現代社會已經相當普及，但我們千萬不要以為直流電在日常生活中的使用就日趨式微了。事實上，直流電的應用範圍就和交流電一樣的普遍，而且在某些場合可能有它獨特的優勢。即便是變壓器的使用亦然：前一節中所介紹的變壓器因為使用到電磁感應的原理，因此適用於交流電；但今日我們已經有電子式的變壓器可以將直流電做電壓的轉換。



請接變化球

請試著從生活中找出哪些電器是使用交流電、而哪些是使用直流電。更進一步，有沒有哪些電器雖然使用交流電源，但實際上是在電器內部「悄悄」轉換成直流電再利用？反過來呢？

透過變壓器，我們終於能夠把來自電廠的高壓電轉變成比較安全的「低壓電」，以供家庭使用（圖 11-17）。但是要安全地使用電器，這才只是第一關呢！我們所必須注意的事項並不僅止於此。例如，使用電器時一定要確實將插頭插入插座內；而拔插頭時更不可以偷懶、直接用手拉扯電線（圖 11-18），以免電線內的銅絲鬆脫、使得大量的電流直接循著最短路徑，經由插頭的兩片金屬片直接導通，形成所謂短路的現象（圖 11-19），結果急遽加熱、瞬間爆炸。



圖11-17 電線桿上的變電桶可以將來自電廠的高壓電轉變成比較安全的「低壓電」，以供家庭使用。

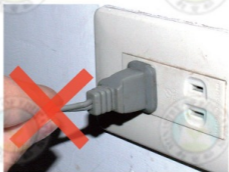


圖11-18 插頭的錯誤拔法





圖11-19 用手拉扯電線時，可能導致細銅絲鬆脫，使得兩片金屬片直接導通，巨大的電流直接在插頭形成迴路，並引起高热爆炸。

此外，因為生活中的用水含有微量電解質可以幫助導電，我們也應注意不可用潮濕的手去觸摸插座或有接電的電器等。當然，學過並聯概念的你，已經知道具有數個插孔的電源延長座於插滿電器、「滿檔」運作時會「汲取」很大的電流，因此也是要極力避免的危險行為，對吧？

本章結語

人類近代文明的大幅度進展，和電與磁的利用真是息息相關。電能的普及供應以及便利性，使得我們幾乎把它視為理所當然。由於「電生磁、磁生電」，使得發電機以及電動機得以問世，嘉惠人類生活，而我們使用手機進行無線通訊也都利用到這些原理。在享受電氣化生活的同時，我們當然也不應該忘記，我們所使用的電能都是別種形式的能量轉換而來的。因此，對於各式能源的珍惜以及開發與研究，都是值得我們重視的課題。

本章摘要

1. 電力公司傳送到我們家裡的交流電（簡稱AC），是以60 Hz 頻率將其電流大小及方向做週期性變化。
2. 電流方向保持固定的電，稱為直流電（簡稱DC）。
3. 日常生活中常見的直流電源，包括乾電池或鉛蓄電池等。它們是將化學能轉換成電能的裝置。
4. 將電能轉換成熱能或光能的現象，稱之為電流的熱效應。
5. 常選用的熱效應電器材質是鎳鉻合金，除了具有較大的電阻之外，它的特性還包括不易氧化、不易變脆，其熔點也較高。
6. 白熾燈泡主要的發光材質是鎢絲，鎢絲的熔點甚高，電能於鎢絲內轉換成熱能時的溫度升至極高，從而發光。
7. 熱效應材質和導線間的連接方式是採用串聯，並將能量集中在此做轉換。
8. 電量為 Q 的電荷，通過電壓為 V 的電源，攜帶的電能 $E = Q \times V$ 。
9. 電器於單位時間內的能量轉換率，稱之為電功率 P 。

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

10. 電功率越大者，表示它在相同時間內，有更大量的電能轉換成光能或熱能。
11. 我們常在電器或線路上，會串聯低熔點的保險絲，來保護電器及線路，以免因電流過大而燒毀。近年來，在線路總電流部分，我們大都改用「無熔絲開關」來取代保險絲。
12. 計算電費常用的單位為「度」，1度電相當於1000瓦特的電器使用1小時所消耗的電能。所以「度」的單位又可換成「千瓦-小時」，簡記為 kWh。
13. 轉動的磁棒造成磁場的變化，使線圈感應出週期性變化的電流，利用此原理，便可輕易製造出交流發電機。
14. 交流電動機可以視為交流發電機的反向運作。



-
15. 電動機俗稱做馬達，是利用電流磁效應的原理，使電能轉為動能的裝置。
16. 電力公司是採用並聯的方式用電線將電流輸入個別的住宅內。
17. 透過適當的變壓器，可以讓來自電廠的一端是處在高電壓少損耗的狀態，而讓用戶端是處在安全的低電壓狀態。
18. 現代商業用電使用交流電最大的原因是交流電容易以簡單方式變壓。



參考資源

書籍

1. Paul G. Hewitt著；常雲惠譯（2001）。觀念物理。臺北市：天下文化。
2. John Suchochi著；李千毅譯（2006）。觀念化學。臺北市：天下文化。
3. 沃克(Jearl Walker)著；葉偉文譯（2000）。物理馬戲團。臺北市：天下文化。
4. Robert L. Wolke著；高雄柏譯（2002）。愛因斯坦的廚房。臺北市：城邦文化。
5. K.C.Cole著；丘宏義譯（2001）。物理與頭腦相遇的地方。臺北市：天下文化。
6. 湯川秀樹著；王國詮譯（1995）。簡易物理趣談。臺北縣：世茂出版社。
7. 飛岡健著；王國詮譯（2001）。物理與化學趣談。臺北縣：世茂出版社。
8. 蕭次融、黃福坤、房漢彬、羅芳晁、吳原旭、施建輝、林如章、謝迺岳等著（2000）。玩科學秘笈。臺北市：遠哲科學教育基金會。

網站

1. 臺灣師範大學物理教學示範實驗室
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/index.php>（2008年7月）
2. 台灣電力公司
<http://www.taipower.com.tw/>（2008年7月）
3. 實驗森林
<http://www.tyjh.kh.edu.tw/elelim/09/Bookmark.htm>（2008年7月）
4. 科學與藝術的對話
<http://pei.cjh.tc.edu.tw/>（2008年7月）
5. 教育部 - 學習加油站
<http://content1.edu.tw/>（2008年7月）
6. 光與物質小站
<http://residence.educities.edu.tw/listeve/Htm/physics/mechanics/exp2.htm>
（2008年7月）



第十二章 能源與動力

12-1 認識能源與動力

12-2 能源的種類與應用

12-3 動力的種類與應用

12-4 能源的現況與展望

希望大家重視環保、
愛護地球、
愛惜資源，
因為我們只有一顆地球。

關懷地球、
珍惜資源，
是你我共同的責任。





12-1 認識能源與動力

能源就是「能量的來源」，各類機具的運轉都需使用能源，因此能源在科技發展過程中都一直扮演著非常重要的角色。

在自然與生活科技第五冊第三章課本中曾提到做功需要兩種條件，一是要有作用力，二是要改變物體的位置。例如：一個舉重選手將75公斤的槓鈴舉高了1公尺，我們就說他已經做功了。做功一定會消耗能量，有能量的轉換才能做功。而動力就是從能源轉換而來，當動力做功時，就能產生能量，帶動機具做力量大小及轉速快慢的變化。

人類使用能源已有很長的歷史，自古人們以火燒烤食物、驅趕野獸；以牛、馬載物、耕種；以風力推動水車灌溉農田；以水力驅動水輪磨麥子等；到了工業革命後，大量使用煤、石油產生機械動力，並提供火力發電；由此可知能源的取得範圍非常廣泛。

隨著文明的演進，人們利用**煤、石油、天然氣、太陽能、風能、核能**等能源，並使之轉換成為電能、熱能的能量形式帶動機具，而讓機具運轉，替人類創造更方便的生活。如果沒有了這些能源，我們可能會面臨車子不會走、電梯不能動、電視不能看、冰箱不能用、網路不能通……等困境，很多事情將會停擺，使你、我的生活產生許多不便。因此能源與動力是息息相關，更與我們的生活是密不可分的。

在我們日常生活中，能源的運用與人類的的生活息息相關，茲就食、衣、住、行、育樂等五方面加以說明：

1. 食的方面：走進廚房不難發現，現在的烹調器具大都以電、天然氣等能源來烹煮食物，如電鍋、烤箱、瓦斯

爐、微波爐等。

- 衣的方面：我們穿的衣物，不論從紡紗編織、縫製到洗滌、燙整等，都是使用電力帶動機器的，而許多人造紡織品也是從石油中提煉出來的。
- 住的方面：從各式建材的生產、運送、施工，到我們居住空間的燈光照明、家用電器、空調、衛浴設備……等，都需要水、油、電等能源。
- 行的方面：汽車、機車、火車、飛機及輪船等交通工具，皆需要以電、汽油、柴油或煤、天然氣等能源來產生動力。
- 育樂方面：藉著能源的供應，近代與育樂有關的媒體及產品不斷地被發明出來，帶給人們更廣泛的教育效能及視聽方面的享受，如電腦、隨身聽、手機、電動玩具……等，都需要能源提供電力。

然而，能源是推動國家發展及經濟活動的基本動力，其對人民生活及國家安全之重要性不言可喻。由於臺灣天然資源蘊藏貧乏，所需之能源幾乎全數仰賴進口（圖 12-1），極易遭受國際能源情勢變遷之影響，如油價及天然氣價格波動，造成民生物資價格上揚。

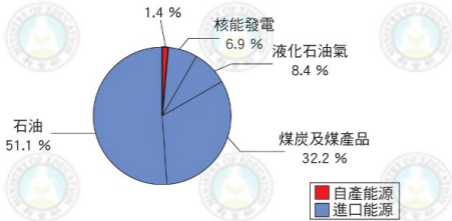


圖 12-1 民國96年國內能源總供給

（資料來源：行政院經濟部能源局96年1~12月能源總供給表）

回首過往，光復初期的臺灣從農業為主的經濟型態，轉型至今以服務業及科技產業為主的經濟型態，其快速成長，與煤炭、石油、天然氣充足的供應實有密切的關係。過去二、三十年來，國內能源的消費持續成長（圖12-2），這也顯示國內經濟的持續發展。



圖12-2 國內能源消費成長圖（以民國70年能源消費為參考基準）
（資料來源：行政院經濟部能源局）

由於人類對於能源的利用需求日益增加，而能源的開發又經常會產生環境污染、生態破壞等問題。但若嚴格管制污染或限制開採，又可能會造成能源短缺，甚至導致經濟蕭條、失業人口增加等問題。所以，能源科技不僅是科技本身的問題，而且涵蓋了經濟、社會、環境、生態等層面的問題。

12-2 能源的種類與應用

上一節的內容，你是不是已經對能源有了初步認識呢？接下來，就讓我們一起來認識能源的種類，及其是如何轉換成能量。

早期人類利用木材鑽木取火；上古時期，巴比倫人利用風車汲水灌溉農田；中古時期末，人類發現了煤炭，使得可以運用的能源更加豐富。直到1710年左右，蒸氣動力被應用在工業上；1890年發現電力；後來機械動力廣泛被運用在煤炭、石油的探勘與開採上，所以能源的取得範圍就更加廣泛了。

一般而言，能源大致可概分為兩大類：**再生能源**與**非再生能源**兩大類：

1. 再生能源：是指太陽、風力、潮汐、海洋溫差等能源，可隨著大自然的運轉再生和循環，能反覆使用持續供應者。因此，又可稱為**非耗竭能源**。
2. 非再生能源：是指煤炭、石油、天然氣及核能等蘊藏量有限且日益枯竭之能源，用過即無的，必須另外再設法開發採取，無法自行補充者。因此，又可稱為**耗竭能源**。

由於石油、煤、天然氣及核能等燃料為非再生能源，總有枯竭耗殆之可能，所以人類不斷致力於尋找新能源，如風能、水能、太陽能、地熱能、生質能、海洋能源等，都是我們生活中可接觸到的再生能源。以下略舉幾種再生能源及非再生能源做簡單介紹。

非再生能源

煤

煤是古代植物層層重疊埋藏沉積地底，經細菌分解及地熱和壓力的長期作用，進行複雜而緩慢的化學變化而逐漸形成固態的物質即稱為煤。

煤的主要成分是碳，並含有少量的氫、氧、硫或其他元素。煤除了可做一般燃料外，也可以做為火力發電廠的燃料。火力發電成本較低且安全性高，但燃燒未完全所產生的煙灰、氮氧化物、二氧化硫等廢物會造成空氣汙染及酸雨，危害生物與建築物；另外，燃燒後排放出來的二氧化碳也會增強「溫室效應」，使全球氣溫升高。

石油與天然氣

石油是古代生物深埋地底，經過細菌分解及溫度和壓力的作用，進行複雜而緩慢的化學反應而逐漸轉化成黏稠的液態物質即稱為石油。而石油也可以做為火力發電的燃料，但含有硫，易造成酸雨，而且成本也較高。

由地底開採出的石油稱為原油。原油經過分餾的程序（圖12-3）依組成成分沸點的不同，可提煉出許多製品。其中石油氣可做為工業與家庭的燃料；汽油、煤油與柴油可做為燃料，或交通工具的動力。

石油的主要成分為碳氫化合物，例如92、95、98無鉛汽油，是汽機車的主要燃料；而天然氣的主要成分也是碳氫化合物，例如甲烷（ CH_4 ）、乙烷（ C_2H_6 ）等。



回·想·與·連·結

有關二氧化碳、溫室效應以及全球暖化現象的關係可參考本冊第八章全球變遷課本內容。



更·上·一·層·樓

無鉛汽油

鉛對環境會造成嚴重的污染，於是科學家就尋找能替代的添加劑，於是便有無鉛汽油的產生！98與95無鉛汽油也就是分別添加了「不含鉛添加劑」的產物，亦即98無鉛汽油辛烷值大約是98，而95無鉛汽油對高性能之車種，可展現引擎設計之高性能，正確使用時，能省油且能減少污染。



回·想·與·連·結

有關石油與天然氣的主要成分物質可參考第四冊第九章有機物質課本內容。



1. 無鉛汽油為什麼分成92、95及98無鉛汽油等三類呢？
2. 品質優良的汽油必須具備哪些條件呢？





圖12-3 原油的分餾示意圖

汽、機車以汽油為燃料時，汽油在汽缸中的燃燒不均勻，會使汽缸內壁造成爆震現象，不僅降低引擎效率，更可能造成汽缸壁過熱或是活塞損裂。

天然氣在空氣充足的情況下燃燒，產物為二氧化碳和水，較無污染，是一種乾淨的化石燃料；但如果在空氣不足的情況下燃燒，則會產生有毒的物質一氧化碳。目前臺灣地區供作家庭使用之燃料分為液化石油氣與天然氣二大類（圖12-4），常通稱為「瓦斯」。



(a) 天然氣瓦斯槽



(b) 桶裝液化石油氣

圖12-4 家庭用燃料

核能

核能發電是利用原子核分裂時產生的能量，加熱反應爐的水產生蒸汽，然後藉蒸汽推動汽輪機，帶動發電機轉動產生電能（圖12-5）。而核能可由很少量的燃料，生成龐大的能量，例如1公克的鈾-235能產生的能量，大約和燃燒2000公斤的石油，或3噸重煤炭的能量，甚至可以提供電視（100瓦特）連續使用23萬小時的電量。

核能發展最大的問題就是輻射污染，如輻射外洩及核廢料處理……等，且由於放射性必須經過數百年的時間才會逐漸減低傷害，所以一旦外洩，將對生態環境造成浩劫，以1986年蘇聯的車諾比核電廠為例，造成的傷害至今仍難以彌補。

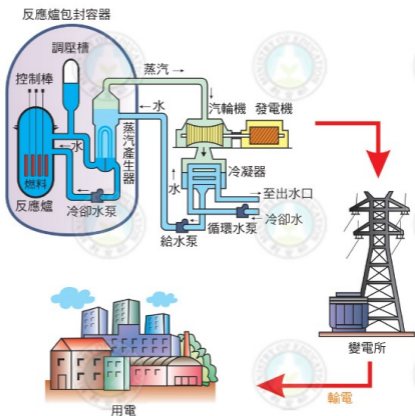


圖12-5 核能發電流程示意圖

再生能源

一般再生能源的使用，須根據當地地理環境的特色，才能發展利用，如臺灣西部就因應大自然資源積極發展風力發電。以下就針對幾種再生能源加以介紹：

太陽能

人類所利用的能源，除了上述的煤、石油、天然氣與核能外，追根究底主要來自太陽。如果能將照射在地球表面上的太陽能全部收集起來，則收集40分鐘所得的太陽能，約相當於全世界一年所需的能源。

太陽提供光和熱兩種能源。在光的利用方面，最受注目的就是太陽能電池，只要陽光照射，隨時都能得到電，常被應用在計算機、手錶等日常用品上，甚至被應用在汽車上（圖12-6）。



圖12-6 臺灣大學研發第三代太陽能車


另外，在熱的利用方面，臺灣有許多建築物的屋頂加裝太陽能集熱板（圖12-7），利用太陽能將水加熱，產生的熱水可供家庭使用。但利用太陽能必然會面臨夜間與雨天的問題，且集熱板所佔面積太大，實際使用受到限制。



圖12-7 位於宜蘭運動公園的太陽能展示屋

太陽能是自然界中蘊藏豐富，但尚未被有效開發利用的能源，產生的環境污染小且較無公害問題，所以世界各國無不積極研究開發太陽能，未來是人類的主要能源之一。

地熱能源

地球中心溫度高達 3000°C 以上，有的地區在地下1000公尺處就達到 200°C 。為了有效利用地球本身的熱能，各國正進行研究中，地熱發電是其中之一，其原理是將地熱產生的水蒸汽引出，轉動汽輪機和發電機發電（圖12-8）。



更·上·一·層·樓

臺灣地熱發展史

臺灣宜蘭清水地區進行地熱發電開發，在民國66年試驗成功，使我國成為世界運用地熱發電的國家，但運轉計畫在民國83年結束後，國內地熱發電研發動作也暫告一段落。

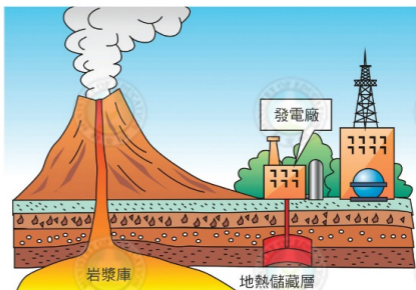


圖12-8 地熱發電示意圖

目前臺灣的地熱區都屬於直接引地熱的熱水或蒸汽做為溫泉沐浴使用，輔以相關餐飲或住宿等設施為主要利用型態，形成多處著名的溫泉休閒觀光專區。



風力能源

人類很早以前就懂得在日常生活上利用風力，如風力作為動力推動帆船和風車，而現在風力卻有了新的用途，利用風力轉動風車葉片旋轉，產生動能，並以齒輪帶動發電機轉軸運動產生電能（圖12-9）。

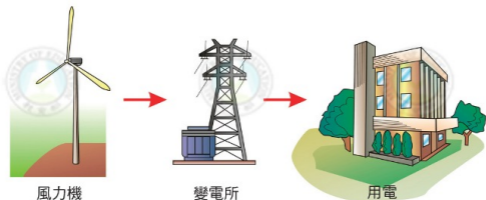


圖12-9 風力發電流程示意圖

風力能源具有取之不盡、用之不竭和不會產生環境污染等優點，但常受地形限制，所以使用的規模很小，目前臺灣地區在新竹縣湖口鄉、彰化縣線西鄉、雲林縣麥寮鄉、屏東縣車城鄉、澎湖縣白沙鄉等設立風力發電廠。相信未來在臺灣島上將可看見更多的風力發電機迎風運轉，生產乾淨的能源。

水力能源

河川是自然界中珍貴的資源，且人類很早就懂得利用水洗滌、飲用、灌溉，甚至利用水自然流動推動水車轉動的力量取代人力或獸力完成工作。

當位於高處的水往低處流動，將位能轉換為動能時，此時裝設在水道低處的水輪機，因水流的動能推動葉片而轉動，如果將水輪機連接發電機，就能帶動發電機的

轉動將機械能轉換為電能，這就是水力發電的原理（圖 12-10）。

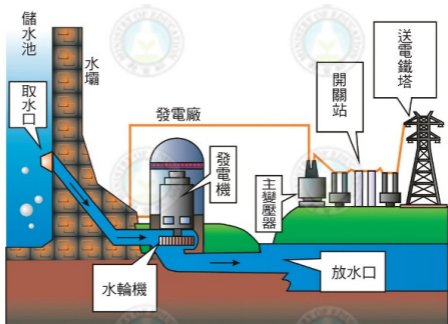


圖12-10 水力發電流程示意圖

水力發電的優點是發電成本低，不會造成空氣污染，而且水力發電廠的水庫或湖泊可以提供灌溉、民生用水並兼作為觀光遊樂區。反之，水力發電會破壞自然生態及改變河川流道；因此，當人類在進行水壩工程等水資源開發利用，創造了經濟的繁榮時，全球河川環境也受到極大的衝擊，導致河川生態的重大改變與環境問題。

生質能

所謂**生質能**泛指所有有機物質所產生的能源，亦稱為**生物能源**。生質能主要透過植物行光合作用，利用葉綠素將太陽光轉換成能源並儲存，經轉化後可生產出最自然、最潔淨的能源。生質能來源大致可分為以下五種：

1. 城市垃圾及工業有機污泥、廢塑橡膠、廢紙等廢棄物。

- 木材與林業廢棄物如木屑等。
- 農業廢棄物如稻殼、蔗渣、玉米穗梗等殘渣。
- 農作物含澱粉類如玉米、小麥及大麥作物等；含糖類如甘蔗、甜菜作物、草本植物等及含油類如大豆、向日葵種子作物等。
- 畜牧業廢棄物如動物屍體、牲畜糞便等。

上述生質能來源皆可經由直接燃燒應用，或由微生物的**醱酵作用**而產生甲烷，可用於燃燒產生熱能。目前已有研發生質柴油及生質酒精慢慢被應用於人類生活上，有關生質能源轉換過程請參考圖12-11所示。

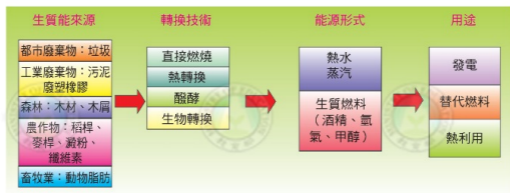


圖12-11 生質能源之轉換示意圖

海洋能源

海洋有各種能源，例如：運用海洋漲潮高水位與退潮低水位的變化來發電，這就是潮汐發電。配合臺灣地區海洋的特性及蘊藏許多豐富自然資源，其海洋溫差、潮汐、海浪、洋流因其不斷地變化而產生能量。由此可見，海洋能源種類繁多，倘能多加開發利用，必能提供更多有用能源外，更可兼顧日益受重視之環境保護觀念。

上述這些利用海洋能源發電的方式，目前除了潮汐及溫差發電方式已開發利用外，波浪和海流的發電方式由於

建設經費昂貴，尚無法達到經濟功能，仍處於研發階段。



動·動·腦

想一想，在我們生活周遭有利用到哪些再生能源的產品呢？

隨著人類文明的發展，能源的消耗量也與日俱增，但是地球上所蘊藏能源，在人類的大量開採下，總有消耗殆盡的一天。再則，由於大量的使用能源，生態環境也遭到嚴重破壞，因此除了節約能源、減少消耗外，更需要朝著減少污染、提高能源效率與開發其他替代能源的方法努力。



12-3 動力的種類與應用

由上一節的內容中，你是不是已經對能源的種類有了深入的認識呢？甚至，對於地球所蘊藏的資源有更深入的瞭解呢？

遠古時代的人類，是以自身的力量作為動力的來源，如捕捉、獵殺、搬運、走路、遷移等。因為人類體力有限，因此所能捕捉獵殺的動物和搬運移動的物品也不多；所能到達的地點亦不遠。慢慢地，人類懂得豢養動物牲畜，並利用獸力以節省人力。直到人類進一步了解如何利用大自然的動力，幫助人們做事，如運用水力帶動水車、運用風力帶動風車。

由此可知，在日常生活中有許多的動力機械工具，協助我們搬運貨物、運輸載客，進而減少人力及縮短時間都是動力機械工具所帶來的便利。但你可知道這些動力機械工具是使用何種機械裝置運轉的呢？接下來，就讓我們一窺究竟吧！

電動與動力機械

在日常生活中最常見的動力機械，有**電動機**、**發電機**、**引擎**等三類，其廣泛應用於日常生活中各式各樣的地方。接下來就針對這三種動力機械做簡單介紹。

電動機

電動機又稱為**馬達**，被廣泛運用於各種電器用品，能將電能轉換為機械能，以驅動機械作旋轉運動、振動或直線運動。

一般而言，馬達驅動機器的能力是以輸出的功率來計算，馬達輸出功率的單位為馬力，1馬力（HP）約等於746

瓦特 (W)，馬力越高代表在單位時間內輸出的功越大。

馬達的種類繁多，依使用的電源，可區分為直流馬達及交流馬達。直流馬達用於日常生活中的電子產品上，如：錄影機、錄音機、電子鐘（圖12-12）、隨身聽、吹風機、電動刮鬍刀……；而大功率的直流馬達則使用在電動摩托車、電動腳踏車、手扶梯、快速電梯等。交流馬達則常見於家庭電器（圖12-13），及較大型的電動機械，例如：果汁機、洗衣機、烘乾衣機、吸塵器、冷氣機、電風扇……等。



圖12-12 時鐘內部的直流馬達帶動齒輪，進而使指針轉動。



(a) 果汁機



(b) 電風扇



(c) 洗衣機



(d) 電風扇背面的馬達

圖12-13 利用電動機為動力來源之電器產品



整體而言，馬達的優點就是轉動速度快、力量大、噪音小、無污染、方便、穩定、容易輸送及控制。

發電機

發電機是一個把機械能轉換為電能的機械，例如：夜市攤販所使用的發電機（圖12-14），是燃燒汽油後提供電能供電燈、電扇使用。其主要功能是提供穩定的電力來源，是供電的必要設備。

許多業者為了避免停電或跳電影響生產作業上的損失，通常都自備有中、小型的發電機。因此，許多大廈、醫院通常也都配有發電機的配備，以備不時之需。



圖12-14 小型發電機

引擎

引擎是一種可以將熱能轉換為機械能的裝置，主要分為外燃機和內燃機兩種。早期蒸汽火車的蒸汽機是一種外燃機，其原理是燃燒煤炭，加熱鍋爐內的水，使水汽化成蒸汽，推動活塞，並產生動力使火車運行（圖12-15）。

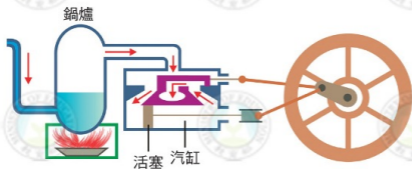


圖12-15 蒸汽火車內部蒸汽機運作示意圖

內燃機就是將燃料直接在汽缸內燃燒，以作為產生動力的來源。依引擎燃料種類不同則可分為汽油引擎與柴油引擎。例如：現今的汽車及重型機車大多使用汽油引擎（圖12-16），而大型的載具如卡車、貨車、大客車則使用柴油引擎。



圖12-16 汽車引擎圖



動·動·腦

現今汽機車快速成長，常常造成塞車，請問有什麼解決方法呢？

動力傳導裝置

不管是引擎或馬達等裝置所產生的動力，必須靠傳導的裝置完成工作（圖12-17），如機械的傳導裝置有齒輪、皮帶、軸承、連桿、鏈條等，其常被應用於日常生活中，如：電動門運用馬達帶動鏈條來移動鐵門；錄放影機透過馬達帶動皮帶與齒輪以調整轉速。



圖12-17 鏈條和鏈輪的傳動，應用在腳踏車上。



動力的傳導裝置除了鏈條、齒輪、皮帶、軸承之外，還有以氣體、液體作為媒介驅動機械裝置的工具，如：公車門開關的氣壓缸等都是以空氣為動力媒介；而汽車的剎車系統、油壓千斤頂、挖土機等則是運用液壓為動力媒介。

動力的應用

動力廣泛地被運用在人員及貨物的運輸上，提供人員及貨物舒適、便利、迅速的運輸；因而提升國內交通運輸業的服務品質，對帶動國內經濟繁榮有正面實質的助益。

人類為了有效運用及管理能源以減少不當的危害，所以人們不斷致力於能源的開發、運送、轉換、儲存及應用等領域的研究，進而發展出許多動力機械工具。藉由便利及快速的運輸載具，大大地縮短兩地距離、節省來往的時間，使各地貨物互通有無、文化交流頻繁、促進經濟繁榮，達到天涯若比鄰的境界。

隨著科技的進步，運輸對人們日常生活影響甚大，與我們生活產生密不可分的關係，如：出門購物、上下班、出門旅遊，都需要靠運輸工具才能達到目的。而構成運輸系統的要素，包括運輸通路、運輸載具、動力設備、場站、通訊設備和經營組織等。

運輸通路

運輸工具通行的途徑稱為通路，主要是讓運輸工具能安全、順利的通過，例如：汽機車使用的公路（圖12-18）、火車的鐵軌、飛機的航道、貨船的航線等。



圖12-18 國道一號楊梅交流道

運輸載具

用來裝載人員、物品的運輸工具稱為載具，如：汽車（圖12-19）、飛機、船舶、火車等。隨著科技的進步，現在的運輸工具不論是速度、容量、安全性、舒適性等是大幅提升，例如性能良好的休旅車、民航客機等。

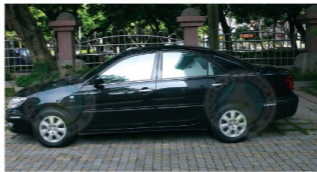


圖12-19 汽車

動力設備

為使運輸載具能在通路上移動，因此需要動力設備。古代以人力、獸力、風力等自然力為動力來源；現在則是利用馬達、引擎（圖12-20）、渦輪等配合核能、電力、油料產生動力來源。由於科技的進步，人類載具所使用的動力設備亦不斷的更新，朝向更環保、更有效率、更安全的方向邁進。



圖12-20 汽車內部引擎外觀

場站

運輸載具停靠的地點稱為場站，可以提供運輸工具的到停、客貨運的集散以及通路的連接等，如：高速公路休息站（圖12-21）、高鐵車站、航空站、貨櫃集散場及港口等。



圖12-21 石碇服務區

通訊設備

通訊設備可以協助運輸人員的溝通外，也可提升運輸的效率，進而確保運輸的安全，尤其在現在生活中傳輸資料量大、速度快的時代中，通訊設備的地位更加重要。如：雷達、導航系統、號誌系統、衛星定位系統等。



動·動·動

道路上若沒有紅綠燈，我們的交通會變得混亂而寸步難行，請問為什麼呢？

經營組織

為了發揮運輸效率，必須將運輸事業的工作人員加以訓練、組織、分工，才能在經濟、安全、迅速的原則下，提升運輸效率。如：臺北捷運公司就是臺北地區捷運的經營管理者，臺灣鐵路管理局則是臺灣地區整個鐵路系統的經營暨管理者（圖12-22）。



圖12-22 臺灣鐵路管理局組織圖

更·上·一·層·樓

何謂智慧型運輸系統？

ITS(Intelligent Transportation System)係藉由先進之電腦、資訊、電子、通訊與感測等科技的應用，透過所提供即時資訊的溝通與連結，以改善人、車、路等運輸系統間的互動關係，進而增進運輸系統之安全、效率與舒適。



在你生活的周圍有哪些運輸系統，其運輸是否順暢？有沒有需要改進或加強的地方呢？

未來運輸的趨勢，朝向結合電子通訊技術，將運輸系統中的即時訊息連結分析，用以改善人、載具、通路與運輸系統間的互動關係，形成智慧型運輸系統。因此，將能讓有限的運輸資源作最有效的利用，以增進便利。





活動 12-1 科學創意魔法車

活動目的：

以科學創意魔法車為題，學習能源與動力的轉換過程，製作一輛會跑動的四輪電動馬達車。

活動器材：

以3~4人為一組，依各組的設計及需求，自行準備器材。

注意事項：

1. 使用電烙鐵注意安全：電烙鐵會產生高熱，萬一不小心碰觸將會導致嚴重燙傷，使用時千萬要小心。
2. 在教室內不可嬉鬧，萬一不小心燙到了，秒秒必爭，立刻用冷水冰敷一分鐘，如果還有疼痛情形，立即至健康中心擦藥。
3. 馬達與電池正、負極連接的兩個接頭交換，可以使馬達朝相反方向轉動。

活動步驟：

1. 請各組自行設計車子樣式，並請多多運用資源回收材料製作車子。
2. 利用解決問題步驟，思考如何製作一輛會跑動的電動馬達車，來完成設計活動。
3. 依解決問題步驟，討論並嘗試解決此一問題，將討論的過程和結果，摘要記錄於活動紀錄簿中。

(1) 澄清問題：

- ① 老師給的問題是什麼呢？
- ② 這個問題會面臨什麼條件的限制呢？
- ③ 想想看要怎麼解決問題呢？

- (2) 蒐集資料：先針對交通工具及電動馬達車蒐集相關資料。



- (3)分析資訊：針對蒐集到的資料進行分析，將相關資料浮貼或畫在活動紀錄簿上。
- (4)提出方案：請腦力激盪想出可能可以解決上述問題的解決方案（愈多愈好）。
- (5)評估方案：依條件分析前一步驟所提出的解決方案，再選擇一個可以在現場測試的方案。
- (6)執行方案：依照所設計的步驟實際執行，並記錄完成任務時的步驟與所需時間及器材。
- (7)進行評鑑：觀摩一下其他同學所用的解決方案，請選出最佳效果、最佳創意等獎項。
- (8)改進構想：針對本組方案提出改進構想，希望下次會更好。

活動討論：

- 1.製作過程中，你使用了哪些手工具？
- 2.為什麼設計這款式的電動馬達車呢，說一說你的理由。
- 3.如果再重新設計製作一輛電動馬達車，你會如何改進呢？
- 4.簡單描述同學對你們設計的作品有哪些意見呢？請分析看看。



12-4 能源的現況與展望

回首過往，從工業革命到資訊革命，人類文明在過去兩個世紀的快速成長，與化石能源包括煤炭、石油、天然氣充足的供應有著密切的關係。根據我國經濟部能源局民國94年出版能源政策白皮書統計資料顯示，全世界的石油儲存量約可再開採40年，天然氣約可再開採60年，煤炭則可再開採300年，若考慮開發中國家未來能源需求的快速成長，化石能源的石油、天然氣及煤炭可能在二十一世紀就將被耗盡。

為了遏止溫室效應惡化，聯合國於1992年召開地球高峰會議，通過聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change，簡稱UNFCCC），期望以全球管制的方式，減緩氣候暖化問題；1997年底再通過具有法律效力的國際環保協定「京都議定書」，並於2005年2月生效，其中規範的溫室氣體包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等六種。

除了前述能源匱乏的考驗，溫室氣體在過去數十年間之快速累積，會加劇溫室效應牽動地球的氣候變遷，並對地球環境造成嚴重衝擊，如何減少溫室氣體排放，以穩定地球氣候，亦是當前急需面對的課題。

接下來就針對我國能源現況、節約能源及未來展望等三方面加以論述。

我國能源現況

臺灣因為能源蘊藏貧乏，能源幾乎全數仰賴進口，民國96年能源總供給中有98.6%是屬於進口能源，自產能源僅有1.4%。

自從工業革命以來，人類的經濟活動大量使用化石燃料，造成大氣中溫室氣體的濃度急速增加，產生愈來愈明顯的全球增溫、海平面上升及全球氣候變遷加劇的現象，對水資源、農作物、自然生態系統及人類健康等各層面造成日益明顯的負面衝擊。

然而，臺灣的人口數是世界第48位，但是臺灣2005年二氧化碳總排放量為全世界第22位，占全世界總排放量的1%；另外臺灣二氧化碳每人平均排放量僅次於美國與日本，而且臺灣從1990年到2004年二氧化碳排放量十多年來成長一倍，這都是令人怵目驚心的數字！

再者，根據環保署的資料顯示，臺灣溫室氣體的直接排放量以能源產業最高，製造及建築業次之（圖12-23）。若將用能源發電所排放的溫室氣體分配給各個用電行業，則工業部門的溫室氣體排放量最高。在環保意識高漲，國際間溫室氣體減量呼聲不斷的壓力下，工業部門自然引來關切的目光。

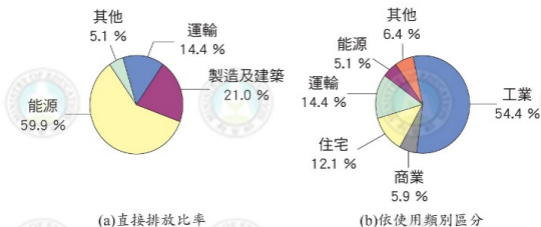


圖12-23 民國94年臺灣二氧化碳排放來源
 (資料來源：經濟部工業局，2005年統計資料)

此意味著臺灣地區在未來能源整體供給規劃上，勢將逐年減低二氧化碳的排放數量，逐漸降低高碳能源的使用，提升無碳能源及再生能源的使用比例，為當前臺灣首要之務。

節約能源

節約能源不是減少使用能源，降低生活品質；正確的說，節約能源應該是有效率的使用能源，也就是該用則用、能省則省。由於能源充足與否，攸關一國經濟發展與人民生活福祉甚鉅，若一個國家陷入能源短缺的窘境，勢必引起經濟蕭條等嚴重後果。因此，節約能源乃是每個國民應盡的義務與責任，從你我自己做起吧！

節約能源的做法有許多，茲舉出生活上常用的例子說明：

節約用水

近數十年來，臺灣因人口增加、高科技產業發達、溫室效應，甚至山坡地不當開發、颱風夾帶大量雨水沖積而下造成水庫泥沙淤積嚴重……等問題，都造成臺灣近幾年每到乾旱季節，都為了缺水而煩惱。

當我們打開水龍頭盡情享受水的快感時，你是否想過自來水公司經過多少繁瑣的程序處理，我們才能使用到乾淨的自來水，這些過程都必須耗費大量的能源。因此，節約用水就是節約能源，例如：隨手關閉水龍頭、以洗滌過的水來供應沖水馬桶或澆花草，甚至改用經濟部水利署認證貼有省水標章合格省水器材，即能達到節約用水之目的，省水器材有新式水龍頭（油壓式、感應式、汽泡式）、省水馬桶、小便斗、蓮蓬頭、洗衣機……等。

節約用電

臺灣近年來用電量大幅上升，而自產能源極少，故能源都仰賴向國外進口來供給發電。有鑑於此，節約用電是節約能源最有效的方法，例如：隨手關電燈、使用省電型燈管或燈泡取代傳統鎢絲燈泡、以變頻式電器用品取代一般傳統高耗電量電器用品，甚至生活周遭家庭電器用品的選用符合**節能標章**（圖12-24）之冷氣機、電冰箱、除濕機及乾衣機等家電產品，也皆可節省用電。



省水標章

(a)省水標章



節能標章

(b)節能標章



綠色環保標章

(c)綠色環保標章

圖12-24 各種節約能源標章

節約使用石油及天然氣

石油和天然氣是我國進口最多的能源，常需依賴其他國家，因此，必須力行節約能源。例如：使用高效率之燃燒裝置、減少瓦斯熱水器之使用、減少開車、騎機車，盡量以步行、騎腳踏車或搭乘大眾交通工具來替代，甚至可以選用電動機踏車、**油電混合動力車**來取代石油為動力的交通工具，可以減少空氣、噪音、土壤等污染。

未來展望

目前人類面臨化石燃料日益枯竭的能源短缺問題，以及能源之開發利用所造成之環境污染問題，例如：化石燃料燃燒會排放大量二氧化碳氣體，增強溫室效應，並造

更·上·一·層·樓

何謂油電混合動力車？

所謂油電混合動力車係採用汽油引擎與長效電池複合動力設計，行駛時以最省能源方式進行最具效率之車輛驅動。



成酸雨、空氣污染等問題。因此，為了追求經濟永續發展、社會的進步與提升生活的品質，我們更應該共同珍惜能源，並且有效的使用與節約能源。以下針對我國能源未來發展趨勢做幾點介紹。


珍惜石油

目前世界使用最多的能源就是石油，但蘊藏量有限，使得石油進口國普遍感到恐慌，紛紛研究如何確保能源供應不缺乏之道。而我國能源供應受制於向國外進口，本地的煤礦開採又面臨成本高、意外傷亡的問題，而地熱、風能及太陽能等能源開發在臺灣已慢慢被運用，唯發電量仍偏低，還有像核能開發的儲運及污染等問題，使得臺灣的能源問題日趨嚴重。因此，如何順利解決能源問題，以及長久獲得安全、可靠、價廉的能源，正為現今世界各國積極努力的方向。

開發能源技術

為了節約能源與保護環境，以避免過度消耗地球資源，科學家不斷地在努力研究如何克服這些問題。國內未來在開發能源重點是發展再生能源與能源新利用技術。

目前再生能源由於來源穩定性不足而無法大量貯存能量，或部分仍在研發階段，因此所得到的成效並不顯著；但因其不虞匱乏，所以如何開發太陽能發電、風力發電、水力發電、地熱發電及生質能應用等再生能源之開發，絕對是一個重要的課題。

而為了克服上述問題，現今國內許多研究機構投注在汽電共生系統。工廠獲得所需的動力（蒸汽）與電力，同時也可透過廢熱的回收與再利用，提高能源使用效率，另外像燃料電池在能源上應用技術的研發，都能解決臺灣在能源所面臨的問題。



更·上·一·層·樓

何謂燃料電池

燃料電池，是一種發電裝置，但不像一般非充電電池一樣用完就丟棄，也不像充電電池一樣，用完須繼續充電，燃料電池正如其名，是繼續添加燃料以維持其電力，所需的燃料是氫，其之所以被歸類為新能源，原因就在此。



新建築技術與材料

在建築設計上，可多採用可回收建材或採取生態工法；並且多利用天然的通風、採光，再多多種植花草樹木栽植；再採用太陽能熱水器、太陽能光電板、風力發電設備及雨水收集系統等（圖12-25），進而減少水、電能源消耗，最終達到自然又環保的「綠建築」新趨勢。



(a)房屋上的收集管線

(b)地上的集水桶

圖12-25 雨水收集系統

高能源效率及低污染的運輸工具

現今的運輸工具運轉時難免會對環境產生污染，如引擎燃燒不完全，就會產生空氣污染；而車輛愈重也愈消耗能源，因此對於節省能源的消耗、改進引擎效率、降低污染、加強運輸工具外形的流線以減低風阻，及尋找質輕堅固的材料，一直是人們研發運輸工具不斷努力的目標。

未來在我們運輸交通工具上，盡量使用低耗油之車輛或選用油電混合動力車，既可減少污染且能有效運用能源。目前世界先進國家研究機構或大型車廠，現在都致力研發以酒精、太陽能、燃料電池及其他新型能源為主的運輸交通工具，使用過程不會造成廢氣污染，雖然因成本較高而尚未能全面普及，卻是未來因應能源危機，也是世界各國能源發展的新趨勢。

智慧型運輸系統

隨著科技文明進步，交通擁擠已成為世界各大都市的棘手問題之一。由於都市用地取得不易且建設經費成本日益高漲，現今再增加傳統的運輸設施，如：道路面積擴寬、停車場等，都已有相當困難度，因此，電腦和其他自動化設備在運輸上已扮演著愈來愈吃重的角色。將來如車輛定位系統〔圖12-26(a)〕、電子收費系統〔圖12-26(b)〕、匝道儀控系統、自動駕駛系統、自動停車系統等，都必須靠智慧型運輸系統才能即時處理龐大的資訊，使得運輸系統能夠正常的運轉，所以將來如果出現無人駕駛的車輛在街道上行走也不足為奇。



(a) 車輛內的衛星導航裝置



(b) 電子收費裝置

圖 12-26 科技產品廣泛被應用於運輸工具上

總而言之，節約能源是指提高能源的使用效率並減少能源浪費。少用能源是消極的做法，積極的節流則是提高能源的使用效率及生產力，以促成能源的有效利用，另外，還可以減少因使用能源所產生的污染。

因此，要解決能源短缺問題，除了著手開發新能源，進行能源蘊藏區之探勘開發及新能源之研究發展外，並應長期進行節約能源之宣傳及技術推動，才是解決能源危機最根本之道。

本章結語

能源創造了人類的物質文明，是一切動力的來源，在國家經濟發展及社會進步的過程中，扮演著極為重要的角色。然而，我們只有一個地球。希望大家能好好維護地球環境、珍惜天然資源，創造美好生活空間。



本章摘要

1. 作功需要兩種條件，一要有作用力，二要改變物體的距離。
2. 能源科技的問題涵蓋了經濟、社會、環境、生態等層面。
3. 再生能源是指太陽、風力、潮汐、海洋溫差等能源，可隨著大自然的運轉再生循環，能反覆使用持續供應者，又可稱為非耗竭能源。
4. 非再生能源是指煤炭、石油、天然氣及核能等蘊藏量有限且日益枯竭之能源，用過即無的，必須另外再設法開發採取，無法自行補充者，又可稱為耗竭能源。
5. 煤是古代植物層層重疊埋藏沉積地底，經細菌分解及地熱和壓力的長期作用，進行複雜而緩慢的化學變化而逐漸形成固態的煤。
6. 石油是古代生物深埋地底，經過細菌分解及溫度和壓力的作用，進行複雜而緩慢的化學反應而逐漸轉化形成黏稠的液態的石油。
7. 臺灣地區供作家庭使用之氣體燃料分為液化石油氣與天然氣二大類，又通稱為「瓦斯」。
8. 日常生活中最常見的動力機械，有電動機、發電機、引擎等三類。
9. 電動機又稱為馬達，將電能轉換為機械能，以驅動機械作旋轉運動、振動或直線運動。
10. 內燃機就是將燃料直接在汽缸內燃燒，以作為產生動力的來源。
11. 依引擎燃料種類不同則可分為汽油引擎與柴油引擎。
12. 運輸系統包括運輸通路、運輸載具、動力設備、場站、通訊設備和經營組織等。

參考資源

書籍

1. 行政院經濟部能源局（2005）。能源政策白皮書。臺北市：行政院經濟部能源局。
2. 行政院經濟建設委員會（2006）。國家發展重點計畫 - 挑戰2008。臺北市：行政院經濟建設委員會。
3. 邱育慈（2006）。走進低碳社會，台灣準備好了嗎。科學人雜誌，第56期。臺北市：遠流出版社。

網站

1. 行政院經濟部能源局
<http://www.moeaboe.gov.tw/>（2008年7月）
2. 臺灣電力公司
<http://www.taipower.com.tw/>（2008年7月）
3. 中國石油股份有限公司
<http://www.cpc.com.tw/>（2008年7月）



第十三章 生物科技

13-1 生物科技的起源

13-2 傳統生物科技與生活

13-3 現代的生物科技

原本放不到半天就會壞的肉，
為什麼醃製成臘肉後
就可以保存很久？
人類釀了幾千年酒，
可是你知道這些酒
其實是藉由酵母菌產生的嗎？
糖尿病患者所施打的胰島素，
竟然是大腸桿菌幫忙製造出來的！
這些日常生活中會遇到的科技
有什麼共通性呢？
以下我們就帶大家一步步來認識。





13-1 生物科技的起源

如同其他所有的科技一般，生物科技的出現也是肇因於生活上的需求，並且仰賴科學研究的進展，以及相關工具的精進。與其他科技的差別則在於，生物科技的出現其實非常早，幾乎與人類的歷史一樣悠久，而且其發展與史前人類在地球上生活形態的轉變，以及食物的保存與處理等息息相關。

早期人類不瞭解食物腐壞的原理，也不知道適當的食物保存方式。對生活在寒冷地區的人來說，將食物存放在有冰雪的地方，可以得到不錯的保鮮效果。生活在熱帶地區的人就無法採用此種方式了，他們可能就是將食物暫放在稍微陰涼的地方，或者只是拿些樹葉、木片等東西稍微蓋一下而已。這些方法其實都不能有效地保存食物，因此，大多數的食物都還是腐敗了。以我們現在的觀點來看，食物腐敗是因為細菌、真菌等微生物滋生所造成（圖13-1），但對史前人類來說，他們只覺得食物變臭、變酸、變爛、變黏稠，變得好像不能吃了。



回·想·與·連·結

在第二冊9-4節形形色色的生物中，細菌與真菌分別屬於哪一界呢？



圖13-1 食物腐敗是因為微生物滋生所造成





請接變化球

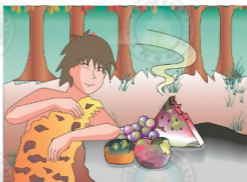
史前人類無法有效地保存食物，我們現在卻可以。想想看，在日常生活中，有哪些保存食物的方式？

當人類由漁獵採集的生活方式，進入農耕畜牧的社會形態後，食物來源大多是自己豢養或是種植的。此時，對於品種的篩選、淘汰，養殖、耕作的技術，乃至於收成後剩餘食物的儲存與處理，就是人類生物科技最早的起源。

早期人們保存食物的方法相當簡單，也常常失敗。在不斷失敗的過程中，除了迫使人類必須不斷尋找新的食物保存方式之外，也使人類在無意中發現了一些食品加工的方法。如同我們在前兩段中所說，食物腐敗是因為細菌、真菌等微生物滋生所造成。然而有些食物卻也在微生物滋生的過程中，出現了原本所沒有的、新的特性以及風味，也因此更受當時人類的喜愛（圖13-2），例如：酒、麵包、乳酪等，都是在這類的情形之下，無意間被製造出來的。



(a) 有些酸臭



(b) 有些卻散發出酒香

圖13-2 食物腐敗



回·想·與·連·結

在第一冊3-1節細胞的基本構造與功能，以及第三冊1-2節科技與我們的生活中，都曾經介紹過顯微鏡，你還記得相關的內容嗎？

人類生物科技雖然出現得早，但幾千年來的進展卻十分緩慢，主要的因素是受限於研究工具的不足。這樣的僵局，一直到300多年前，虎克（Robert Hooke, 1635-1703）以及雷文霍克（Antonie van Leeuwenhoek, 1632-1723）分別以自製的顯微鏡觀察到細胞、細菌之後，開始有了重大的突破。


微生物學之父—巴斯德（Louis Pasteur, 1822-1895）（圖13-3）原本是一位化學家，擅長運用顯微鏡來觀察化學物質的結晶構造。在他同樣使用顯微鏡觀察醱酵的物品時，從中發現了酵母菌，進而證明酒是葡萄糖透過酵母菌醱酵後所產生，而不是人製造出來的。接下來巴斯德又從生病的動物組織中觀察到細菌，並證明了動物和人類生病是因為這些微生物侵入體內所造成。



圖13-3 巴斯德

顯微鏡的出現不僅開啟了細胞學以及微生物學的研究，使科學家得以從不同的角度來研究生物學，更間接推動了醫學與生物科技的發展。因為我們終於知道，原來人會生病、食物會腐敗，都是因為微生物所造成。所以說，顯微鏡的出現，以及各種顯微觀測技術的成熟，不僅是生物學上，同時也是生物技術發展史上重要的里程碑。



近年來生物科技相關領域的長足進步，有許多部分是因為基因科學的蓬勃發展。然而基因科學相關理論基礎的建立，則可以追溯到大約50多年前，人類發現遺傳物質DNA的結構以及特性開始。除此之外，連同生物學裡諸如生理學、細胞學、生物化學、微生物免疫學以及生態學等各領域的進展，伴隨相關研究工具與操作技術的精良，在二十世紀末共同將生物科技推上高峰。

如今我們已經可以運用直接控制基因的方式來進行品種改良、利用細菌或酵母菌來協助生產藥物，甚至能夠藉由離體培養的技術來複製生物，這些都是現代生物科技的偉大成就。



回·想·與·連·結

在第二冊8-1節遺傳法則中，曾介紹過孟德爾的遺傳法則，以及基因、DNA、染色體等，你還記得相關的內容嗎？



活動 13-1 食物腐敗了

活動目的：

了解食物的腐敗是因為微生物滋生所造成，並且進一步體會環境中到處都有細菌與黴菌的孢子，因此食物若不以特別的方式來保存，其實非常容易腐敗。

活動器材：（每組）

器材與物品	數量
鍋子	1個
瓦斯爐	1個
果凍粉	1包
水	適量
裝果凍的容器	4個
保鮮膜	1盒
橡皮筋	4條

 注意事項：

1. 培養基不能放在有陽光直射的地方，以免乾掉。此外，也要妥為放置，以免打翻。
2. 每次觀察紀錄後，記得要用肥皂或洗手乳洗手。
3. 培養基上長出的微生物，皆是來自日常生活與一般環境中，通常不具有嚴重的致病性，因此不須特別懼怕。然而當數量多時，對我們身體健康還是有可能造成威脅，所以在處理上還是要稍加注意，更不能夠再食用。

 活動步驟：

1. 簡易培養基（果凍）的製作

說明：此步驟可由教師視情況帶學生一起操作，或是由教師先行製作完成。

- (1) 利用市面上販售的果凍粉來製作果凍，作為簡易的培養基。
 - (2) 裝果凍的容器可以直接用一般的布丁盒，或是將小的牛奶紙盒剪一半後使用。若是實驗室內有培養皿，則最為合適。
 - (3) 將水煮開後，倒入果凍粉並攪拌均勻。
 - (4) 等果凍溶液的溫度稍微降低、而且還未凝固之前，將果凍溶液倒入所準備好的容器內。
 - (5) 容器內的果凍溶液不需要裝太多，大約達到1~2公分高即可。
 - (6) 等溶液冷卻、凝固之後，即完成了簡易培養基的製作。
 - (7) 果凍的數量以每一組有4個為原則。
2. 使食物在一般的情形之下，接觸到微生物
- (1) 取一個果凍，以保鮮膜覆蓋後再束上橡皮筋，放置在不會被太陽曬到的陰涼處。如果使用的容器是培養皿，則將蓋子蓋上即可。
 - (2) 取另一個果凍，用湯匙稍微挖一下，並且試吃幾口，模擬被翻攪過、吃過的食物，然後以保鮮膜覆蓋後再束上橡皮筋，放置在不會被太陽曬到的陰涼處。
 - (3) 再取一個果凍，直接放在桌上約15分鐘，不加任何遮蓋。而後以保鮮膜覆蓋後再束上橡皮筋，放置在不會被太陽曬到的陰涼處。



- (4)取最後一個果凍，直接放在桌上約1個小時，不加任何遮蓋。而後以保鮮膜覆蓋後再束上橡皮筋，放置在不會被太陽曬到的陰涼處（圖1）。



圖1 培養基的處理方式

3. 觀察實驗結果

- (1)依據前述步驟將四組培養基處理好之後，進行第一次記錄。
 (2)每天觀察、記錄一次，注意培養基的變化，是否有變色、變臭，培養基上有没有菌落或是黴菌生長，連續觀察、記錄3、4天（圖2）。

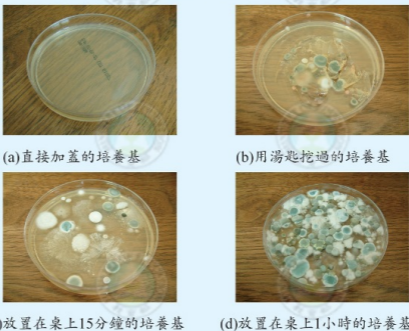



圖2 經過4天後的各組實驗結果

 活動討論：

1. 你這一組的四個果凍（培養基）中，哪一個最先腐敗、發出臭味、或是有微生物生長？你覺得為什麼會是這一個最先腐敗？
2. 每一個培養基上長出的微生物看起來都一樣嗎？哪一個培養基上長出的微生物最多？
3. 哪一個培養基最晚才有微生物生長？或是說長出的微生物最少？你覺得為什麼會是這一個培養基？
4. 你覺得如果將這些培養基都放進冰箱中，整個活動的結果會有什麼不同？



13-2 傳統生物科技與生活

生物科技在生活上的應用十分廣泛，其中，在食品保存與食品加工上的應用，與我們的日常生活最是息息相關。

食物保存

如同在上一節中所說，食物的保存是人類長久以來一直必須面對的問題。在明瞭食物腐敗的原因之後我們得知，如果能夠減少食物接觸到微生物的機會、將食物中的微生物殺死、使微生物無法生長、或是延緩微生物在食物中滋生的速度，就能夠延長食物的保存時間。

我們在日常生活中最常遇到關於食物保存的問題，應該是三餐飯後、沒吃完的剩菜剩飯該怎麼保存才不會腐敗。現在大家慣用的、將食物用保鮮膜包起來，其實就是一種防止空氣中微生物、蒼蠅、果蠅接觸到食物的良好方式。在保鮮膜還沒問世之前，常用的方法是以網罩、鋁罩將食物罩住，或是將剩菜剩飯放進碗櫥中，也都能夠得到不錯的保存效果（圖13-4）。現在，網罩、鋁罩還是有不少家庭在使用，但是存放食物的碗櫥已經很少見了，取而代之的是冰箱。



(a) 罩網罩

(b) 包保鮮膜

圖13-4 常用的食物保存方式

冰箱是工業發達以後的科技產物，可以儲存大量的食物。然而，在冰箱被發明出來之前，大量收成或是捕獲的食物該如何保存呢？風乾、曬乾的技術比較簡單些，因此在很早以前就被使用，接著則是稍微複雜的醃製。而後因為科技的發達，才有了保存效果更好的冷凍、冷藏、密封包裝，甚至是使用化學添加劑等各種方式。

風乾、曬乾

風乾或曬乾是人類長久以來都會使用的食物保存法，而且不須特別的技術與器材。不論是蔬菜或是肉類，都可以用這類方法來延長保存期限，例如金針（圖13-5）、筍乾、小魚乾等。此外，風乾或曬乾後的食物，常會出現不同的風味。



(a) 金針花



(b) 金針

圖13-5 金針花曬乾之後就成為食用的金針

脫水處理

傳統風乾或曬乾的方式需要用到大的面積來鋪排食物，而且也必須花費較長的時間，最後乾燥的程度也比較不好控制。新的方式稱為脫水處理，同樣是使食物中的水分含量降低，但是卻運用了科技來增進效率。例如：使用

高速脫水機、利用離心力的原理來脫去水分¹；使用烤箱、電扇，使水分能快速蒸發。市面上許多肉乾、水果乾以及蔬菜乾（圖13-6）等，上市前都有先經過脫水處理。

醃製

醃製也是傳統的食物保存與加工方式，泡菜、醬菜、蜜餞、鹹魚等都是以這種方式製成（圖13-7）。醃製的食品通常吃起來味道會比較重，這是因為在醃製過程中，會將食物浸泡在高濃度的糖水或鹽水中所致。



圖13-6 脫水蔬菜



圖13-7 泡菜



思·想·與·連·結

你覺得醃製與脫水處理這兩種保存食物的方法，有什麼相同與相異之處呢？

冷凍、冷藏

將食物以冷凍、冷藏等方式來低溫保存，是食品工業以及一般家庭生活中常用的保存食物方式。以一般家中的冰箱為例，冷凍庫的溫度大約是 -18°C ，冷藏室的溫度則是約 4°C 。冷凍庫的溫度比冷藏室低很多，放置在冷凍庫裡的食物也就可以保存一段比較長的時間。



思·想·與·連·結

在第三冊2-1節創意思考的活動中，你有運用脫水機的原理來將毛巾脫乾嗎？



請接變化球

食物放進冰箱裡就永遠不會壞嗎？

密封包裝

為了延長保存期限以及增加運銷、儲存上的便利性，許多食物在上市前都會先經過**密封包裝**的處理（圖13-8）。此外，利用真空抽氣機抽除多餘的空氣，可以對食物進行真空包裝；用鋁箔包或是罐頭等來密封食物以阻絕光線的照射，這些都能使得食物保存的效果更好。



圖13-8 經過密封包裝後的食物較不易腐壞。圖左的銅鑊燒沒有經過密封包裝，一週後已經長滿黴菌；圖右經過密封包裝的銅鑊燒，在一星期後仍然沒有腐壞。

化學添加劑

為了延長食物的保存效果，多種化學添加劑也常被使用在食品當中，例如：添加**殺菌劑**可以先行殺死微生物；添加**防腐劑**可以延緩微生物滋長的速度；添加**抗氧化劑**可以防止油脂類的食品因為接觸氧氣後氧化而變質等。這些額外添加的化學藥劑如果加得太少，會效果不好，加



得太多又會傷害人體，因此政府相關單位對於可用的種類以及劑量都有嚴格的規定與管制。

食品加工

在第一節中我們提到，早期一些食品加工的方法，可能是人們在無意中發現的，例如：酒、麵包、乳酪等，都是在這類的情形之下，被製造出來。這些食品的製造都與特定的微生物有關，也都屬於由來已久的生物科技。

酵母菌——酒、麵包、饅頭

人類釀酒的歷史，至今可能已經有七、八千年之久，然而酒其實是由葡萄糖透過酵母菌醱酵所製造出來的。酵母菌是一種真菌，在密閉沒有氧氣的環境中會進行無氧呼吸，也就是所謂的醱酵作用，能夠分解葡萄糖，產生酒精以及二氧化碳。

麵包以及饅頭的製造也需要酵母菌的協助。當我們要做麵包或是饅頭時，要在麵團中加入發粉，然後靜置、讓麵團發起來，其實發粉的成分就是酵母菌。如同上一段所述，酵母菌在醱酵的過程中會產生二氧化碳。由於二氧化碳是一種氣體，因此會使得麵團漲起來，也就是我們平常說的發麵團，這也是發粉這個名稱的由來，如此會使得麵包、饅頭較為鬆軟好吃（圖13-9）。



圖13-9 藉由酵母菌所醱酵的麵團



更·上·一·層·樓

酒精的害處

酒精進入人體後，會對於神經系統產生抑制的作用，量多時更會使人反應慢、肢體不協調、意識不清甚至昏迷，也就是俗稱的酒醉。日常對於酒精的攝取量不宜過高，特別是駕駛交通工具、操作機器前更是不得喝酒。青少年以及兒童在身體、心智等各方面都還處於發展的階段，特別不適合喝酒；此外，孕婦也不能喝酒，以免影響腹中胎兒的發育。



回·想·與·連·結

在第一冊3-3節細胞的代謝中，曾經介紹過的呼吸作用，與這裡所說明的醱酵作用有什麼相同與相異之處呢？



回·想·與·連·結

在第三冊7-3節麵的形成中，曾經介紹過以小蘇打作為發粉，你還記得那是什麼成分嗎？

乳酸菌——乳酪、優酪乳

乳酪、優酪乳、優格以及養樂多等，都是日常生活中常見的活菌醱酵食品。這類食品運用的不是酵母菌，而是**乳酸菌**（圖13-10）。乳酸菌屬於細菌，在缺氧的環境中會進行醱酵作用，將葡萄糖轉變為**乳酸**。



(a) 優酪乳

每毫升含一千萬個以上活性乳酸菌

營養標示		每100 毫升
熱量		60 大卡
蛋白質	3.3	公克
脂肪	2.5	公克
碳水化合物	11.5	公克
膳食纖維	3.8	公克
蔗糖	1.7	公克
鈉	57.0	毫克

(b) 包裝上標示內含活性乳酸菌

圖13-10 運用乳酸菌所製成的食品

乳酸菌醱酵產生的**乳酸**會使牛乳凝聚、結塊，因此優酪乳以及優格都較牛乳濃稠。此外，在經過乳酸菌的醱酵之後，牛乳之中一些原本比較不好吸收的大分子營養物質，會被分解成小分子，也就變得較好吸收。優酪乳和優格中的**乳酸菌**還是活菌，喝到體內後，會成為我們腸胃道中的共生菌，具有健胃整腸、幫助消化等好處。

麴菌——醬油

醬油是中國傳統的食品，目前已經風行世界各地，並廣受人們的喜愛。製作這類食物時使用的微生物是**麴菌**，麴菌屬於真菌，所包含的種類很多。製造醬油時所使用的麴菌是**米麴菌**，原料則為黃豆以及麥子（圖13-11）。

如果製作醬油時使用的原料不是黃豆而是黑豆，製成的產品稱為**蔘油**。蔘油是臺灣中南部的特產，味道濃郁甘醇，深受好評。製作蔘油後剩餘的黑豆則為**豆豉**，也是

更·上·一·層·樓

化學醬油

使用如課文中所提，以麴菌醱酵方式製造出的醬油，稱為純釀造醬油。目前已經有使用化學藥劑的方式，分解蛋白質並調味、調色後而得，這類的醬油稱為**化學醬油**。相較於純釀造醬油，化學醬油的製作時間很短，大約只要3、4天即可，但是由於味道與純釀造醬油有些許不同，一般人們的接受度比較不高。

調理食品時常用的食材之一。味噌以及紅麴也是使用類似的原理，運用不同的麴菌與原料所製成。



(a)在醬池內醱酵



(b)裝入醬缸內繼續醱酵

圖13-11 醬油的製造過程中，需要使用麴菌來醱酵。



活動 13-2 自己動手做優格

活動目的：

使用生活中一般的器具以及容易取得的原料來自製優格，以實際體會乳酸菌的醱酵作用。

活動器材：(每組)

器材與物品 (圖1)	數量
小鍋子	1個
瓦斯爐	1個
原味優格	1個
鮮奶	1瓶
能夠保溫的器具(悶燒鍋、保溫瓶、保利綸盒、電鍋等皆可)	1個
調味品(糖、蜂蜜、果醬、芝麻粉等。)	適量



(a)小鍋子、瓦斯爐



(b)原味優格、鮮奶



(c)能夠保溫的器具（保溫瓶、保利輪盒）

圖1 活動器材

注意事項：

- 1.如果做出來的成品，聞或嚐起來有怪味，就不可食用。
- 2.沒吃完的優格要放入冰箱中保存。

活動步驟：

- 1.將鮮奶加熱〔圖2(a)〕
 - (1)取500毫升鮮奶，置入小鍋子內。
 - (2)將鮮奶加熱至40~50°C左右，也就是覺得溫但不會燙的溫度。
- 2.加入乳酸菌
 - (1)將1大匙的原味優格加入鮮奶內，並且攪拌均勻〔圖2(b)、圖2(c)〕。
 - (2)若鮮奶太熱的話，則須等溫度降至40~50°C左右時，才能加入優格，以免其中的乳酸菌被燙死。
- 3.靜置發酵
 - (1)將已經加入優格的溫鮮奶放入能夠保溫的器具內〔圖2(d)〕。
 - ①如果有悶燒鍋或是保溫杯、保溫瓶的話，直接置入即可。
 - ②也可以使用裝冰淇淋或其他冷凍食品的保利輪盒〔圖2(e)〕，但是要記得蓋緊，以獲得較好的保溫效果。
 - ③也可以置入電鍋內，使用電鍋的保溫功能。
 - (2)約8小時後，鮮奶就成為優格了〔圖2(f)〕！





(a)將鮮奶加熱



(b)取一湯匙優格



(c)加入鮮奶中並攪拌均勻



(d)倒入保溫器具內——保溫杯



(e)倒入保溫器具內——保利繪盒



(f)約8小時後就做成優格了

圖2 實驗步驟與成果

4. 比較各組結果

- (1)觀察、比較班上各組做出來的優格，看起來有什麼不同。
- (2)優格可以直接食用，或是加入調味品攪拌後食用。
- (3)比較班上各組做出來的優格，吃起來有什麼不同。

活動討論：

- 1.你這一組的優格有做成功嗎？如果沒有的話，你覺得是什麼原因？
- 2.你這一組做出來的優格，和之前買來加入鮮奶的那種，吃起來感覺一樣嗎？為什麼？
- 3.你覺得不同的保溫容器，所需的醱酵時間都一樣嗎？為什麼？
- 4.如果醱酵時間不足會怎樣？醱酵時間太久又會如何？

13-3 現代的生物科技

如同所有的科技一般，生物科技在近50年來也有明顯的進展。不僅使得食物保存、食品加工等傳統的生物科技更為精進之外，甚至也開創了前所未聞的全新局面。現代生物科技的發展重點包含基因工程與離體培養兩大領域。

基因工程

從孟德爾（Johann Gregor Mendel, 1822-1884）提出遺傳法則，華生（James Watson, 1928-2006）、克里克（Francis Crick, 1916-2004）發現DNA的雙股螺旋結構至今（圖13-12），我們不但知道生物的性狀是由基因決定的，同時還知道基因是一段特定的DNA序列，甚至已經具有了純化以及搬移DNA的能力。這種藉由人工操作改變遺傳物質、進而改變生物性狀，使人類能加以應用的技術，就稱為基因工程。基因工程在實際操作時，除了需要各種基因、酵素與實驗器材，有時還需要電腦對基因進行分析與比對，因此也是複雜的科技系統。



回·想·與·連·結

在第二冊8-4節基因工程與應用中，曾經介紹過基因工程，並進行“我們是基因工程師團隊”的探討活動。你還記得相關的內容以及當時討論後所得的結論嗎？

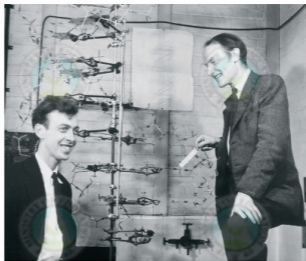


圖13-12 華生（圖左）、克里克（圖右）與他們所提出的DNA雙股螺旋模型。

過去我們以**育種**的方式來進行品種改良時，是以近似碰運氣的方式來進行。例如讓長得快的品種和長得大的品種雜交，希望能得到長得又快又大的品種。那個時候我們還不知道為什麼有些品種長得快、有些品種長得慢，後來我們知道是因為他們體內分別帶有不同的基因所造成。現在我們有了基因工程的技術，能夠直接將長得快的基因和長得大的基因搬移到同一個生物體內，就能得到長得又快又大的品種，也就不需要再碰運氣了。

抗蟲的農作物

農作物遭蟲啃食、咬傷，長久以來一直是令農夫頭痛的問題。早期農夫必須親自動手抓除害蟲，在殺蟲劑問世之後，農夫改用噴殺蟲劑的方式來除蟲。然而，親自動手抓蟲很耗費人力又花費時間，噴灑農藥又擔心農藥殘留以及污染環境。運用基因工程，對於前述農業上、生活上所遭遇到的重大問題，有了兩全其美的解決方式。

遺傳學家從一種特殊的細菌體內找到了抗蟲基因，並將這種抗蟲基因植入農作物體內，就得到了抗蟲的基因改造植物，例如抗蟲的棉花、玉米等。種植抗蟲的農作物，農夫不必再親自除蟲，也不必再噴灑農藥。如此一來，不僅節省人力、節省耕種成本，也不再使用農藥的相關問題產生，是農業上的一大突破。運用相同的原理，現在也有了抗寒、抗旱以及抗病等各種基因改造農作物（圖13-13）。



圖13-13 基因改造木瓜（左）和普通木瓜（右）的比較



更·上·一·層·樓

維生素

維生素是維持人體生理正常運作的重要營養物質，包含有維生素A、維生素B、維生素C、維生素D、維生素E以及維生素K等。其中，維生素A、D、E、K屬於脂溶性，維生素B、C則為水溶性。

黃金米

維他命A是維持正常視力所不可或缺的重要營養物質。由於維他命A屬於脂溶性維生素⁽¹⁾，因此通常是從動物性、油脂類的食物中獲得。除了直接從食物中得到維他命A之外，其實人體內可以將 β -胡蘿蔔素轉變為維他命A。因此，攝取含豐富 β -胡蘿蔔素的蔬果，如番茄、胡蘿蔔等，也是另一種獲得維他命A的途徑。

在許多經濟發展比較緩慢的第三世界國家，人們常因肉類以及番茄、胡蘿蔔等攝取量的不足，導致體內缺乏維他命A，進而影響視力。遺傳學家嘗試運用基因工程來解決這個問題。他們將製造 β -胡蘿蔔素的基因送到稻米體內，得到能夠合成 β -胡蘿蔔素的基因改造稻米。這種稻米所結出的穀粒呈金黃色，因此又稱為黃金米（圖13-14）。只要種植、並且吃黃金米飯，就能夠獲得足量的 β -胡蘿蔔素，也就解決了維他命A不足的問題。



圖13-14 黃金米的顏色偏金黃



回·想·與·連·結

在第一冊6-2節動物的內分泌系統中，曾經介紹過胰島素。你還記得相關的內容嗎？胰島素和哪一種激素共同維持體內的血糖穩定呢？

會製造胰島素的大腸桿菌

糖尿病患者由於體內血糖過高，有時候需要額外施打胰島素來降血糖⁽²⁾。早期科學家無法以人工的方式來



合成胰島素，因此通常是由豬隻體內純化而得。這樣的方法不是很方便，而且獲得的胰島素不夠多又不夠好。

運用基因工程也能夠解決這個問題。遺傳學家將製造胰島素的基因轉送到大腸桿菌體內，得到能夠合成胰島素的基因改造大腸桿菌。接著再大量培養這種大腸桿菌，就能夠從細菌培養液中得到胰島素（圖13-15）。



圖13-15 利用基因轉殖細菌所製造出的藥物

這種利用基因改造細菌作為生物工廠，所製造出的胰島素，是人類第一個基因工程產品。而後運用同樣的技術，也已經成功地製造出生長素、凝血因子、紅血球生成素以及干擾素等多種藥物，這不僅是醫藥學上的一大突破，也造福了許多患者。

離體培養

離體培養是指在生物體外培養細胞、組織甚至器官，使其能繼續生長。

植物組織培養

植物組織培養已經是一種發展成熟且廣為應用的生物科技。運用植物組織培養的技術，只需要取少數的植物細胞，就能培養出一株完整的植株，因此能夠用來複製

並保留優良的植物品種（圖13-16）。換句話說，植物組織培養是一種能夠用來複製植物的生物科技。高經濟價值的農作物，例如蘭花、金線蓮等，常運用此一方式來大量繁殖。



圖13-16 在培養瓶中成長的植物



更·上·一·層·樓

桃露羊 (Dolly) 於西元1996年誕生於英國，由於她是世界第一隻複製成功的哺乳動物，因此使得全球興奮、驚訝不已。複製動物的技術可應用在優良動物品種的保存與繁殖，以及醫學研究上。目前臺灣也有複製動物的能力，並有複製豬——酷比，以及複製羊——寶鈺等成功的案例。



複製羊——桃露



複製豬——酷比



複製羊——寶鈺



請接變化球

運用植物組織培養的方式來繁殖植物，屬於有性生殖還是無性生殖？為什麼？

複製動物

複製動物[🐾]的技術能夠用來保存優良的動物品種。目前世界各國雖然已經有多個複製動物的案例，但其實成功率都不高，相關的學理基礎也還有待進一步的研究。單就理論的層面來說，複製動物的技術似乎也能夠應用在人身上，但是隨之而來在道德、宗教、法律、倫理、醫藥等議題上所引發的爭議與衝擊，將會非常嚴重。因此，許多國家都明令禁止複製人的相關研究。



活動 13-3 生物科技面面觀

活動目的：

在瞭解現代生物科技的進步與發展之後，針對具爭議性的生物科技相關議題進行思考以及討論。使學生體會並重視隨著生物科技的發展，所延伸出在道德、法律、社會等各個面向的影響與衝擊。

活動器材：

由學生自行準備紙、筆等文具。

案例：

1. 假設日後有遺傳學家將牛肉的基因轉殖入稻米內，使稻米的營養成分更為提升。如此一來，你覺得這種基因轉殖稻米屬於素食還是葷食？為什麼？如果又有科學家發現蟑螂、蜘蛛、蠍子等動物體內具有珍貴的營養成分，所以將這些動物的基因轉殖到稻米內，那麼你敢吃這種基因轉殖稻米嗎？為什麼？
2. 如果有一天，遺傳學家已經完全掌握了人類遺傳的奧秘，也找出了使人們變美、變瘦、變高、變強壯、變聰明等各種基因。因此，以後每對夫妻在計畫懷孕時，都可以先對受精卵進行基因轉殖，以設計出符合自己期望的小孩。你覺得這樣的世界好嗎？在你們要懷孕之前，你會去對受精卵進行基因轉殖嗎？如果會的話，你會幫你的小孩選擇哪些基因？如果說，對受精卵進行基因轉殖很貴，只有極少數的有錢人才負擔得起，這樣公平、合理嗎？如此一來，這個世界會變成什麼模樣？

活動步驟：

1. 老師帶同學唸過以上的案例，並解釋案例內所提的相關問題。
2. 老師將同學分成約4人1組。每個小組選出一位主席、一位記錄、一位報告者、以及一位計時者。在討論的過程中，主席要適時做結論，並



將討論拉回主題。

3. 每組針對一個案例加以討論，討論時間約20分鐘。
4. 討論完畢後由老師挑選幾組同學向全班做報告，最後由老師做結論。
5. 活動後每組要交紀錄單。

本章結語

生物科技雖然由來已久，但是近年來因為遺傳學、分子生物學等相關學門以及研究工具的大幅進展，使得生物技術出現前所未有的突破與應用。當我們在享受生物科技所帶來的便利時，也必須要注意到伴隨而來、在社會、法律、宗教、道德以及倫理等各方面的衝擊。



本章摘要

1. 生物科技的起源非常早，而且與史前人類對於食物的保存與處理息息相關。
2. 通常食物腐敗是因為細菌、真菌等微生物滋生所造成。
3. 部分食物在微生物滋生的過程中，出現了新的特性與風味，例如酒、麵包與乳酪等，一開始都是這樣在無意間被製造出來的。
4. 將食物中的微生物殺死，或是延緩食物中微生物滋長的速度，就能夠延長食物保存的期限。
5. 目前常用的食物保存方式有風乾、曬乾、脫水處理、醃製、冷凍、冷藏、密封包裝以及使用化學添加劑等。
6. 許多食物的加工必須利用微生物的發酵作用，例如：酒、麵包與饅頭需要運用酵母菌；乳酪、優酪乳需要乳酸菌；醬油需要麴菌。
7. 現代生物科技的發展重點包含基因工程與離體培養兩大領域。
8. 藉由人工操作改變遺傳物質、進而改變生物性狀，使人類能加以應用的技術，稱為基因工程。
9. 在生物體外培養細胞、組織甚至器官，使其能繼續生長的技術，稱為離體培養。

參考資源

書籍

1. Susan R. Barnum, 邱華賢等譯 (2003)。生物科技概論。臺北市：學富文化事業有限公司。
2. 鍾金湯、王鐵頤著 (1996)。明察秋毫 - 25位世界級微生物學家的故事。臺北市：牛頓出版股份有限公司。
3. 王有忠編著 (1993)。食品添加物。臺北市：華香園出版社。

網站

1. 我的E政府 - 2006臺灣年鑑
<http://www.gov.tw> (2008年7月)
2. eTaiwan 數位臺灣計畫網站 - 挑戰2008國家計畫
<http://www.etaiwan.nat.gov.tw> (2008年7月)



第十四章 科技與人力需求

14-1 科技產業現況

14-2 就業市場需求與生涯規劃

走入自己的生命中，
我發現，
即使驚啼婉轉，
縱然飛瀑千丈，
都不能擾亂我前進的方向，
因為我明瞭，
未來是掌握在自己的手中，
心有多寬，
生涯就有多豐富。





14-1 科技產業現況

臺灣高科技產業自民國69年新竹科學園區成立以後，開始蓬勃發展。臺灣主要發展的高科技產業包括有半導體產業（圖14-1）、顯示器產業（圖14-2）、電腦產業（圖14-3）、通訊產業、光電產業、精密機械產業與生物技術產業等。



圖14-1 半導體產業為臺灣重要經濟主軸



圖14-2 國人自製的液晶螢幕全球知名



圖14-3 國人製造的筆記型電腦數量全球第一

新竹科學園區（圖14-4）是全球半導體製造業最密集的地方之一，約有10餘萬人在園區內工作，也成為臺灣北部的科技中心，在國家科學委員會的指導下，新竹科學園區的成功經驗陸續移轉，又設立南部及中部科學工業園區。



圖14-4 新竹科學園區為臺灣的綠色矽谷

從民國40年以來，經由快速的經濟成長，臺灣已從一個以農業為主的社會經濟型態，快速轉變到以工業為主的社會經濟型態，近年來又逐步的走入了以服務業為主的社會經濟型態。

為提升臺灣知識與創新能力，政府於民國91年推動「挑戰2008：國家發展重點計畫」，期望可發揮促進經濟成長、創造就業機會及提升生活品質等多重效益。其中，「產業高值化計畫」、「文化創意產業發展計畫」及「觀光客倍增計畫」三項子計畫，更將帶動電機資訊、化學工程及生物科學等產業之科技人力需求（表14-1）。

表14-1 產業發展重點計畫及其人力需求範疇

挑戰2008：國家發展重點計畫	所需科技人力專業領域
一、產業高值化計畫	
1.兩兆雙星產業－半導體、影像顯示、通訊、生醫科技	電機資訊、機械工程 化學工程、生物科學
2.傳統產業－高科技紡織業、保健機能性食品業、高級材料工業、光電電子用化學品產業、輕金屬產業、輕型高效率電動車輛業、運動休閒產業	電機資訊、機械工程 化學工程、工業工程 工業設計、生物科學
3.四人新服務業－研發服務業、資訊應用服務業、流通服務業、照顧服務業	電機資訊、工業工程 運輸航運、生物科學
4.綠色產業－資源分選及再生利用業、綠色資源再生利用業、資源化工業	生物科學、環境工程 化學工程、工業工程
二、文化創意產業發展計畫－文化藝術核心產業、設計產業	工業設計、化學工程 電機資訊
三、觀光客倍增計畫－住宿餐飲業、運輸業	運輸航運、電機資訊 農林畜牧

資料來源：行政院經濟建設委員會（2006）。國家發展重點計畫－挑戰2008。

為強化國際競爭力、創造就業機會、維護生活環境品質、促進國內經濟發展，政府應選擇具優勢的重點產業加強推動發展（表14-2），並且思考善用臺灣資訊科技技術來強化研發與應用創新，進而提升產業競爭力與建設高品質的「數位臺灣」。

表14-2 2002-2005年我國世界第一的產品或技術項目

2002	2003	2004	2005
1.筆記型電腦	1.筆記型電腦	1.筆記型電腦	1.筆記型電腦
2.可錄式光碟片	2.可錄式光碟片	2.可錄式光碟片	2.LCD監視器
3.晶圓代工	3.晶圓代工	3.晶圓代工	3.晶圓代工
4.主機板	4.主機板	4.主機板	4.主機板
5.無線區域網路裝置	5.無線區域網路裝置	5.無線區域網路裝置	5.IC封裝
6.IC封裝	6.IC封裝	6.IC封裝	6.無線區域網路裝置
7.LCD監視器	7.LCD監視器	7.LCD監視器	7.可錄式光碟片
8.光碟機	8.光碟機	8.光碟機	8.網路卡
9.網路卡	9.網路卡	9.網路卡	9.雙絞線數據機
10.集線器	10.集線器	10.集線器	10.電纜線數據機
11.丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚合體 (ABS)	11.丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚合體 (ABS)	11.丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚合體 (ABS)	11.SOHO路由器
12.SOHO路由器	12.SOHO路由器	12.SOHO路由器	12.丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚合體 (ABS)
13.玻璃纖維布	13.玻璃纖維布	13.玻璃纖維布	13.交換器
14.雙絞線數據機	14.雙絞線數據機	14.雙絞線數據機	14.玻璃纖維布
15.電纜線數據機	15.電纜線數據機	15.電纜線數據機	15.CRT監視器
16.自行車	16.自行車	16.電動代步車	16.個人數位助理器 (PDA)
	17.電動代步車	17.乙太網路交換器	17.網路電話 (IP Phone)
	18.乙太網路交換器	18.TFT-LCD (10吋面板以上)	18.綠藻

資料來源：行政院經濟建設委員會（2006）。國家發展重點計畫—挑戰2008。



再者，二十一世紀是以知識為主要推動力，當知識時代來臨時臺灣已經佔據極為優勢的起跑點。因為，我們有求新、求變、企圖心、好奇心強的民族特性；有教育普及、對新事物、新技術、新資訊、新知識吸收力強的人民。與鄰國相比，臺灣以科技領先群雄，但要如何加深科技優勢及推廣科技應用，是臺灣能否破繭而出的首要課題。



活動 14-1 認識臺灣標竿企業家

活動目的：

透過討論瞭解臺灣高科技產業在全世界的重要性。

活動器材：

由學生自行準備紙、筆等文具。

案例：

1. 宏碁公司創辦人～施振榮先生

宏碁創辦人施振榮，他是臺灣與全球資訊業的領導人士之一，也是亞洲傑出企業家的代表人物。他對於發展創新的科技應用，塑造品牌形象，推動企業國際化，經驗的傳承交流，落實人文科技島理念，均懷著強烈的使命感。他所創立的宏碁是全球第五大的個人電腦公司。

1971年施振榮畢業於國立交通大學電子工程研究所。隨即進入環宇電子公司服務，開發出臺灣第一臺桌上型電算器；次年進入榮泰電子公司，又先後領導開發出臺灣第一臺手上型電子計算機與世界第一支電子筆表；對臺灣的技術提升與外銷拓展有很大的貢獻。1992年獲母校頒發名譽工學博士。

1976年，施振榮基於推廣微處理機技術的理想，結合其他四位夥伴創立宏碁。經過長期的努力與成長，不斷向困難挑戰，突破瓶頸，同時也發展出眾多的新事業，2004年ABW家族（宏碁Acer、明基BenQ、緯創Wistron）整體營業總額約為新台幣7,400億元。"Acer"更自1999年以來連續獲得讀者文摘評選為亞洲最佳電腦品牌。

宏碁成立以來，直接或間接替臺灣開創許多新的高科技事業，也塑造出全球知名的IT品牌。施振榮具有許多經營管理上的創見，他在90年代初期曾經領導宏碁成功進行企業再造，2001年起帶領宏碁由製造業轉型為資訊服務業，建立具競爭力並長期獲利的營運模式，此外，也積極發展新世代電子化服務。

2. 臺灣科技名人鴻海科技集團郭台銘先生

臺灣名人鴻海企業集團郭台銘先生，1950年出生，畢業於中國海洋專科學校。求學期間，四處到橡膠廠、砂輪廠和製業廠打工賺取自己的學費。

郭台銘先生於1973年退伍後，進入復興航運服務，並利用晚上時間補習英文。隔年拿著母親給他的20萬元，一半用來結婚，一半拿來創業。郭台銘就用這10萬元與朋友合資成立鴻海塑料企業有限公司，生產塑料成品。由於沒什麼生產經驗，隔年，他們虧了個精光，原股東都逐一退出。但郭台銘不願輕易放棄，硬著頭皮把這家公司頂下來了。當時黑白電視機剛剛在臺灣地區興起，鴻海便從製造電視機選台的旋鈕做起。

在1977年，當郭台銘的鴻海開始獲利時，他並未購買房地產，而是從日本購買模具設備，建起了自己的模具廠。並在二十世紀80年代個人電腦工業起飛中，以成熟的模具技術進入個人電腦連接器領域。當時鴻海從模具打進電腦零組件代工，訂單多如雪片。郭台銘什麼都想代工，如電腦主機板、電視遊戲機、連接器等，以「量大、低價」搶奪市場。

作為臺灣電子業龍頭，1988年，鴻海年營業額突破10億元。二十世紀80年代末，郭台銘經過慎重考慮，決定在中國深圳成立廣東 深



圳富士康精密組件廠，生產電腦周邊接插件，專門代工各項產品，使鴻海科技集團成為世界上最大電子製造服務廠商，公司遍及海內外，橫跨亞、歐、美三洲。

根據富比士雜誌資料，全球富豪人物截止2007年底，郭台銘身價61億美元（約折合新臺幣1850多億元），世界排名為第160位。

活動步驟：

1. 老師帶領同學唸過以上的案例，並解釋同學對案例內所提的相關問題。
2. 請每位同學想一下，並回答以下的問題：
 - (1) 從上述的兩個故事中，你得到哪些啟發呢？
 - (2) 成功的企業家，有哪些特質值得大家學習呢？
 - (3) 你對於未來的生涯規劃有何想法呢？
3. 討論完畢後由老師挑選幾個同學向全班做分享報告，最後由老師做結論。

14-2 就業市場需求與生涯規劃

每一個人自學校畢業後，往往就展開數十年的工作生涯，在這段時間裡工作占了大部分，也成為每個人生涯的重心，因此求職如此重要的事情，自然不能等閒視之。身為國中學生的你，雖然尚未面臨就業求職的考驗，但在求學期間，除了學習基本的知識與技能之外，也需要對現在的工作世界與環境有所認識，學習了解社會與經濟的脈動，才能將自己所學與未來社會環境相結合。

近年來，失業率、人才荒的新聞報導常占據著媒體非常大的篇幅。然而，國內受到經濟不景氣、學校廣設系所、社會價值觀等因素的影響，產生勞動市場供需不平衡，失業率亦屢創新高，歇業、裁員時有所聞。你是否為此感到疑惑或擔心呢？其實，失業率高也說明了臺灣人力供需市場在量方面的充足性，而人才荒則凸顯出人力供需在質方面的差異性，如此的衝擊形成臺灣人力結構的落差，迫使某些領域的人力有無數個工作機會，但卻也有愈來愈多人面臨失業的危機。

綜觀國內在未來就業市場的變動與人力供需情勢進行分析，來幫助大家了解國內未來就業市場的趨勢：

國內就業市場的特質

近年來，中國投資的熱潮持續升溫，國內中階層的管理幹部紛紛外流，使得人力產生短缺的現象；而全球經濟景氣低迷，連高薪資、高年齡的員工也相繼成為被裁員的主要對象，許多企業為了降低經營成本，開始挑選工資較低、優質的社會新鮮人，此現象逐漸成為未來用人的趨勢。而為了提升企業的競爭力，員工的工作報酬將視專業



能力、工作績效而定，若無一技之長或專業證照的支持，求職過程勢必更加困難不易。

國內人力供需的發展趨勢

近幾年，國內人口成長持續減緩，年齡結構趨向高齡化，使得勞動力及就業的成長較過去為減緩；加上工作場所歇業或業務緊縮，造成失業率居高不下。而在國內產業結構上，服務業慢慢取代傳統製造業，成為未來吸收人力的主要產業；而跨國企業的發展與企業國際化的發展趨勢，專業人才在亞太地區的跨國流動將日益熱絡。另外，隨著科技水準的大幅提升，未來就業市場對於高級專業技術人才需求量增大，因此企業用人門檻轉向高學歷。所以，同學們必須要更重視自我的在職進修與終身學習的觀念，以隨時提升個人的職場競爭力，才不會被職場所淘汰。

臺灣地區未來十大熱門行業及其特徵

有哪些產業求才若渴？哪一種職業較具有未來的發展性？我們都必須掌握國內各行業的最新動態，才能培養自己的能力與特質來爭取最佳的工作機會（圖14-5）。依據就業情報的調查資料顯示，以下的十種是未來的熱門行業（表14-3）。



圖14-5 校園徵才博覽會

表14-3 國內十大熱門產業

行 業	特 徵
1.金融業	專業化、競爭劇烈
2.TFT面板業	必須勇於創新、樂於求變
3.房地產業	專業化、市場大、需開拓性人才
4.海空運輸業	要有慢工出細活的特質
5.傳播媒體業	競爭激烈、要全心投入，才能成功
6.半導體業	高薪、高成就、高挑戰、高風險
7.通訊產業	高素質的人才、技術高、挑戰大
8.流通量販業	具有無限未來，需規劃與開拓性
9.旅館業	具流利語文能力與國際化視野
10.健身SPA業	寓休閒於工作，具發展性

資料來源：Career就業情報雜誌（2005）。

企業重視的工作職能與態度

根據Career就業情報雜誌的調查（民國94年）發現，企業甄選人才的標準中，團隊合作是最受重視的特質，而企業最怕用到敬業精神不佳的工作者，詳細請參考表14-4所示。

從表中的資料可以讓我們瞭解要求職時，除了需要知己外，更要知彼，才能百戰百勝；而知彼就是要清楚目前就業市場的變化，以及未來行業的發展，最後要瞭解企業重視的核心職能與態度，如此必能獲得企業的青睞，找到自我的理想工作生涯。

展望未來，**全球化、知識化**兩股力量將持續主導世界經濟發展，隨著新興開發中國家積極融入國際經貿體系，加速區域與雙邊經貿結盟，引爆服務革命時代來臨，造就綠色節能成為世界風潮；因此，全球產業競爭型態將大幅改寫，經貿版圖明顯重組，全球國力競賽將益趨激烈。

表14-4 企業甄選人才標準一覽表

企業最喜歡的工作職能與態度	企業最不喜歡的工作職能與態度
1. 團隊合作	1. 敬業精神不佳
2. 主動積極	2. 不能吃苦耐勞
3. 持續學習	3. 遇到挫折容易退縮
4. 責任感	4. 沒有團隊合作精神
5. 創新求變	5. 罵不得
6. 正直誠信	6. 抗壓性低
7. 客戶導向	7. 太固執
8. 問題分析與解決能力	8. 不夠謙虛
9. 品質管理	9. 欠缺職場倫理
10. 反應速度	10. 不夠開放心胸、學習動機不強

而且，隨著社會的變遷從農業社會、工業社會後，現在已進入高科技產業及服務業時代，昔日的三百六十五行，早衍生出更多的行業出來。因此，社會上的專業分工越來越精細，於是職業的種類越來越多，有時不知道如何認識、從何選擇，所以花點時間來瞭解職業的型態是非常必要的。



活動 14-2 認識工作世界

活動目的：

以認識工作世界為題，認識臺灣科技產業現況，進而瞭解各行各業的人力需求。

活動器材：

由學生自行準備紙、筆等文具。

案例：

1. 寶哥

以前是高職資料處理科畢業生，他在生命的過程中，找到了人生的最愛是電腦軟體的創作。因為家庭環境因素，他選擇了以半工半讀的求學方式，一方面找尋合適的工作，一方面利用業餘不斷進修專科、技術學院、科技大學。

由於自己的認真投入，數年後不但完成了學業，取得學位，而且晉升至公司一級主管，在人生的過程中開花結果，沉浸於幸福美滿的生活中。

2. 程芳

她是高職生，由於熱衷餐飲服務業，打從進入高職就讀，即以「餐飲管理科」為第一志願，並立下出國留學的宏願。

在學期間，除了認真學習學校功課外，還利用課餘讀英文，收聽空中英語教學，並利用假期，白天至飯店打工實習，獲取實務經驗，晚上則加強英語補習。

高三畢業托福考試順利通過，旋即遠赴美國夏威夷餐旅學校進修，兩年修畢專業課程，另加專業實習一年，回國後任職國內五星級飯店工作。



由於工作努力，表現卓越，頗受器重，並在任職三年後，獲得選送美國繼續進修高級學位，不斷向自己人生的更高峰，攀登邁進。

3. 志堂

他自高職畢業後，對於服務社會人群的工作頗有興趣，便毅然決然地投入清潔工的工作。

志堂每天準時把負責的馬路掃得乾乾淨淨，雖然每個月的待遇不高，但只要省吃儉用，還是過得去。

最重要的是志堂並不因為清潔工而自感卑賤，相反志堂認為職業並無貴賤之分，別人有錢有地位他也不羨慕，認為只要能盡一己之能，做好分內的工作，並且心安理得，對人群社會有益，工作再辛苦也覺得心裡很充實，很快樂。

活動步驟：

1. 老師帶領同學唸過以上的案例，並解釋案例內所提的相關問題。
2. 老師將同學分成約4人一組。每個小組選出一位主席、一位紀錄、一位報告者、以及一位計時者。在討論的過程中，主席要適時做結論，並將討論拉回主題。
3. 每組進行討論時，可參考以下「認清自我」的九個問題。
 - (1) 自己的興趣是什麼？我對自己哪些表現感到滿意？
 - (2) 我的個性如何？別人眼中的我是怎樣的一個人？
 - (3) 我的優點是什麼？我有什麼條件及本錢？
 - (4) 我的缺點是什麼？我受到哪些限制？
 - (5) 我的能力條件如何？我適合哪種性質的工作？
 - (6) 我的價值觀如何？我對工作的觀點及態度如何？
 - (7) 我的需求是什麼？我對現狀生活滿意嗎？
 - (8) 我的夢想是什麼？我的夢想和現實有何差距？
 - (9) 對自己而言什麼是重要的？我要追求怎樣的人生？
4. 每組針對一個案例加以討論，討論時間約20分鐘。
5. 討論完畢後由老師挑選幾個組同學向全班做報告，最後由老師做結論。

本章結語

個人的生涯規劃是結合個人夢想、興趣與能力最具體的表現。不過築夢亦須踏實，為避免生涯規劃成為泡沫，個人必須要以認真的態度、縝密的計劃來進行。展望未來，個人的發展勢必朝向全球化及知識化，所以需要培養良好的態度與專業的能力。



本章摘要

1. 臺灣高科技產業蓬勃發展，主要發展科技產業包括有半導體產業、顯示器產業、電腦產業、通訊產業、光電產業、精密機械產業與生物技術產業等。
2. 「挑戰2008：國家發展重點計畫」，期望發揮促進經濟成長、創造就業機會及提升生活品質等多重效益。
3. 全球化、知識化兩股力量將持續主導世界經濟發展。
4. 國內十大熱門產業包括：金融業、TFT面板業、房地產業、海空運輸業、傳播媒體業、半導體業、通訊產業、流通量販業、旅館業、健身SPA業等。

參考資源

書籍

1. 張殿文（2005）。虎與狐。臺北：天下文化出版社。
2. 行政院經濟建設委員會（2006）。國家發展重點計畫 - 挑戰2008。臺北：行政院經濟建設委員會。

網站

1. 行政院青年輔導委員會
<http://www.nyc.gov.tw/>（2008年7月）
2. 行政院勞工委員會
<http://www.cla.gov.tw/>（2008年7月）
3. 臺北市政府勞工局
<http://www.bola.taipei.gov.tw/>（2008年7月）
4. Career就業情報網
<http://www.career.com.tw/>（2008年7月）
5. 新竹科學園區管理局
<http://www.sipa.gov.tw/>（2008年7月）
6. 宏碁股份有限公司
http://global.acer.com/t_chinese/index.asp（2008年7月）



中文名詞索引

第八章

名詞	頁碼
全球暖化	10
臭氧洞	10
紅外線輻射	10
溫室效應	10
溫室氣體	10
紫外線	13
臭氧層	13
氟氯碳化物	14
紫外線指數	15
暖流	16
冷流	16
海表面溫度	16
湧升流	17
聖嬰	17
深海環流	18
溫鹽環流	18

第九章

名詞	頁碼
逕流	27
洪泛平原	28
土石流	32

順向坡	32
逆向坡	32
擋土牆	35
乾旱	37

第十章

名詞	頁碼
靜電	46
電位差	60
電阻	69
歐姆	69
歐姆定律	70
磁力線	77
電流的磁效應	82
安培右手定則	82
電磁鐵	83
電磁感應	94
感應電流	94
感應電壓	94
感應電動勢	94

第十一章

名詞	頁碼
交流電	103





直流電	106	生物能源	142
電流的熱效應	107	醱酵作用	143
電功率	111	電動機	145
保險絲	112	發電機	145
變壓器	121	引擎	145
		馬達	145
		內燃機	148
		汽油引擎	148
		柴油引擎	148
		運輸通路	149
		運輸載具	149
		場站	149
		通訊設備	149
		經營組織	149
		智慧型運輸系統	152
		省水標章	157
		節能標章	158
		油電混合動力車	158
		汽電共生系統	159
		車輛定位系統	161
		電子收費系統	161
		匝道儀控系統	161
		自動駕駛系統	161
		自動停車系統	161

第十二章

名詞

頁碼

煤	132
石油	132
天然氣	132
太陽能	132
風能	132
核能	132
再生能源	135
非再生能源	135
非耗竭能源	135
耗竭能源	135
酸雨	136
溫室效應	136
分餾	136
液化石油氣	137
瓦斯	137
生質能	142



第十三章

名詞	頁碼
微生物	168
顯微鏡	170
酵母菌	170
風乾	176
曬乾	176
脫水處理	176
醃製	177
冷凍	177
冷藏	177
密封包裝	178
殺菌劑	178
防腐劑	178
抗氧化劑	178
無氧呼吸	179
醱酵作用	179
乳酸菌	180
乳酸	180
麴菌	180
蔭油	180
豆豉	180
基因工程	184
離體培養	184
育種	185

黃金米	186
細胞	187
組織	187
器官	187

第十四章

名詞	頁碼
半導體產業	196
顯示器產業	196
電腦產業	196
通訊產業	196
光電產業	196
精密機械產業	196
生物技術產業	196
電機資訊	197
化學工程	197
生物科學	197
全球化	204
知識化	204



致謝！！感謝提供下述照片及圖片資料的單位及人員

圖號	圖片名稱	提供者
第八章章前圖	北極熊	達志影像公司
圖8-1(a)(b)	溫室效應示意圖	劉奕德
圖8-2	全球暖化示意圖	劉奕德
圖8-3	近50年二氧化碳濃度曲線圖	劉奕德
圖8-4(a)(b)	南極上空臭氧濃度分布圖	劉奕德
圖8-5	太平洋表面海流示意圖	劉奕德
圖8-6	太平洋海表面溫度圖	劉奕德
圖8-7(a)(b)	海表面溫度與大氣環流示意圖	劉奕德
圖8-8(a)(b)	深海環流示意圖	劉奕德
活動8-1圖1~3		童崇祺
第九章章前圖	土石流	農林航空測量所
圖9-1	大量而集中的降雨造成都市低窪地區淹水（臺北縣中和市）	張亞君
更上一層樓圖1	臺北平均月雨量分布圖	劉奕德
更上一層樓圖2	高雄平均月雨量分布圖	劉奕德
圖9-2	缺乏植被的陡峭坡地（南投縣九分二山）	張亞君
圖9-3	透水性差的都會區（臺北市）	張亞君
圖9-4	植被完善的坡地（南投縣溪頭）	張亞君
圖9-5	透水磚鋪設的地面（臺北縣新店市）	張亞君
圖9-6	臺北市玉成抽水站	張亞君
圖9-7(a)	大佳河濱公園淹水時（臺北市）	達志影像公司
圖9-7(b)	大佳河濱公園平時（臺北市）	張亞君
圖9-8	尼羅河的沖積平原	達志影像公司
活動9-1圖1	步驟1	張亞君
活動9-1圖2	步驟2	張亞君
活動9-1圖3	步驟3	張亞君
圖9-9	破碎的岩層（臺東縣南橫埡口）	陳慧莉
圖9-10	山崩（臺中縣新社鄉）	張亞君
圖9-11	野外的順向坡（臺東縣南橫埡口）	陳慧莉
圖9-12	順向坡示意圖	劉柏甫
圖9-13	土石流（臺中縣和平鄉）	農林航空測量所
圖9-14	坡面荷重過重示意圖	劉奕德
圖9-15	擋土牆	張亞君
圖9-16	擋土牆及坡地排水系統剖面示意圖	劉奕德
圖9-17	坡地綠意盎然的植被（能高山）	達志影像公司
圖9-18	全球年雨量分布圖（1979~1996年平均值）	National Oceanic and Atmospheric Administration
圖9-19	民國93年初，乾旱期間曾文水庫水位下降。	張亞君
動動腦圖1	三十年間臺北高雄平均月雨量分布圖	中央氣象局提供 劉奕德繪製
動動腦圖2	91年臺北高雄平均月雨量分布圖	中央氣象局提供 劉奕德繪製

動動腦圖3	87~94年臺北高雄年雨量分布圖	中央氣象局提供 劉奕德繪製
動動腦圖4	87~94年侵臺颱風數量與太平洋颱風總數分布圖	中央氣象局提供 劉奕德繪製
圖9-20	石門水庫泥沙淤積(桃園縣復興鄉)	農林航空測量所
第十章章前圖	高空雲層放電	許瑞榮 成功大學教授
圖10-1	富蘭克林放風箏	劉柏甫
活動10-1圖1(a)(b)	保鮮膜的靜電現象	陳義裕
活動10-1圖1(c)(d)(e)	(c)鋁罐與尺的靜電現象 (d)塑膠繩的靜電現象 (e)靜電吸引水龍頭的小水柱	陳淑敏
圖10-2(a)(b)	庫侖定律示意圖	陳義裕
圖10-3	感應起電	陳義裕
圖10-4	接觸起電	陳義裕
更上一層樓 防靜電環帶	防靜電環帶	達志影像公司
圖10-5	靜電球演示	陳義裕
活動10-2甲圖1	簡單的電路	陳義裕
活動10-2甲圖2	電路的連接活動	陳義裕
表10-1圖	常見元件符號	陳義裕
圖10-6(a)	水流	劉柏甫
圖10-6(b)	電流	陳義裕
圖10-7	電子流與電流	陳義裕
圖10-8(a)~(c)	(a)伏特計 (b)測量燈泡兩端電壓時的接線方式 (c)測量燈泡兩端電壓時的線路圖	陳淑敏 陳義裕 陳義裕
圖10-9(a)~(c)	(a)安培計 (b)測量流經燈泡的電流時之正確接線方式 (c)測量流經燈泡的電流時的線路圖	陳淑敏 陳義裕 陳義裕
圖10-10	市售數位電表	陳淑敏
活動10-2乙圖1	燈泡串聯	陳義裕
活動10-2乙圖2	燈泡並聯	陳義裕
活動10-2乙圖3	燈泡串聯時透過其中一個燈泡電流的測量	陳義裕
活動10-2乙圖4	電流與電壓的關係	陳義裕
圖10-11(a)(b)	二極體	陳義裕
圖10-12(a)(b)	頭髮與靜電現象	陳淑敏
圖10-13(a)(b)	電子繞原子核與月球繞地球很相似	陳義裕
圖10-14(a)(b)	電場的分佈	陳義裕
活動10-3圖1(a)~(d)	各種磁場現象的觀察	陳淑敏
圖10-15	磁鐵斷裂後磁極的變化	劉柏甫
圖10-16	市售磁鐵斷裂時磁極的變化	劉柏甫
活動10-4甲圖1(a)~(f)	各種磁場現象的觀察	陳淑敏



圖10-17	運用安培右手定則來判斷長直導線周圍磁場的方向	劉柏甫
圖10-18	通有電流的直導線繞成環圈時導線周圍的磁力線會聚集起來	劉柏甫
活動10-4乙圖1(a)~(d)	電磁鐵活動	陳義裕
圖10-19	廢鐵場利用電磁鐵搬移廢鐵	達志影像公司
活動10-4丙圖1(a)~(d)	導線在磁場中的交互作用	陳淑敏
圖10-20	右手開掌定則	陳義裕
活動10-5圖1(a)~(d)	感應電流活動	陳義裕
更上一層樓 金屬偵測門	金屬偵測門	陳義裕
第十一章章前圖	尼加拉瀑布	陳義裕
圖11-1	長時間曝光拍攝小鎮夜景	陳義裕
圖11-2	電流的方向與大小隨時間作週期變化，省電燈泡的亮度也跟著產生明暗現象。	陳義裕
表11-1圖	插頭與插座圖	陳義裕
圖11-3	交流發電機的簡易模型	陳義裕
圖11-4	用手抖動繩子造出繩波與手握曲柄去轉動發電機產生交流電有異曲同工之妙	陳義裕
圖11-5	藉由電能產生熱效應的電器	陳淑敏
圖11-6	有些爐具透過鎳鉻合金將電能轉換為熱能	陳義裕
活動11-1圖1	保利輪切割器	陳淑敏
圖11-7	將燈泡與1.5 V的乾電池及電流讀數為100 mA的安培計串接在一起	陳義裕
圖11-8(a)(b)	交流電動機的示意圖	陳義裕
圖11-9(a)(b)	一個設計不完整的直流電動機示意圖	陳義裕
圖11-10	隨著線圈轉動的半圓形金屬環接觸到通以固定電流的「電刷」	高水遠
圖11-11	玩具馬達的構造圖	陳義裕
活動11-2圖1	其中一端引線的絕緣漆全部刮除	陳淑敏
活動11-2圖2	另一端引線按壓在紙上，以砂紙刮除上方絕緣漆部分。	陳淑敏
活動11-2圖3	漆包線絕緣漆的刮除方式示意圖	陳義裕
活動11-2圖4	以膠帶將迴紋針黏貼在兩極，並將磁鐵吸附在電池上。	陳淑敏
活動11-2圖5	線圈置於電池上方並輕觸使之開始轉動	陳淑敏
圖11-12	以伏特計偵測玩具馬達	陳義裕
圖11-13	電力公司採用並聯的方式用電線將電流輸入個別住宅內	陳義裕
圖11-14	電力傳輸所須克服的兩難	陳義裕
圖11-15	高壓電塔	陳義裕
圖11-16(a)(b)	變壓器的示意圖	陳義裕

圖11-17	電線桿上的變電桶可以將來自電廠的高壓電轉變成比較安全的「低壓電」	陳義裕
圖11-18	插頭的錯誤拔法	陳義裕
圖11-19	用手拉扯電線時可能導致細銅絲鬆脫	陳義裕
第十二章章前圖	發電廠	沈弘俊
圖12-1	民國96年國內能源總供給	行政院經濟部能源局提供 陳振興重製
圖12-2	國內能源消費成長圖	行政院經濟部能源局提供 劉柏甫重製
圖12-3	原油的分餾示意圖	劉柏甫
圖12-4(a)	天然氣瓦斯槽	遠志影像公司
圖12-4(b)	桶裝液化石油氣	楊凱惟
圖12-5	核能發電流程示意圖	劉柏甫
圖12-6	臺灣大學研發第三代太陽能車	沈弘俊
圖12-7	位於宜蘭運動公園的太陽能展示屋	宜蘭縣政府環境保護局
圖12-8	地熱發電示意圖	劉柏甫
圖12-9	風力發電流程示意圖	劉柏甫
圖12-10	水力發電流程示意圖	劉柏甫
圖12-11	生質能源之轉換示意圖	劉柏甫
圖12-12	時鐘內部的直流馬達帶動齒輪，進而使指針轉動。	洪國峰
圖12-13(a)	果汁機	高素鈴
圖12-13(b)	電風扇	高素鈴
圖12-13(c)	洗衣機	高素鈴
圖12-13(d)	電風扇背面的馬達	洪國峰
圖12-14	小型發電機	遠志影像公司
圖12-15	蒸汽火車內部蒸汽機運作示意圖	劉柏甫
圖12-16	汽車引擎圖	遠志影像公司
圖12-17	鏈條和鏈輪的傳動，應用在腳踏車上。	遠志影像公司
圖12-18	國道一號楊梅交流道	交通部臺灣區國道高速公路局
圖12-19	汽車	洪國峰
圖12-20	汽車內部引擎外觀	洪國峰
圖12-21	石碇服務區	洪國峰
圖12-22	臺灣鐵路管理局組織圖	臺灣鐵路管理局提供 陳振興重製
圖12-23(a)	直接排放比率	經濟部工業局提供 陳振興重製
圖12-23(b)	依使用類別區分	經濟部工業局提供 陳振興重製
圖12-24(a)	省水標章	劉柏甫
圖12-24(b)	節能標章	劉柏甫
圖12-24(c)	綠色環保標章	劉柏甫



圖12-25(a)	房屋上的收集管線	洪國峰
圖12-25(b)	地上的集水桶	洪國峰
圖12-26(a)	車輛內的衛星導航裝置	沈弘俊
圖12-26(b)	電子收費裝置	沈弘俊
第十三章章前圖	華生與DNA雙股螺旋模型	達志影像公司
圖13-1	食物腐敗是因為微生物滋生所造成	潘彥宏
圖13-2(a)	有些酸臭	劉柏甫
圖13-2(b)	有些卻散發出酒香	劉柏甫
圖13-3	巴斯德	達志影像公司
活動13-1圖1(a)~(c)	培養基的處理方式	潘彥宏
活動13-1圖2(a)~(d)	經過4天後的各組實驗結果	潘彥宏
圖13-4(a)	罩網罩	潘彥宏
圖13-4(b)	包保鮮膜	潘彥宏
圖13-5(a)	金針花	潘彥宏
圖13-5(b)	金針	潘彥宏
圖13-6	脫水蔬菜	潘彥宏
圖13-7	泡菜	潘彥宏
圖13-8	經過密封包裝後的食物較不易腐壞	潘彥宏
圖13-9	藉由酵母菌所釀成的麵團	達志影像公司
圖13-10(a)	優酪乳	潘彥宏
圖13-10(b)	包裝上標示內含活性乳酸菌	潘彥宏
圖13-11(a)	在醬池內醱酵	丸莊食品工業股份有限公司
圖13-11(b)	裝入醬缸內繼續醱酵	丸莊食品工業股份有限公司
活動13-2圖1(a)~(c)	活動器材	潘彥宏
活動13-2圖2(a)~(f)	實驗步驟與成果	潘彥宏
圖13-12	華生(圖左)、克立克(圖右)與他們所提出的DNA雙股螺旋模型。	達志影像公司
圖13-13	基因改造木瓜(左)和普通木瓜(右)的比較	包慧俊
圖13-14	黃金米	達志影像公司
圖13-15	利用基因轉殖細菌所製造出的藥物	達志影像公司
圖13-16	在培養瓶中成長的植物	鄭石通
更上一層樓	桃麗羊	達志影像公司
更上一層樓	暗比豬	臺灣動物科技研究所
更上一層樓	寶鈺羊	行政院農業委員會畜產試驗所
第十四章章前圖	無塵室工作區	沈弘俊
圖14-1	半導體產業為臺灣重要經濟主軸	達志影像公司
圖14-2	國人自製的液晶螢幕全球知名	高素鈴
圖14-3	國人自製的筆記型電腦數量全球第一	游靜瑜
圖14-4	新竹科學園區為臺灣的綠色矽谷	台灣精體電路股份有限公司

表14-1	產業發展重點計畫及其人力需求範疇	行政院經濟建設委員會
表14-2	2002-2005年我國世界第一的產品或技術項目	行政院經濟建設委員會
圖14-5	校園徵才博覽會	沈弘俊
表14-3	國內十大熱門產業	Career就業情報雜誌
表14-4	企業甄選人才標準一覽表	Career就業情報雜誌
更上一層樓小圖示		陳義裕
請接變化球小圖示		陳義裕
回想與連結小圖示		劉柏甫

本書編撰期間承蒙上述單位、團體、教育先進及熱心人士提供照片及多方協助，謹致最高謝忱！

本書圖片已竭力追溯版權，倘有疏漏，煩請著作權人與本處聯絡。

聯絡電話：(02)8671-1111

網址：<http://www.naer.edu.tw/science/>



國民中學 自然與生活科技 課本 第六冊 (三下)

主編者：國家教育研究院籌備處

編審者：自然與生活科技領域部編本教科書
研發編輯委員會

主任委員：牟中原

顧問：邱美虹

編輯小組：

(初版)：王詩婷 李柏翰 林建義 沈弘俊
周仲島 洪國峰 徐式寬 張亞君
陳義裕 陳慧莉 陳淑敏 傅學海
曾麗英 游光昭 潘彥宏

(依筆畫順序排列)

(再版)：林建義 沈弘俊 周仲島 洪國峰
徐式寬 張亞君 陳義裕 陳慧莉
陳淑敏 傅學海 曾麗英 游光昭
潘彥宏

(依筆畫順序排列)

委員：吳月鈴 李怡嫻 沈弘俊 林建義
林萬寅 周仲島 俞均凡 洪若烈
洪國峰 徐式寬 張亞君 陳伯瑾
陳清溪 陳淑敏 陳偉民 陳義裕
陳慧莉 陳麗美 傅學海 曾麗英
游光昭 黃茂在 黃達三 潘彥宏
劉家成 劉緒宗

(依筆畫順序排列)

總訂正：牟中原

助理：陳怡琳 汪京蒂 郭盈君 劉淑華

美術編輯：加斌有限公司

出版者：國家教育研究院籌備處

地址：200 臺北縣三峽鎮三樹路2號

電話：(02)8671-1111

網址：<http://www.naer.edu.tw/science/>



發行者：國家教育研究院籌備處
法律顧問：福田法律事務所

※本書經國立編譯館97年9月25日
國教國字第0970003803號函准予修訂

出版日期：民國九十七年二月初版
民國九十九年八月再版一刷

■著作財產權歸教育部所有■