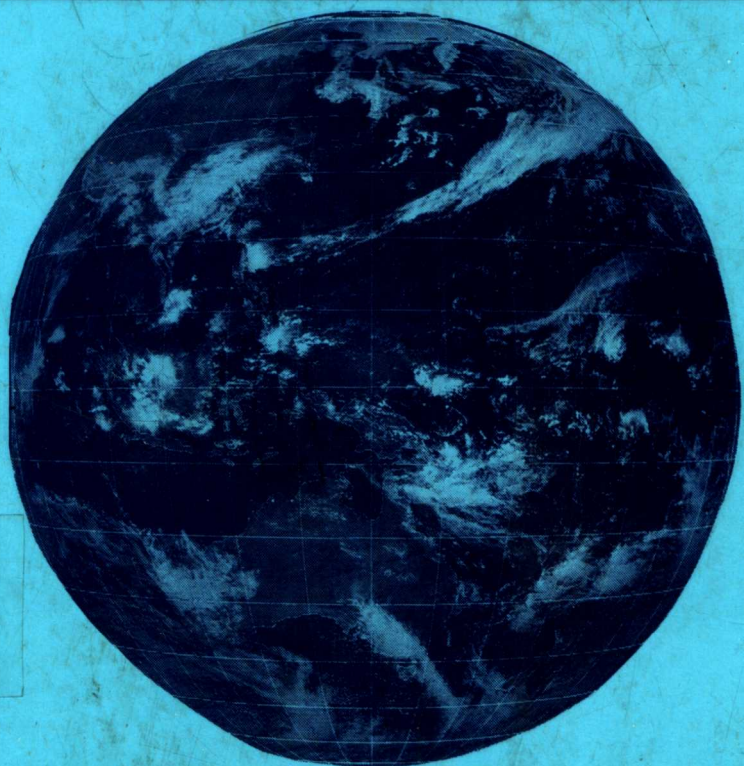


地球科學精華

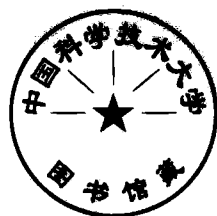
戚啓勳 編譯



明文書局

地球科學精華

戚啓勳 編譯



明文書局

版權所有

翻印必究

228地球科學精華

平裝一冊定價新台幣一六〇元

編譯者：戚 啓 勳

出版者：明 文 書 局

發行人：李 潤 海

北市敦化南路 492 號

印製所：凡成印製事業有限公司

北市萬大路 486 巷 10 弄 27 號

發行所：明文書局股份有限公司

行政院新聞局局版臺字 1993 號

地址：台北市重慶南路一段 49 號 7 樓

電話：3619101・3318447

郵撥：01436784 號 明 文 書 局

中華民國七十八年二月二十日初版

Ming Wen Book Co., Ltd.

7F No.49, 1 Sec., Chungking South Road.

Taipei, Taiwan, R.O.C.

目 錄

序 言

第一章 太空探測

1-1 銀河·····	3
1-2 銀河以外·····	5
1-3 能量轉變·····	5
1-4 光波·····	6
1-5 原子的結構·····	8
1-6 元素·····	10
1-7 同位素·····	10
1-8 離子·····	11
1-9 分子·····	11
1-10 發射光譜·····	13
1-11 吸收光譜·····	14
1-12 太陽光譜·····	14
1-13 都卜勒效應·····	15
1-14 宇宙在擴張中·····	16

第二章 星球探測

2-1 紅外輻射·····	18
2-2 溫度·····	18
2-3 電磁波譜·····	19
2-4 星球的溫度·····	20
2-5 從星球發出的光能·····	21

2-6	亮度改變的星球·····	22
2-7	測定星球的距離·····	23
2-8	星球的運動·····	24
2-9	星球的密度·····	25
2-10	星球的來源·····	27
2-11	一個星球的生命史·····	28

第三章 太陽系

3-1	行星·····	33
3-2	開普勒的三條行星運動定律·····	34
3-3	牛頓萬有引力定律·····	35
3-4	兩組行星·····	37
3-5	火星·····	39
3-6	大行星·····	39
3-7	小行星·····	40
3-8	宇宙塵·····	41
3-9	彗星·····	42
3-10	太陽系的來源·····	43
3-11	太陽的生成·····	43
3-12	彗星的形成·····	44
3-13	地球大氣·····	44

第四章 地球

4-1	地球的形狀·····	46
4-2	地球表面上一點的位置·····	46
4-3	赤道膨脹·····	49
4-4	地球的大小·····	50
4-5	地球的構造·····	52

4-6	物質的三態.....	53
4-7	地球物質內的原子和分子.....	54
4-8	水分子的特性.....	55
4-9	周體地球物質的內部結構.....	57
4-10	岩界.....	57
4-11	地殼內的礦石.....	59
4-12	岩界的化學組成.....	60
4-13	水界和氣界的化學組成.....	61
4-14	地球三界的一些特性.....	62

第五章 地球上的力

5-1	參考坐標系.....	63
5-2	運動的類型.....	64
5-3	自由落體的加速度.....	65
5-4	牛頓的運動第一定律.....	66
5-5	牛頓的運動第二定律.....	67
5-6	牛頓第二定律的符號表示法.....	68
5-7	加速中坐標系的運動.....	69
5-8	圓周上的運動.....	70
5-9	牛頓的運動第三定律.....	72
5-10	彈力.....	72
5-11	無向量場	73
5-12	向量場.....	73
5-13	地球的引力場.....	74
5-14	地球旋轉的效應.....	75
5-15	重力.....	76
5-16	重力的方向和大小.....	78
5-17	地球的磁場.....	79

5-18 磁性元素.....	80
5-19 地球磁場的變動.....	81
5-20 極光.....	83

第六章 地球的運動

6-1 天球.....	84
6-2 地球繞日的公轉.....	85
6-3 地球的自轉.....	86
6-4 恒星日.....	88
6-5 地球的橢圓形路徑.....	89
6-6 北回歸線和南回歸線.....	89
6-7 南極圈和北極圈.....	91
6-8 地球的其他運動.....	92
6-9 太陰潮.....	93
6-10 太陽潮.....	95
6-11 特種潮的效應.....	96
6-12 地球運動的效應.....	96

第七章 能量的來源

7-1 能和功.....	97
7-2 能的幾種形式.....	98
7-3 熱量的傳播.....	99
7-4 能量公式.....	100
7-5 能量的輸送和轉換.....	101
7-6 質量和能量的轉換.....	102
7-7 溫度和熱量的差別.....	104
7-8 潛熱.....	104
7-9 放射性物質的特性.....	106

7-10	放射性同位素.....	107
7-11	質量數.....	108
7-12	核子反應.....	108
7-13	放射性系列.....	110
7-14	天然放射性和人工放射性.....	110
7-15	原子質量的大小.....	110
7-16	地球的能源.....	111
7-17	太陽的主要形態.....	112
7-18	太陽活動.....	114
7-19	太陽輻射的特性.....	115
7-20	太陽能的輸出.....	115

第八章 地球和太陽的輻射

8-1	太陽能量和地球上各種過程.....	117
8-2	發射到太空的太陽能量.....	118
8-3	輻射平衡.....	119
8-4	日射.....	120
8-5	晝夜長短的改變.....	121
8-6	四季.....	124
8-7	四季的落後.....	127
8-8	大氣對太陽輻射的消耗.....	128
8-9	地面輻射.....	131
8-10	地球大氣系統的能量收支.....	132
8-11	溫度隨高度的變化.....	132
8-12	輻射平衡的影響.....	133

第九章 大氣的循環

9-1	大氣中的熱量輸送.....	135
-----	---------------	-----

9-2	因受熱不均而成的氣壓型和風型.....	138
9-3	哈特萊環流圈.....	139
9-4	地球旋轉和風.....	141
9-5	主環流的型態.....	143

第十章 大氣中的水份

10-1	水份循環.....	146
10-2	蒸發過程.....	147
10-3	蒸發和沸騰.....	148
10-4	大氣的溫度.....	148
10-5	凝結.....	149
10-6	絕熱過程.....	150
10-7	大氣中的凝結.....	151
10-8	雲和雨.....	152

第十一章 海 洋

11-1	海水的成份.....	155
11-2	海洋和大氣間地球物質的交換.....	156
11-3	能量交換過程.....	157
11-4	海浪的特性.....	158
11-5	水質點的運動.....	159
11-6	風和水流.....	160
11-7	海流型.....	162
11-8	密度差所產生的海流.....	164

第十二章 陸地上的水

12-1	陸地上的降水.....	167
12-2	水的存貯.....	168

12-3 地下水的流入·····	169
12-4 水的毛細管作用·····	169
12-5 地下水的存儲·····	170
12-6 流入河川的水·····	172
12-7 蒸發和蒸氣·····	172
12-8 當地水份計算的分析·····	173
12-9 水份計算的說明·····	174

第十三章 地球的內部

13-1 地球質量的分佈·····	176
13-2 波動的種類·····	176
13-3 地震波·····	177
13-4 摩霍不連續面·····	178
13-5 中央核心·····	180
13-6 地球內部的主要形態·····	181
13-7 地震的位置·····	181
13-8 地球內部的成份·····	182
13-9 地球內部的溫度·····	182
13-10 地球內部的狀態·····	183
13-11 發電機學說·····	184

第十四章 時間和量度

14-1 計時制度·····	185
14-2 時間的量度·····	185
14-3 日晷·····	186
14-4 地方平時·····	187
14-5 時間方程·····	187
14-6 世界時·····	188

14-7 地平方時的偏差·····	188
14-8 時區·····	189
14-9 國際換日線·····	190
14-10 曆法·····	192
14-11 地質時計·····	193
14-12 地質上計時制度的發展·····	194
14-13 地質計時制度·····	195
14-14 地球的年齡·····	197
附錄一 公制的單位·····	198
附錄二 量度的單位·····	199
附錄三 表示數目的標準格式·····	201
附錄四 變數·····	202
英文索引·····	204
中文索引·····	226

序 言

我們生活在光輝燦爛的時代，因為太空探測的發展和許多科學上的新發現令人興奮鼓舞。同一時代，人類已經愈來愈關切到每天生活的環境，所以必須瞭解地球上的各種過程和物質。這樣，才能應用科學上的發展使他自己得到利益。

地球科學探討地球和它在太空中的環境，特別要研究各種地球物質和過程。但是這些物質和過程不斷在變動，所以地球科學家必須研究這些隨時隨地都在出現的地球變化。只要他能夠解釋這些變化的理由，他就可以站在一個有利的地位，預測未來某段時間內地球和它環境的狀態。

地球科學包含很多種科學上的分科，例如天文學、地質學、生物學、海洋學、和氣象學。這些科學還要一些基本科學知識，像數學、物理學，和化學等作基礎。在研討地球科學的時候，你會立刻明瞭，這些科學的知識對於理解整個地球和它的環境，可以說沒有一種不重要。話雖如此，我們却不能分別加以介紹。

我們寧願研究有關地球和它環境範圍寬廣的各種科學上過程，如此論述，將要包含各種科學上分科的題材，充實我們對這些事態的瞭解。在需要這些分科知識解釋科學過程的時候，再擇要說明。

我們首先考慮地球在太空中的環境，地球上出現的許多變化，大都和宇宙間其他部份進行的事件有關。而後我們討論地球這顆行星，除了介紹它的形狀和大小而外，我們還說明了它的結構和成份。再說明地球上的各種力和各種運動，以及各種地球過程的能源，特別重視太陽輻射在地球周圍的各種效應。

隨後，我們分析大氣的環流，由此介紹水份循環，討論到大氣中各種型式水份在海洋上最後到達陸地上的不斷循環。再轉而研討地球較深的內部。這裏，我們不僅講到它的結構和化學成份，還述及對我

們本身環境的效應。因而研究像地震和地球磁場來源等主題。

最後我們介紹時間和它的量度。假定我們要預測將來發生的事件，必須要有準確而可靠的方法，決定過去和未來的時間經歷。這一方面討論得比較詳細，並且還說到對未來環境上發現的展望。

讀者具備了這些地球科學的知識之後，可以進一步選定專門研究的科學上分科。話雖如此，讀者仍應隨時保持自己密切注視我們環境科學中的普遍發展。任何特種科學，最後都要靠其他科學上分科的資料來加以充實。

（讀者請注意：“Star”一字的法定譯名有二：一為「星」，一為「恒星」，前者包括各種星球（行星，彗星，衛星等）在內；後者專指本身能發光的星（例如太陽）。但早年譯為“恒星”，目的在於和“行星”相區分，現在知道這些“恒星”也在運動，而且還有自己的生命，而並非“恒久不變”。所以本書內將“Star”一律譯為「星球」。當然，主要還是指過去所謂「恒星」，因為其他太陽系離開我們太遠，除非本身發光，否則它們的行星或衛星實在無法辨察。但另一方面，「星球」有時也包括行星等在內，例如測定星球距離，至於「星辰」則屬一般稱謂，希望讀者要自己加以領會——譯者註）

B. J. Retallack 識

第一章 太空探測

幾千年來，人類都在探索宇宙的奧秘。最初，我們用肉眼觀察上面的天空，視界很有限。後來因為發明了科學儀器，才使我們能夠探測遙遠的太空。

近些年來，出現了許多令人興奮的新事件。人類已能親身翔遊太空，因而能夠看到四周的宇宙豁然開展。

下面將要綜合報導科學家們的太空探測，我們要觀察周圍的宇宙，當然也應該明瞭科學家們探究宇宙的方法。關於這一方面，我們將要學一些技術，而後說不定對於因太空而引起的問題，我們自己也能找到答案。

1.1 銀河

早年，人類發現天空有許多明亮物體，圍繞着一些星球緩慢移動。許多世紀以後，我們才知道地球和某些物體環繞着太陽旋轉。這些就是「行星」(planets)，連同太陽組成了所謂「太陽系」(solar system)。

這一項發現非常重要。但早在十七世紀還有一項更重要的發明。伽利略(Galileo)製造了一架望遠鏡，能使他看到太陽系以外的宇宙奧秘。他研究「銀河」(Milky Way)(按法定譯名“Milky Way”為「銀河」，galaxy 為「銀河系」，前者既為後者之一，則Milky Way galaxy 譯為「銀河銀河系」實欠妥，姑譯為「匹練銀河系」，也有人譯為「本銀河系」——譯者註)，並且有了重大的發現，銀河包括有幾百萬顆暗淡而疏遠的星球。

匹練銀河是「銀河系」(galaxy)之一種。現在因為有很大的望遠鏡和其他科學儀器的幫助，已經揭露了它許多秘密。

在圖1.1內，你可以看到現在所知道的銀河系情況。請注意它包含由星球排成狹長彎曲帶的一個平坦系統。這些螺旋形的手臂由高熱的藍色星球勾劃出來，周圍繞以塵雲和氣雲。



圖 1.1 銀河系（自不同方向看到的兩種形態）

科學家們已經發現光線每秒鐘大約走三百萬公里。請問一年要走多少遠？

你會發覺這是一段非常遙遠的距離。但科學家們已經估計得光線穿過銀河系大約要走十萬年。

天文學家是研究星球的科學家。他們已經決定，爲了方便起見，採用一種較大的單位，來量度星球和星球之間的遙遠距離。這種單位，就是所謂「光年」(light year)，指光線一年所走的距離。

所以，銀河系的直徑大約十萬光年，它的厚度也有幾千光年。

圖 1.1 內表明太陽是在伸向螺旋形邊緣的一條彎曲手臂內，它距離銀河系中心大約有三萬光年。

銀河系內除了個別的星球而外，還有許多星球集體，我們稱它爲「球狀星團」(globular cluster)，一個球狀星團內含有幾千個星球。

如果你再看一下圖 1.1，除了螺旋形手臂中間的星球而外，中心周圍還有一圈由星球組成的球狀暈。這個暈含有球狀星團和單獨的星球。

天文學家已觀測到銀河系是在那裏旋轉。幾百萬顆星球連同它們中間的氣雲和塵雲，整個系統繞銀河系的中心旋轉，太陽和它鄰近的

星球大約要兩億年繞一圈。

一個物體的「質量」(mass)是指它內中所含物質的量。天文學家已經計算出銀河系的質量大約要比太陽的質量大 200,000,000,000 倍。

1.2 銀河以外

天文學家現時已經發現有好幾百萬個銀河系。每一個銀河系都含有幾十億顆星球，這些銀河系彼此相隔的距離非常遠。

我們的銀河系是由十七個銀河系組成一個「本星羣」(Local Group)團體中間的一份子。這些星羣是相距約兩百萬光年以內的銀河系集團。

在本星羣內有三個螺旋形銀河系和四個不規則銀河系。另外還有十七個橢圓形銀河系。但其中有六個却遠較正常的橢圓形銀河系小，我們稱它為「矮橢圓系」。

在本星羣之外，還有幾億個其他銀河系，每一銀河和其他銀河系都相隔很遠距離。最接近的一個是「大仙女座銀河系」(Andromeda galaxy)，它的光線到達我們的銀河系要兩百萬年以上。

用肉眼來觀察，仙女座銀河系不過是一個暗淡的點子，即使是天文照相，也僅不過能辨出它最亮的星球。

我們必須記住：實際觀測到的銀河系是它們在幾百萬年以前的情況。光線從它們發出，以極高的速度走向我們，也要歷時幾百萬年才能到達。

當我們觀測仙女座銀河系的時候，既然實際上看到的是兩百萬年以前的情形，那麼這些年來有沒有改變呢？是否它們還繼續存在？這些問題以及更有意思的問題，都是探究我們周圍宇宙而發生的。

1.3 能量轉變

當你在晴朗的夜晚，仰視天空，你會注意到有些星要比其他的星更明亮些。科學家們研究這種明亮度的差別，能夠知道許多有關這些星球的情形。他們對於這些天空中的明亮物體，究竟發現了些什麼呢？

爲了要尋求這一類問題的答案，我們必須仔細考慮科學家所用名詞的意義。在科學世界中，一個名詞的意義有時候和日常生活中所用同一名詞的意義並不相同。「能量」(energy)這個字就是這種情形。

科學家認爲一個物體，只要他能作功，就會有能量。在科學術語中，當一物體因爲受到力而運動，它就作了「功」(work)，可見一物體具有能量即可產生運動。

能量的存在具有好幾種形式。我們將在第七章內再詳細加以討論。宇宙中的太陽和其他物體放射的「輻射能」(radiant energy)，可以不經過中間物作媒介而穿越太空輸送。

當輻射能落在一個物體上面，其中有一部份可以被吸收。如此則輻射能轉變爲「熱能」(heat energy)。科學家業已發現，當一物體具有熱能，內中微細的分子、原子或離子都在運動。固體的質點產生振動，而流體(液體和氣體)的質點則到處運動。

運動的能量稱爲「動能」(kinetic energy)。可見來自太陽的輻射能，在輻射的路途中，落到一個物體上，即可產生運動。

1.4 光波

科學家業經發現輻射能以波的形式穿越太空旅行。一個波的波峯和波峯間距離，即稱爲「波長」(wave length)。如圖 1.2 所示。

我們的眼睛對於某些波長的波有感覺。這些就是「光波」(light waves)。



圖 1.2 一個單純波的波長

以光波穿越太空的輻射能即所謂「可見輻射」(visible radiation)。能夠發射光線的物體，稱爲「發光體」(luminous body)。因此，能量以光波的形式從一發光體流出。

來自太陽的輻射能包含很多種波長的波。下面我們要先討論以光