

普通地質學

孫 鼎 著

商務印書館發行

普通地質學

孫 鼎 著

(修訂本)

商務印書館發行

例 言

一、本書可供大學地質學之教科書或參考書。而一般有志研究地質者，或其工作與地質有關者，亦宜手執一編，以爲其學業或執業之助。

二、本書教材，理論之外，尤重實例。而實例之選擇，則以本國所得之材料爲主。其爲本國所無或猶未發見者，則以他國之標準適例說明之。

三、本書所用專門名詞、地質及岩石方面，悉照董常氏所著地質名詞輯要。至礦物方面，則照礦物學名詞，以昭劃一。

四、本書所附之圖，原有二百餘幅，惟因戰時印刷困難，不得不力求減少，俟將來再版時補入。

五、本書底稿，乃著者授課之講義，歷用數年。惟以地質學一課目，爲大學一年級必修自然科學之一，然坊間並無適當之課本，是以不揣鄙陋，將原稿稍加修正，貢諸國人。但編輯時間，萬分局促，其中遺漏錯誤，在所難免，尙希專家及讀者，加以匡正。

一九四三年八月孫鼎謹識於中大。

再 版 例 言

本書自三十四年四月在渝出版後，不數月即銷售大半，惟因內容譴陋，再加戰時印刷困難，屢擬早爲改訂，終未如願，至勝利復員後，因急需供給各校應用，不及修正，不得已在滬以舊本復印一次，但未及一載，又告售罄。著者鑑於本書既經各大學採用，內容務求精闢，是以改訂內容，增加插圖，擴大篇幅，實屬必要。然不意出版情形在勝利後並未好轉，如全部改版，勢不可能，迫不獲已，僅能將內容依原篇幅稍加修訂，其中或係改正前印錯誤，或係增加新的資料，圖版方面，亦增加少許，尙希讀者原諒。又本書出版後，屢承地質界先進不吝指正，使著者再版時有所遵循，特誌於此，以表謝忱。

一九四七年四月孫鼐謹識於浙大。

目 次

第一章 緒論·····	1
第二章 太陽系中之地球·····	7
第三章 地殼之成分·····	17
甲、礦物·····	17
乙、岩石·····	35
第四章 火山及地震·····	70
甲、地殼之變動·····	70
乙、火山·····	70
丙、地震·····	80
丁、地殼運動·····	88
第五章 潛水·····	92
第六章 大氣之作用·····	99
第七章 河流之作用·····	111
第八章 湖·····	135
第九章 海洋·····	142
第十章 冰雪及其作用·····	160
第十一章 生物之地質作用·····	170
第十二章 地層或岩石之構造·····	178

第十三章	礦床概論·····	193
第十四章	山脈之生成及其構成史·····	211
第十五章	地球之歷史·····	222
「附一」	普通造岩礦物性質表·····	231
「附二」	中國各地地層時代比較表·····	285
索引		

普通地質學

第一章 緒論

(1) 定義——地質學英文名爲 Geology，乃由希臘字 Geologia 演繹而來，Geo 爲地之意，而 logia 乃科學之謂。是以地質學乃研究地球歷史之科學也。換言之，地質學係研究地球之生成、組織、變遷、以及地球上一切生物進化之科學。

(2) 範圍及分門——依上述之定義，可知地質學爲以地球爲研究對象之科學，然因近代科學，研究愈精，分科亦愈細。如氣象學及水文學，已獨立自成科學，故地質學研究之範圍，僅爲地球之固體部分，其空間包括自地面至地心，一切物質之種類、分配、組合及變化等之現象，其時間即自地球之生成開始，至現在爲止，因時間之悠長，空間之廣大，故地質學本身之分門，亦甚繁雜。其中述敘現在地球上之地質現象者，稱爲普通地質學；研究組成地殼之岩石之層次先後者，稱爲地層學 (Stratigraphy)；歸納地層學中之紀錄，化分過去爲若干大的地質時代，並敘述每一時代之地質情形者，稱爲地史學 (Historical Geology)；在不同之地質時代中，含有不同之生物羣，生物之遺骸，是謂化石，而化石常視爲岩石記錄中之文字，度量各地質時代之標尺，專以化石爲研究對象

者，稱爲古生物學 (Palaeontology)；地球之組成 地殼岩石之成因，及其礦物組織之化學成分與物理構造之研究者，稱爲岩石學 (Petrology)；專事礦物之物理化學性質之研究者，稱爲礦物學 (Mineralogy)；岩石學中專作水成岩之研究者，稱爲沉積學 (Sedimentation)；如專門研究金屬礦產之成礦作用與其形態者，稱爲礦床學 (Ore Deposits)；經濟地質學 (Economic Geology) 則以非金屬礦產之闡述爲主；利用地球之物理現象，如地心重力、地磁、地震之傳導等，探尋掩覆地下之礦藏之位置與形狀者，稱爲物理探礦學；組成地殼之岩石，於悠久之地質時代內，屢經動力之擠壓，使之破碎斷折拗曲，或地下岩漿趁勢侵入或噴出，而作週期性之造山造陸運動，研究此種變形及其發生之原因者，稱爲構造地質學 (Structural Geology)；如專研造山造陸運動之原動力連及地球之成因，與其於天體之位置等之研究者，稱爲地球物理學 (Geophysics)；更有研究現在地形之成因與演變者，在地質學中，則稱爲地文學或地形學 (Physiography)。如以地質學之原理及方法，應用於其他方面，則稱爲應用地質學 (Applied Geology)，視其應用目的之不同，而有相異之名稱，如工程地質學，農業地質學及軍事地質學等。

(3) 研究之目的——吾人研究地質學之目的，有下列二點：

1. 爲研究而研究——人類有求知求真之慾望，問題不論大小，然其價值，均係相等，吾人生存於地球之上，對於地球之一切，應有深切之瞭解，因此地質思想，發端甚早。一現代國家，除政治經濟等條件而外，更須有學術之基礎，地質學乃學術中重要之一環，故吾人爲求知求真，爲爭取學術界之地位計，必須研究地質學。

2. 爲應用而研究——地質學不僅係探求真理之純粹科學，亦爲重要之應用科學，凡有關地上或地下之利用、設施、或開發，均須地質學者之指導或合作，始有成效。故吾人爲實用計，亦應研究地質學。

(4) 特點及研究方法：

(一) 地質學之特點：

1. 地質學爲地方性之科學——地質學所研究之範圍及區域，皆甚廣大，地質學者往往顧此失彼，頗難將所有區域完全顧到，故地質學係有地方性的，惟地質上各種不同之現象，係受同一原則所支配，因此吾人明瞭其原則，即可依此類彼，亦爲研究地質者之一捷徑也。

2. 地質學爲最不科學之科學——地質學因發達較晚，故研究之程度，若與其他自然科學相較，可以稱爲不科學之科學，例如有兩地層，在上者因有生物之遺骸，可以推究其爲何時代之產物；而位於其下之地層，設無生物之遺骸發見，則不易確定其時代爲何，僅知其較上者爲古耳。

3 地質現象爲變化不定者——地球本身及地表因受內外動力之作用，時時變化，故地質現象爲時時遷易者，所謂『滄海桑田』之說，在地質學上，實爲極普遍之現象。

4. 地質變化係具長久時間性者——地球自生成至今，至少有二十萬萬年之時間，在此悠長之時間內，地球因內外動力之作用，不斷發生變化，但此等變化甚爲緩慢，最早之人類，在人類之記載上，已爲最古而時間最長之事，若以地質學之觀點而言，不過係最近之事而已。因此時間二字，在地質學上，與距離之在光學及天文學上之觀

念相同。地質變化雖甚緩慢，但所產生之結果，則異常偉大，如美國 Niagara 之大瀑布及我國揚子江之三峽，皆爲明證也。

(二) 研究之方法——地質學爲新進之科學，乃介於物理與生物二科學間之科學，故需要各先進之科學，如物理、化學及生物等作其輔助。研究地質學，對於事實之觀察，須特別注意，而觀察之對象，則爲大自然界，因地質上之一切現象，絕非實驗室內所能見到，更非書籍之記載而能窮其之複雜，是以地質學可以認爲係一種實地觀察之科學，並以無數之事實爲其根據，此種無數事實之智識，乃直接得之於大自然中。

(5) 地質學之應用

1. 農業方面——農業乃以土壤爲主，因土壤之性質及成分，影響作物甚巨，而土壤之生成，乃岩石風化之結果。因此欲知土壤之一切，必須有豐富之地質智識。他若造林、開墾、挖塘及灌溉等，皆與地質有不可分離之關係也。

2. 工程方面——工程上重要者，如鑿隧道、蓄水、築壩及開採石料等，均須利用地質學爲之幫助，因此種與地層之構造及岩石之性質，皆有密切之關係也。

3. 軍事方面——在軍事上，如礮壘、戰壕、隧道之位置，飲水之供給，及軍用礦產之需要等問題，必須根據地質學之原理，以研究山川地層之構造、石料土壤之性質、潛水面之高低、蓄水層之分佈及礦床產生之狀況等，始能解決之。至在作戰時，如更有軍事地質圖爲助，則效果甚大。

4. 採礦方面——開採礦產，採礦及採礦人員，必須明瞭礦區所

在地之地質情形，礦床形狀，儲量多寡，伴生礦物之種類，及礦質之優劣等，故採礦人員若有地質學之智識，對於採礦，有事半功倍之效。

5. 交通方面——鐵路及公路等路線之確定，材料之供給，均與地質有密切之關係。至於沿線礦產之情形，更與鐵路及公路之運輸事業，有莫大之影響。

(6) 地質學之發達史——地質思想，發源甚早，考諸我國史乘，在五帝時代，關於礦產及土壤之性質，已略有記載，尤以禹貢論土壤最詳。及至春秋戰國，地質思想已漸萌芽，如詩經有云，『高岸爲谷，深谷爲陵。』此與風化循環之說，已漸相符。唐時顏真卿作麻姑仙壇記，中有『海中揚塵，東海三爲桑田』一語，又朱子語錄，言化石生成之理，尤爲詳盡，是以地質學在我國之歷史，實較歐美爲早。歐洲當希臘羅馬時代，哲學甚爲發達，而於地質學理，亦多所發明，惟地質學之成爲獨立科學，乃始於十八世紀最後之二十五年。Whewell 氏稱以前爲地質學之稗史時代，因以前所謂地質學，類多記載事實，而其觀察與解釋，又常與淺陋荒謬之假定相混故也。自 1790—1820 年間，是爲地質學之偉大時代，在時期中，因 Werner，Hutton 及 W. Smith 諸氏之貢獻，而成爲真正之科學。又如 Lyell，Lamarck 及 Cuvier 諸氏之努力，基礎更趨穩固。及至十九世紀以後，研究者更多，各國且設地質調查所，專司研究。各大學亦列地質學爲專門科系，於是其發達大有一日千里之勢。我國自民國初年，由科學界先進章鴻釗、丁文江、及翁文灝諸氏之提倡，創立地質訓練班於北平，廣育人材，並設地質調查所。其後各大學亦相繼增設專系，中央研究院亦設立地質研究所，各省如湖南、廣東、河南、江西、

四川、福建及西康等，先後成立地質調查所。近數年來，因人才輩出，調查區域較廣，進步較速，故地質學在我國之成為科學，歷史雖短，但其進步之速，貢獻之大，實駕乎其他科學之上也。

第二章 太陽系中之地球

(1) 太陽系之意義——太陽周圍無數之星球，均以之而旋轉循環者，其所成之星羣，稱爲太陽系 (Solar System)。其所屬之九大行星爲：水星 (Mercury)，金星 (Venus)，地球 (Earth)，火星 (Mars)，木星 (Jupiter)，土星 (Saturn)，天王星 (Uranus)，海王星 (Neptune)，及冥王星 (Pluto)。木星最大，水星最小，水星、金星因在地球之軌道以內，故稱爲內行星 (Interior Planets)。至火星、木星、土星、天王星、海王星及冥王星。則在軌道以外，是爲外行星 (Superior Planets)。火星與木星之間，有小行星約八百餘，稱爲小行星 (Planetoid)。至旋轉於行星周圍之衛星，除水星與金星外，地球一，火星二，木星九。土星十，天王星四，海王星一，冥王星一，月球即地球之衛星是也。

宇宙間之星塵，其受其他天體（或地球）引力之吸引，與空氣摩擦而發光下墮者，稱爲流星 (Shooting Stars)。大多在空中燃燒殆盡，而成瓦斯體；其燃燒未盡，而落於地上者，稱爲隕石 (Meteors)。太陽系中此外尚有彗星 (Comet)，故太陽系乃由下列之天體集合而成：

1. 太陽 (Sun) —— 太陽系之中心體。
2. 九大行星 (Planets) —— 以太陽爲中心而旋轉循環者。
3. 小行星 —— 爲數約八百。
4. 衛星 (Satellites) —— 以行星爲主，而旋轉於其周圍者。

5. 彗星及流星。

(2) 太陽系之生成——宇宙以古代相傳之神話，多主創造之說，我國僅謂混沌初開，乾坤始奠，上浮爲天，下凝爲地。西人則謂創造三光，皆由上帝；渺不可稽。至十七世紀末葉，始漸有科學之根據，其中最重要者有三。茲分述如下：

1. 星雲說(Nebular Hypothesis)——德國哲學家 I. Kant 氏在 1755 年，發表星雲說之哲學理想。至 1796 年法國數學家 Laplace 發表太陽系之成因，謂太陽系構成之物質，在初時乃高溫之氣體，即星雲是也。全塊依照現在各行星之公轉方向而旋轉者，後以輻射關係，次第冷卻，次第收縮，但因迴轉運動量不變之故，而迴轉速度遂增。其速度如達到星雲之赤道部重力與離心力不能平衡時，赤道之外部，即向外拋出，而成無數之環狀之輪，其後輪復分裂，而成凝縮塊，即行星也。行星冷卻之後，復因同樣原因而生輪環，其後即生成衛星，最後殘留之偉大中央塊，是即今日之太陽。此學說在十九世紀末葉以前，信者甚多，然其缺點不少，如(1)自力學上言之，瓦斯輪之生成實不可能，至間歇之生成，更不可能。(2)若輪能生成，至凝結而成行星，實爲理想上不可能之事。(3)由此學說而言，衛星之運行方向，當與太陽之自轉方向相同，但木星之第八第九衛星，土星之第九衛星，海王星之衛星，皆爲相反之方向。(4)自 Laplace 氏之學說言之，衛星之公轉週期，必較其所屬行星之自轉週期爲短，但火星之衛星名 Phobos 者，其公轉較火星之自轉大三倍，由是言之，更不易說明。

2. 小行星說 (Planesimal Hypothesis)——此爲 1900 年美

人詹柏林 (T. C. Chamberlin) 及莫爾頓 (F. R. Moulton) 二氏所倡，說明太陽系之成因，乃由於太陽與其他天體接近時，發生極大之吸引作用，結果將太陽外層之稀薄物質，吸引而出，最後被吸出之物質，一部分即拋出於太陽之引力圈，此種物質中之較大者分別作為核心，凝結成無數小粒，此即稱為小行星。此無數之小行星再彼此吸引，互相凝集而呈半流體狀之行星，地球乃其中之一，其後因冷縮而成現狀之地殼。而且因為自行旋轉之關係，上面一部分不穩定之物質，即脫離而成衛星。

8. 潮汐說 (Tidal Theory)——此為 1917 年英國天文學家 J. H. Jeans 氏所創。謂古太陽為一恆星，亦主古太陽與他天體接近時，因後者之起吸力，前者始生極大之潮汐之分裂現象。此與小行星學說同。但物質拋出時，最初力不大，繼力甚盛，終則衰微，故成葉卷形之拋出物，氏稱之曰絲狀流 (Filament)。絲狀流之中央部，極膨大，兩端次第縮小，此種拋出之瓦斯體因末端過細，失熱亦早，中央之粗大部分，熱之保持易，故支持瓦斯體亦較久。其中央之塊，乃為土星木星之祖先，地球者即末端之行星，因失熱而固體化者。不但如此，太陽所受吸力之分離作用愈小時，則生成之行星，亦愈近液體，而衛星數亦愈少。又因上述放熱難易之不同，行星生成時，有全為瓦斯狀者，有全為液體狀者，前者衛星多，後者衛星少，竟至於零。故今日之太陽系中，土星木星周圍之衛星最多。除火星兩個地球一個外，金星水星，均無衛星存在。至外側天王星有衛星四，海王星一，由是言之，水星與金星生成時，為液體或固體，地球與海王星為一部液體與一部瓦斯體而

成。至火星以迄天王星，則全屬瓦斯體也。此說於太陽系之各行星之位置及容積，均甚吻合。蓋接近太陽之行星，其質量小而密度大，稍遠則相反也。

(3) 地球之形狀及其大小——地球之形狀，人智未開時，無不以地爲平者，我國古時天圓地方之語，卽其明證。其後由月蝕而見地球圓形之影，航海而知海面彎曲之狀，迨十五世紀以來，哥倫布 (1492) 信球形之說，而發見新大陸，麥哲倫 證球形之說，而環球一週，至是始得證實。地球雖成球形，但因自轉關係，赤道地方，離心力較強，故易膨脹，且多大洋之分佈，兩極較弱，故成水少陸多之地區，故地球事實上卽成長短徑之橢圓形體，橢圓形之短軸，卽爲地球之極對徑 (Polar axis)。長軸卽爲赤道對徑 (Equatorial Axis)，地球之大小，至今尙無一精確之數目，歷年學者雖屢有新之數值發表，然常用者爲培氏 1841 標準橢圓球 (Besselian Spheroid of 1841)，克氏 1866 及 1880 年橢圓球 (Clarke's Ellipsoid of 1866 and 1880) 及海氏 1909 年橢圓球 (Hayford's Ellipsoid of 1909)，三種數值之中培氏 發表最早，惟現今採用者不多。克氏 最初應用者爲美國大陸測量局，現仍採用之。海氏 橢圓體係根據美國陸地測量及地心吸力觀測結果計算而成，較爲精確，然因發表稍晚，應用尙不廣。茲將三種橢圓體之長短軸之長度列之於下：

	Bessel	Clarke	Hayford
赤道半徑 (a)	6,377.3972 公里	6,378.2064 公里	6,378.388 公里
極半徑 (b)	6,356.0790 公里	6,356.5838 公里	6,356.909 公里
扁平率 ($\frac{a-b}{b}$)	$\frac{1}{299.15}$	$\frac{1}{295.1}$	$\frac{1}{296.96}$

(4) 地球內外之各圈——地球有圈凡三，即氣圈水圈岩石圈是也。氣圈 (Atmosphere) 者包圍地球體外之大氣帶也，大部爲空氣所成，自地表以至上層，空氣以次稀薄，其最高之限，據光線屈折之理與流星之位置以推算之，約及 300 公里。其成分爲氮佔 78.1%，氧佔 21%，氫、氦、氖等稀有氣質佔 0.9%，碳酸氣佔 0.03%，水氣亦屬重要份子，然其分佈，係隨時隨地而易。他如塵沙及蕩漾空中之物，皆爲含於氣界之雜質，而不能稱爲成分也。氣界約佔全地球之一百二十萬分之一。凡地表低窪處儲水之部分如江湖海洋，則屬水圈 (Hydrosphere)，約佔地球表面 $\frac{3}{4}$ ；若地球之表面爲絕對之渾圓形，則全球將成深約二哩許之海洋，因地面起伏不平，故水皆匯積於低地。海洋之表面面積，約有 143,259,300 方哩，然實地海洋盆地僅 133,000,000 方哩，故海水浸佔陸地邊緣約有 10,000,000 方哩。各種岩石所構成之地殼等，則稱之爲岩石圈 (Lithosphere)。岩石圈下，幾無直接觀察之方法，故學者每根據種種自然現象而假定有種種之帶圍存在。當火山噴發時，常有溫度極高之鎔岩迸出，故主張在岩石圈下，必有一火圈 (Pyrosphere) 之理想帶域存在。此帶地熱甚高，其溫度常在鎔點上，但因上層之壓力關係，每成固體狀態。火圈之下，地球之核心部分，必有一中心圈 (Centrosphere) 存在。自美國 Clarke 氏之研究而言，地表附近岩石之比重，如花崗岩爲 2.64，閃長岩爲 2.85，玄武岩爲 3.05，砂岩爲 2.64，石灰岩爲 2.69，及頁岩爲 2.80 等，其各岩石之平均比重爲 2.70。但地球全體之比重，則爲 5.50，相差甚鉅，是知地球表面，均屬比重較小之石質，苟內部無比重甚重之物質，如鐵鎳等之金屬質者，決不能得此數，故中