

中山自然科學大辭典

第六冊

地球科學

名譽總編輯 王雲五

編輯委員召集人 李熙謀 (常務) 鄧靜華 易希陶

本冊主編 林朝棨

中山大學術文基金會董事會 出版授權與人

臺灣商務印書館 出版者

中山自然科學大辭典

第六冊

地球科學

王 雲 林 王 輯 編 總 譽 名

陶希易 華靜鄧 (務常) 謀熙李 人集召會員委輯編

榮 朝 林 編 主 冊 本



中山大學文化基金會董事會 出版授權與人

臺灣商務印書館 出版者

中華民國二十六年十二月

朝陽不敗，從事地... 國計民生命脈之所繫。此次受命為中山自然科學大辭典編輯委員，主持地球科學部門之編纂事宜。為紀念 國父創立中華民國六十週年，與其他九科分頭進行。深感職務艱鉅，責任重大，而內心更至為惶恐。本擬婉辭，但念及我國地球科學之落後，對文化及經濟建設之阻撓匪淺，欲圖發

人稿撰及員委輯編冊本

(序爲畫筆名姓以)

添再石 璞潤王 明執王

燉瑞周 榮朝林 林英李

勤汝陳 琴 陳 經聞周

華奕張 源培陳 彥國陳

生玉潘 全萬楊 章金楊

平立譚

中山自然科學大辭典

第六冊 地球科學

序 言

地球科學為探討地球之構成與其發展之科學，包括地球之氣體、液體及固體的各部份，同時涉及其他所處之環境。其內容牽涉之廣，可謂包羅萬象。舉凡與地球有關之天體、高氣圈、氣象、海洋、陸水、生物、地質、地球物理、地球化學及礦產資源等，皆不脫其範疇。其對人生之關係直接或間接均極密切。

按地球本為萬物之所由生，而人類自出現以來在約二百萬年之悠久時期，不論生息、教化與繁衍，均不能須臾或離，小如吾人日常生活上四大要項之滿足，大則國防、土木、農業與工業上原料及動力，或直接取之於地球，或間接仰賴其滋養。即太空人在探月期間所需之氧氣與食物，亦莫不為地球所供應者。

由於目前結晶學研究之進步，吾人對晶體內部之構造以及其生成之環境已趨瞭解，因而促成人造結晶之擡頭。又對生物進化、化石與含化石層中之有機物以及有機物發生之研究，而引起人類追究根深之熱潮，以期印證我國自古所謂「無極生有極」之哲學理論。故地球科學與人生間，不論在學理上抑或在實用上，均為吾人所不可或缺者。然以其所包括之範圍既廣且大，而實體之試驗更為困難，以致在發展過程上，自較其他科學為遲。尤以我國目前各級學校對地球科學教育之推行更不若其他自然科學之普及。惟最近二十年來地球科學各部門之研究已突飛猛進，利用現在之最新科學之儀器與方法從事深入而精密之研究，已經爭回對其他科學之劣勢，而有驚人之發展。僅憂慮我國之不能追及世界此門科學之進步而已。

朝槩不敏，從事地學工作垂四十餘年，深知地球科學為國計民生命脈之所繫。此次受命為中山自然科學大辭典編輯委員，主持地球科學部門之編纂事宜。為紀念 國父創立中華民國六十週年，與其他九科分頭進行。深感職務艱鉅，責任重大，而內心更至為惶恐。本擬婉辭，但念及我國地球科學之落後，對文化及經濟建設之阻撓匪淺，欲圖發

展必須急起直追。嗣幾經考慮乃不揣才疏學淺，勉為承受。爰商請各位專家學者，於民國六十年初組成編輯委員會，並於同年三月及十二月先後在僑光堂開會二次，除議定內容及體裁外，更約定於六十一年暑期截稿。但以地球科學內容繁雜，範圍龐大，且中文資料及新名詞之漢譯更屬缺乏，國民之殆無地球科學常識而影響撰稿；同時在編輯委員中又有多位奉教育部命，趕編高級中學地球科學教科書以及教師手引之工作，以致編輯進度稍事延緩。且以篇幅所限而將已編入本篇中之「宇宙之進化」、「月球之歷史」、「先地質時代」、「大氣之起源與演變」、「海洋之起源與演變」、「地球內部之分化歷史」、「化學進化(生物以前所發生)」、「生物之起源」、「古生物與生物進化論」、「地球外生命之問題(包括月球與行星之生命探究)」、「人類之文化史」、「分子古生物學」、「古組織學」、「古生物化學」、「古生物物理學」、「古生態學」、「古生物地理學」、「應用古生物學」、「岩石之變質作用」、「矽酸鹽構造」、「岩漿與火成作用」、「岩石物理性」、「地球熱學」、「古氣候學」、「各地質時代之地下資源」、「中國之標準化石」、「地下資源之開發」等均不得不予刪除，其中包括許多最新研究資料，遺憾萬分，至感歉疚。

本辭典之編排係取講演式，文字以精簡為原則，適合大專學生程度。亦可供青年參考之用。在編輯期間，承各位執筆同仁，於百忙中蒐集資料，如期交稿，尤其張奕華教授公私忙碌之時，代為一部份之修整體裁及統一文章，私衷感激，匪可言喻。但以時間倉促，公務忙碌，遺漏錯誤之處，在所難免，尚祈海內外專家學者，不吝指教，以便於再版時修正。尤其新名詞之翻譯，深怕防礙我國科學之發展，並為普及自然科學起見，避免引經據典使用難字，而盡量採用小學三四年級學生亦可使用之淺明文字，如有不當請多加指正，則幸甚焉。

林朝棨謹識

國立臺灣大學地質學系

民國六十二年三月十二日

中山自然科學大辭典 第六冊

地球科學

目次

序

第一章 太空地質學

陳汝勳

第一節 地球在宇宙中之位置 1

第二節 太陽系之成分與起源 1

第三節 隕石 4

第四節 似曜岩類 9

第五節 月岩 10

I 單斜輝石類 11

II 橄欖石類 11

III 長石類 12

IV 鈦及鐵之氧化物 12

V 尖晶石、鉻鈦尖晶石 12

VI 二氧化矽 12

VII 單硫鐵礦 12

第六節 月岩起源說 14

I 捕獲說 14

II 分裂說 15

III 鄰近聚集說 15

IV 同時形成說 15

V 多月說 15

VI 凝聚說 15

第二章 超高層大氣學

林朝榮

第一節 序論 15

I 序言 15

II 地球大氣之探測 16

III 地球大氣 18

IV 標準大氣 23

第二節 中間層 25

I 中間層之光化學 25

II 大氣光與極光 27

III 地球大氣之運動 28

第三節 熱層 33

I 氧分子之解離 33

II 熱層中之擴散 34

III 熱層中之熱傳導 35

IV 電子溫度 37

V 熱層物質粒子分佈之觀測 38

VI 電離層 40

第四節 外氣層 41

I 外氣層 41

II 外離子層、高度電離氣體 (plasma) 層 43

III 質子層 45

IV 磁氣層 47

第三章 氣象與氣候

陳國彥

第一節 序論 54

I 氣象學之定義 54

II 氣象學之分類 54

III 氣象學發展史 55

第二節 大氣 55

I 大氣之組成 55

II 大氣之結構 55

第三節 大氣之熱力變化 57

I 大氣之熱能 57

II 熱平衡與花房效應 57

III 氣溫之分佈與變化 57

第四節 氣壓 58

I 氣壓之存在與氣壓表 58

II 氣壓之單位 59

II 氣壓系與氣壓分佈 59

第五節 濕度 60

I 蒸發與濕度 60

II 蒸發之分佈與變化 61

III 濕度之測定 61

第六節 大氣穩定度 61

I 垂直溫度變化 61

II 空氣之絕熱變化 62

III 穩定度 62

第七節 大氣之流動 63

I 作用於風之力 63

II 地轉風 63

III 梯度風 64

IV 地面風 64

V 地方風系 64

VI 龍捲風 66

VII 風之計量法 66

第八節 大氣環流 66

I 環流概論 66

II 季風 67

III 高空風 67

第九節 凝結與降水 68

I 凝結與昇華 68

II 雲 68

III 霧與能見度 69

VI 降水與露霜 70

第十節 氣團 72

I 氣團之生成 72

II 氣團之分類 72

III 氣團之特性 72

IV 中國之主要氣團與天氣 73

第十一節 鋒 74

I 鋒之一般性質 74

II 鋒之分類 74

III 鋒之特性 74

第十二節 溫帶氣旋 75

I 溫帶氣旋與低氣壓 75

II 成因與構造 75

III 氣旋之移動 76

IV 中國之氣旋 76

第十三節 反氣旋 76

I 反氣旋與高氣壓 76

II 反氣旋之分類 77

III 一般反氣旋之天氣特徵 77

IV 中國反氣旋與寒潮 77

第十四節 熱帶氣旋 77

I 熱帶氣旋之意義與發生區域 77

II 熱帶氣旋之成因與構造 78

III 熱帶氣旋之移動與危險半圓 78

IV 熱帶氣旋之分類與命名 79

V 熱帶氣旋與人類之關係 79

第十五節 天氣預報 80

I 氣象測報 80

II 天氣分析 81

III 天氣預報 82

IV 天氣歌謠 82

第十六節 氣候 82

I 氣候觀念 82

II 氣候要素 83

III 氣候因子 83

IV 氣候分類 83

V 氣候變遷 84

第四章 海洋學 陳 琴 陳汝勤

第一節 序論 84 陳 琴

I 海洋學之定義 84

II 陸地與海洋之分佈 85

III 海洋之重要性 86

IV 研究海洋學之發達史 87

第二節 海洋物理 87 陳 琴

I 序言 87

II 海水之物理性 88

III 海水性質之變易 91

IV 海洋對熱量之吸收與消耗 94

V 洋流概述 96

VI 水團與洋流 98

VII 波浪 101

VIII 潮汐 106

第三節 海洋化學 108 陳汝勤

I 概論 108

II 鹽度、氣度與pH值 109

III 海水之成分與鹽度變化 109

IV 海洋中之化學平衡 110

V 溶解氣體與碳酸鹽系統 111

VI 海水中之懸質 112

VI 海水之生物化學	113	陳汝勤
VII 海中之放射化學	115	陳汝勤
第四節 海水——一種鹽類溶液	115	陳汝勤
I 概述	115	
II 水鹽間之相互作用	116	
III 海水之物性	116	
IV 溶於海水中之氣體	117	
V 密度	117	
VI 水之密度與穩定度	118	
VII 海冰的形成	118	
VIII 海水資源	119	
第五節 海洋地形	119	陳汝勤
I 海底地形之測量	119	
II 地球之高度與深度	119	
III 海底地形區	120	
第六節 海洋地質	122	陳汝勤
I 序言	122	
II 太平洋之地質	122	
III 大西洋之地質	127	
IV 印度洋之地質	131	
第七節 海洋探勘法	133	陳汝勤
I 序言	133	
II 海洋探測船	133	
III 測深方法	133	
IV 採樣工具	134	
V 地球物理方法	135	
VI 海底表層地質探測	137	
VII 海底照相	137	
VIII 莫霍鑽探	137	
IX 我國海洋探測工作	137	
第五章 陸水學		楊萬全
第一節 序論	138	
I 陸水學	138	
II 地球上之水	139	
III 微量之陸水	140	
第二節 河川	140	
I 河川學	140	
II 流域	140	
III 水流之基本法則	143	
IV 河水之流動	144	
V 河川之搬運	148	

第三節 湖沼	149	
I 湖沼學	149	
II 湖沼之類別	149	
III 湖盆	150	
IV 湖水之物理性	151	
V 湖水之化學性	153	
VI 湖底堆積物與古湖沼學	155	
VII 湖沼之生產	155	
VIII 湖沼型	155	
第四節 地下水	156	
I 地下水之分類與性質	156	
II 地下水位	157	
III 地下水量	158	
IV 地盤下陷與地下水人工補注	160	
第五節 冰雪	161	
I 冰圈	161	
II 積雪與冰川冰	161	
III 冰川之流動	162	
IV 河冰與湖冰	162	
V 凍土	163	
第六節 陸水之水平衡	163	
I 水平衡及其現象	164	
II 流域之水平衡	165	
III 地下水之水平衡	155	
第六章 測地學及製圖學		王潤璞
第一節 序論	166	
第二節 大地控制系	167	
I 概論	167	
II 大地控制系之種類	167	
III 紹蘭、海蘭及喜蘭測距	170	
IV 衛星三角測量或三邊測量	171	
V 大地水準測量	173	
第三節 大地位置及地球形狀	175	
I 大地位置參考系統	175	
II 自球體地球至橢圓體地球	175	
III 大地水準面與橢圓體	177	
IV 大地緯度、經度及方位	177	
V 天文緯度、經度及方位與大地天文測量	178	
VI 地球之極移	179	
VII “格林威治”零子午線平面	180	
VIII 垂線偏差	180	

IX 大地水準面剖面與地球形狀 181

X 物理大地測量與地球形狀測定 182

XI 人造衛星動力應用 183

第四節 實測地圖及攝影測量 184

I 實測圖上地物及地貌之表示 184

II 地圖投影及方格網 185

III 次控制測量 186

IV 用於攝影測量之次控制測量 187

V 平板測量及地形測量 187

VI 攝影測量意義及攝影概述 188

VII 輻射交會及地圖修測 190

VIII 像片糾正 191

IX 視差、立體觀察及量測 192

X 立體測圖 194

XI 空中三角測量 195

XII 正射像片圖及自動化製圖 198

VIII 水深測量及水下攝影測量 199

XIV 月球攝影測量 200

XV 遙感技術 201

第五節 地圖編繪及地圖複製 202

I 編繪圖之種類 202

II 地圖編繪技術 203

III 地形起伏表示 204

IV 地圖清繪及影繪 205

V 地圖複製 205

第七章 地形學

石再添

第一節 序論 206

I 地形學之範疇 206

II 地形學之發達史 206

III 地形學之分類 207

IV 地形之要素 207

第二節 風化地形及崩壞地形 209

I 風化作用 209

II 風化之形態 209

III 塊體崩壞 210

IV 崩壞之類型 211

第三節 流水作用與河成地形 212

I 流水作用 212

II 河與谷 213

III 雨蝕地形 217

IV 河成地形 217

第四節 海水作用與海岸地形 222

I 海水作用 223

II 海岸地形 223

第五節 風力作用與風成地形 226

I 風力作用 226

II 風成地形 226

第六節 地下水作用與喀斯特地形 229

I 地下水作用 229

II 喀斯特地形之意義及分佈 230

III 喀斯特地形產生之條件及其演變 230

IV 喀斯特地形之特徵 230

V 非石灰質喀斯特地形 231

第七節 冰川作用和冰川地形 232

I 冰川 232

II 冰川作用 233

III 冰成地形 233

第八節 火山作用與火山地形 235

I 火山作用 235

II 火山之地形 236

III 假火山地形 238

第八章 普通地質學

陳培源

第一節 序論 239

I 定義 239

II 地質學範圍及分門 239

III 地質學研究方法 240

IV 地質學之發達史 240

第二節 地球之構造與組成物質 240

I 地球之形態與質量 241

II 地球之圈狀構造 242

III 地球之內圈 243

第三節 地震 245

I 地震之性質 245

II 地震成因——彈回學說 245

III 震源與震央 245

IV 地震波之傳播 246

V 地震之強度 246

VI 地震之大小與偵測 247

VII 世界震央之分佈(地震帶) 247

VIII 地震之災變與破壞力 248

第四節 火山作用 250

- I 火山作用與火山 250
- II 火山之噴發物質 250
- III 火山之一般構造 253
- IV 火山之成因 255
- V 後火山活動 255
- VI 泥火山 255
- 第五節 地殼運動 256
 - I 地殼運動 256
 - II 造陸運動 256
 - III 造山運動 257
 - IV 直裂運動 259
 - V 平裂運動 259
 - VI 大陸漂移及相關的學說 260
 - VII 地殼運動與造山之原因 261
- 第六節 風化與侵蝕 264
 - I 地表之陵夷與隆起 264
 - II 風化作用 264
 - III 侵蝕作用之類型 266
 - IV 山坡地之侵蝕 266
 - V 雨蝕 266
- 第七節 冰川與冰川作用 267
 - I 冰川之定義與類型 267
 - II 冰川之形成與消長 267
 - III 冰川之地質作用 (參照第五章) 269
- 第八節 河流之地質作用 (參照第五章) 271
- 第九節 地下水 (參照第五章) 271
- 第十節 海水對於陸緣之地質作用 (參照第四章) 271
- 第十一節 湖沼之地質現象 (參照第五章) 272
- 第十二節 風之地質作用 272
 - I 風之侵蝕作用 272
 - II 風之搬運作用 273
 - III 風之沉積作用 273
- 第十三節 人類與自然環境 274
 - I 洪水與防洪 274
 - II 水質改變與污染 275
 - III 其他地質災害 278

第九章 礦物學

- 第一節 緒論 279
 - I 礦物之定義 279
 - II 礦物學之歷史 280
 - III 礦物學之重要性 280

- 第二節 結晶學 280
 - I 對稱 280
 - II 晶體投影 281
 - III 結晶面、結晶軸及密勒指數 283
 - IV 結晶之度量 284
 - V 晶體之六大晶系及三十二晶類 284
 - VI X光結晶學 295
- 第三節 礦物之化學性質 299
 - I 化學成分 299
 - II 結晶化學 299
 - III 類質同形與同質異形 299
 - IV 固體溶液 300
 - V 非晶質礦物 300
- 第四節 礦物之物理性質 300
 - I 密度 300
 - II 光學性質 300
 - III 硬度 301
 - IV 磁性 301
 - V 電性 302
 - VI 表面性質 302
 - VII 放射性 302
- 第五節 礦物之生成 302
 - I 地殼之礦物組成 302
 - II 火成岩之礦物 302
 - III 沉積岩之礦物 302
 - IV 變質岩之礦物 303
- 第六節 礦物各論 303
 - I 自然元素 303
 - II 硫化物 304
 - III 氧化物及氫氧化物 305
 - IV 鹵化物 306
 - V 碳酸鹽、硝酸鹽及硼酸鹽 306
 - VI 硫酸鹽、磷酸鹽及鉍酸鹽 307
 - VII 矽酸鹽 308

第十章 地球化學

譚立平 陳汝勤

- 第一節 序論 313
 - I 理論方面 313
 - II 實際應用方面 313
- 第二節 地球化學上之分析法 314
 - I 序言 314
 - II 原子吸光法 315

- III 放射光譜法 316
- IV X線螢光法 317
- V 中子活性法 317
- VI 同位素稀釋法 318
- VII 電子探針 318

第三節 地球之構造與組成 318

- I 序言 318
- II 地球之密度 319
- III 地球內部之溫度 319
- IV 地球之帶狀構造 319
- V 地殼之成份 322
- VI 地球整體成份 323
- VII 元素之地球化學分類 324
- VIII 地球之早期歷史 324

第四節 地殼中內岩石之化學成份 326

- I 火成岩 326
- II 沉積岩 329
- III 變質岩 332

第五節 地球化學探勘 334

- I 序言 334
- II 基本原理 334
- III 微量元素之分析 335
- IV 氣體之地化探勘法 336
- V 水之地化探勘法 336
- VI 河川沉積物之地化探勘法 336
- VII 土壤地化探勘法 336
- VIII 岩石地化探勘法 337
- IX 鐵帽地化探勘法 337
- X 植物地化探勘法 337
- XI 其他地化探勘法 338
- XII 地化探勘之前途 338

第十一章 岩石學

陳汝勤

第一節 序論 339

第二節 火成岩 339

- I 岩漿 339
- II 火成岩之組織及所含物質 339
- III 火成岩之產狀 341
- IV 火成岩之分類 342
- V 火成岩各論 344
- VI 岩漿分異 347

第三節 沉積岩 348

I 沉積岩之組織 348

II 沉積岩之礦物與化學成份 350

III 沉積岩之分類 351

第四節 變質岩 353

I 壓碎岩 353

II 接觸變質岩 354

III 區域變質岩 354

第五節 花崗岩化作用與岩石循環 356

I 花崗岩化作用 356

II 岩石循環 357

第十二章 土壤學

陳培源

第一節 序論 357

I 何謂土壤 357

II 土壤學研究之對象 357

第二節 土壤之生成 358

I 風化碎屑層或表層層 358

II 土壤剖面 358

III 控制土壤發育之自然因素 359

第三節 土壤之礦物與化學成分 362

I 土壤之礦物成分 362

II 黏土礦物與黏土 362

III 土壤之化學成分 364

第四節 土壤之物理性質 365

I 顏色 365

II 組織 365

III 構造 367

IV 保持水分能力 368

V 水與空氣流通之難易 368

VI 結持性及其相關性質 369

第五節 土壤分類與土壤調查 369

I 分類系統 369

II 土壤調查與土壤圖 373

III 土類分述 374

第六節 土壤之保持與利用 377

I 土壤之侵蝕 377

II 水土保持與侵蝕之控制 378

III 土地利用分類 378

第十三章 地球物理學

潘玉生

第一節 序論 379

第二節 地球之內部構造 380

I 地球內部之姿態 380

II	由重力資料研究地球內部構造	383
III	地殼均衡與地殼之概念	383
IV	由表面波觀察之陸、海構造	385
V	關於 Mohorovičić 不連續面之研究	386
VI	地套(地函)	387
VII	地核	389
第三節 地球之磁、電性質 389		
I	地磁	389
II	發自地球內部之磁場及外來之磁場	391
III	地磁之久年變化	393
IV	地磁之向西移動	393
V	磁化石	393
VI	古地磁學	394
VII	磁極之移動與大陸飄移	394
第四節 地球內部之溫度 395		
I	地溫梯度與地殼熱流量	395
II	地球內部之熱源	395
III	陸上與海上之熱流量	396
IV	熱流量之分佈	396
V	地球內部之傳熱方式	397
VI	地球內部之溫度	398
VII	熔點分佈與上部地套	398
第五節 地球物理探勘 399		
I	石油工業與地球物理學	399
II	鑛業與地球物理學	400
III	地球物理探勘與基本科學之關係	400
IV	地球物理探勘儀器及技術之最近進展	400
V	地球物理探勘方法	401
第十四章 構造地質學 張奕華		
第一節 序論 403		
I	構造地質學之意義	403
II	構造地質學之研究主旨	403
III	構造地質學之分類	404
IV	構造地質學在地質學中之地位	404
V	構造地質學之研究法	405
第二節 地球之內部能 406		
I	重力能	406
II	旋轉能	406
III	化學能與結晶作用能	406
IV	熱能	406
V	放射能	407

第三節 岩石之構造形態 408		
I	一次構造形態	408
II	連續式二次構造形態	412
III	斷裂式二次構造形態	418
IV	岩石內部結構之變易	426
V	構造形態之結合	430
第四節 造構運動之類型 436		
I	序言	436
II	類型之區分	436
第五節 世界之構造帶 437		
I	安定地塊	437
II	變動地塊	441

第十五章 堆積學

周瑞燦 林朝榮

第一節 序論 453 林朝榮		
I	堆積學	453
II	堆積學之現狀與將來	453
第二節 古堆積區 455 林朝榮		
I	堆積區中之堆積物形成條件及生物生成條件	455
II	古堆積區之水文學	457
第三節 堆積作用 467 林朝榮		
I	堆積物供應區——陸地	467
第四節 成岩作用 477 周瑞燦		
I	壓密作用	477
II	填充作用	477
III	膠結作用	477
IV	再結晶作用	477
第五節 堆積相 477 周瑞燦		
I	地層用語	477
II	堆積相之表示	478
III	堆積岩之組織	478
IV	堆積構造	485
V	岩相	493
VI	生物相	495
VII	堆積層之發展	496
第六節 堆積環境 499 林朝榮		
I	堆積環境之生成要素	499
II	堆積區域與堆積環境	499
III	氣候條件與堆積環境	503
第七節 海水準升降與堆積岩生成作用 505 林朝榮		
I	海水準變動與堆積作用	505
II	循環堆積	506

- 第八節 地殼變動與堆積岩之生成作用 508 林朝榮
- I 造山運動與堆積作用 508
- II 地殼運動與碎屑岩 509
- 第九節 堆積作用之地史演化 511 林朝榮
- I 序言 511
- II 鐵化合物之地史演化 511
- III 鈣鎂碳酸鹽之地史演化 515
- 第十六章 古生物學** 林朝榮 張奕華
- 第一節 序論 517 林朝榮 張奕華
- I 古生物學之定義 517
- II 內容及範圍 517
- III 化石 518
- IV 化石與變形 518
- V 種與自然分類 518
- VI 動物之進化與宗族之興亡 519
- VII 化石之研究 519
- 第二節 海綿動物 520 張奕華
- I 序言 520
- II 構造 520
- III 分類及地質分佈 521
- 第三節 腔腸動物 522
- I 珊瑚綱 522 張奕華
- II 層孔蟲類 524 林朝榮
- 第四節 苔蘚動物 524 林朝榮
- 第五節 腕足動物 525 張奕華
- I 序言 525
- II 殼之形狀與構造 526
- III 分類與地質上之分佈 527
- 第六節 軟體動物 528 張奕華
- I 斧足綱 528
- II 腹足綱 530
- III 頭足綱 532
- 第七節 棘皮動物 535 張奕華
- I 海林檎綱 535
- II 海百合綱 535
- III 海蕾綱 536
- IV 海膽綱 537
- 第八節 節肢動物 538 張奕華
- I 三葉蟲綱 538
- II 甲殼綱 540
- 第九節 原索動物門之半索亞門筆石綱 541 張奕華
- 第十節 脊椎動物 545 張奕華
- I 魚綱 545
- II 兩棲綱 546
- III 爬行綱 548
- IV 鳥綱 553
- V 哺乳綱 554
- 第十一節 植物 556 張奕華
- I 菌藻植物 556
- II 蘚苔植物 557
- III 羊齒植物 557
- IV 裸子植物 558
- V 被子植物 559
- 第十二節 古生痕學 559 林朝榮
- I 定義 559
- II 足痕 560
- III 座痕化石 561
- IV 排泄物之化石 561
- V 掘穿活動之化石 561
- VI 損傷之生痕化石 562
- VII 藉生痕化石所復元之古生態 562
- VIII 生痕化石之產狀 563
- 第十三節 微體古生物學 563 林朝榮 張奕華
- I 序言 563
- II 微體古生物之研究法 564
- III 始先生物 565
- IV 微體古植物 568
- V 微體古動物 576
- 第十四節 超微體古生物學 592 林朝榮
- I 序言 592
- II 超微體化石之產狀 593
- III 超微體化石之採集法 594
- IV 現生超微體浮游生物 594
- V 試料之精製法 594
- VI 光學顯微鏡之觀察法 594
- VII 電子顯微鏡之觀察法 596
- 第十五節 巨體古生物學 597 林朝榮
- I 巨體化石 597
- II 野外工作 598
- III 室內工作 598
- IV 復元 598
- 第十七章 地質年代學** 林朝榮
- I 序言 603

I 地層時代之區分 604
 II 年代決定 610

第十八章 地史學及區域地質學 林朝榮

第一節 序論 626
 第二節 前寒武代 627
 I 序言 627
 II 歐洲之前寒武界 631
 III 亞洲之前寒武界 637
 IV 北美洲之前寒武界 645
 V 非洲之前寒武界 651
 VI 澳洲之前寒武界 661
 VII 南美洲之前寒武界 663
 VIII 前寒武代之氣候 665
 IX 前寒武代之生物界 666
 第三節 古生代前期 670
 I 序言 670
 II 古生代前期之堆積物 672
 III 古生代前期之生物群 673
 IV 古生代前期之古地理與地殼運動 678
 第四節 古生代後期 680
 I 序言 680
 II 古生代後期之堆積物 685
 III 古生代後期之古生物群 686
 IV 古生代後期之氣候 698
 V 古生代後期之古地理與地殼運動 699
 第五節 中生代 703
 I 序言 703
 II 中生代之堆積物 706
 III 中生代之古生物 707
 IV 中生代之氣候 717
 V 中生代之古地理與地殼變動 717
 第六節 新生代 722
 I 序言 722
 II 第三紀之古生物 724
 III 第三紀之氣候 736
 IV 第三系之分佈與第三紀之地殼運動 737
 V 第四紀概說 741
 VI 第四紀之氣候變化 741
 VII 第四紀之海水準變動 745
 VIII 全新世之冰床後退 747
 IX 第四紀新構造運動 749

X 第四紀之生物界 750
 XI 人類出現與發展 754

第十九章 礦床學 譚立平

第一節 礦床學之發展 768
 第二節 組成礦床之物質及其生成 769
 I 組成礦床之物質 769
 II 礦床之形成 770
 III 成礦期與成礦區 771
 第三節 礦床之控制 771
 I 構造之控制 771
 II 火成岩 771
 III 帶狀分佈與共生次序 772
 IV 地質溫度計 772
 第四節 地質作用與礦床之關係 773
 I 岩漿作用 773
 II 熱液作用 773
 III 沉積作用 774
 IV 蒸發作用 774
 V 變質作用 774
 VI 風化與殘留作用 774
 VII 機械集中作用 774
 VIII 氧化作用及表生富化作用 774
 第五節 礦床之分類 775
 第六節 鐵及鐵合金礦床 776
 I 鐵 776
 II 錳 777
 III 鎳 777
 IV 鈷 777
 V 鉻 777
 VI 鎢 777
 VII 鉬 778
 VIII 釩 778
 第七節 卑金屬礦床 778
 I 銅 778
 II 鉛 779
 III 鋅 779
 IV 汞 778
 V 錫 779
 第八節 貴金屬礦床 780
 I 黃金 780
 II 銀 780

- II 鉑 781
- 第九節 輕金屬礦床 781
 - I 鋁 781
 - II 鎂 781
 - III 鈦 781
- 第十節 鈾及釷 781
 - I 鈾 781
 - II 釷 782
- 第十一節 工業用岩石礦床 782
 - I 砂石 782
 - II 石灰岩與大理岩 783
 - III 磷灰岩 783
 - IV 輕石料 783
 - V 白雲岩 784
 - VI 黏土 784
 - VII 玻璃砂 784
 - VIII 石英岩 784
 - IX 板岩 785
- 第十二節 工業用礦物 785
 - I 石棉 785
 - II 硫黃及黃鐵礦 785
 - III 石膏 785
 - IV 鉀礦物 785
 - V 其他較重要之工業礦物 785
- 第十三節 寶石礦物 786
- 第十四節 煤 787
 - I 煤之成分 787
 - II 煤之生成 787
 - III 煤之種類 787
 - IV 我國之煤礦 788
 - V 臺灣之煤礦 788
- 第十五節 石油及天然氣 788
 - I 油與氣之化學成分 789
 - II 石油之來源 789
 - III 油與氣之積儲 789
 - IV 石油之探勘方法 789
 - V 我國之石油 790

第二十章 野外地質學

周開經

- 第一節 觀察與收集數據及樣品 790
 - I 野外地質之基本方法與目的 790
 - II 野外工作之籌劃 791

- II 基本之野外設備 791
- IV 地質記錄 791
- V 岩石樣品之採集 792
- VI 化石之採集 792
- VII 標本之編號與標記 793
- 第二節 羅盤儀、傾斜儀及手式水平儀之用法 793
 - I 布倫頓羅盤儀 793
 - II 羅盤測方位法 794
 - III 羅盤方位之磁偏角 794
 - IV 傾斜儀測直直角法 794
 - V 走向及傾斜之測量 795
- 第三節 繪地質資料於底圖上 796
 - I 於底圖上安置野外數據 796
 - II 作導線以定地質事象之位置 797
 - III 以氣壓計(高度計)定地質事象之位置 797
 - IV 底圖上應繪之事象 797
 - V 地圖中之岩石單位 798
 - VI 繪製岩石單位間之接觸地圖 798
 - VII 露頭地圖法 799
 - VIII 斷層之追查與繪圖 799
 - IX 勘查地圖作法 799
- 第四節 沉積岩之野外地質 800
 - I 岩性單位與時間——地層單位 800
 - II 沉積岩之描述與命名 800
 - III 層及有關之構造 801
 - IV 不整合 801
 - V 岩層之頂面與底面 801
 - VI 地層斷面測量 802
- 第五節 火山岩之野外地質 802
 - I 火山岩序與不整合 802
 - II 火山岩之地圖單位 802
 - III 熔岩之構造 802
- 第六節 深成火成岩之野外地質 803
 - I 深成火成岩之地圖單位 803
 - II 深成單位之接觸 803
 - III 包體及相關構造 803
- 第七節 變質岩之野外地質 804
 - I 變質岩之地圖單位 804
 - II 變質前之岩性 804
 - III 層序 804
- 第八節 地質報告之撰述 805
 - I 報告之內容 805

- Ⅱ 報告正文 805
- Ⅲ 地質圖 806
- Ⅳ 地質橫斷面 806
- Ⅴ 地層圖解 806

附錄

- 1 一般地質工作所需配備 808
- 2 剖面圖用岩性符號 809
- 3 地質圖符號 810

第二十一章 中國地質

李英林

- 第一節 序論 813
- 第二節 地層 814
 - I 中國地層之分類 814
 - Ⅱ 中國地史時期地層之特點 850
- 第三節 構造 877
 - I 中國大地構造發展之特點 877
 - Ⅱ 中國地史時期區域構造之特徵 883
 - Ⅲ 中國之古地理 888
- 第四節 礦產 889
 - I 中國之金屬礦產 889
 - Ⅱ 中國之非金屬礦產 890
- 第五節 中國地質工作之展望 894

第一章 太空地質學(Astrogeology)

第一節 地球在宇宙中之位置

地球為太陽系 (solar system, or sun system) 之一單位。而太陽系則係由恒星 (fixed star)、行星 (planet)、衛星 (satellite)、小游星 (asteroid)、彗星 (comet) 及隕石 (meteorite) 所組成, 同時亦係構成銀河系 (galaxy or milky way system) 之一單位。在太陽系中, 太陽為惟一之恒星, 至行星則按水星 (Mercury)、金星 (Venus)、地球、火星 (Mars)、木星 (Jupiter)、土星 (Saturn)、天王星 (Uranus)、海王星 (Neptune)、冥王星 (Pluto) 之順序繞太陽運行, 且各有若干個衛星。小游星為介於火星與木星間之物質, 與隕石之關係十分密切。彗星可能係由一群隕石質之固體粒子所組成, 其成份僅能由光譜中獲得一些線索。當接近太陽時, 彗星則由本身所含之氣體產生髮狀光芒。隕石為太空地質之關鍵所在, 一般相信其可代表太陽系之平均化學成份 (非揮發性元素), 至詳細情形俟容后敘述。

銀河系狀如透鏡, 直徑約七萬光年 (一光年約等於 10^{13} 公里), 其中含有一千億以上之星球, 太陽本身僅係銀河系中之一星球而已。除了銀河系外, 尚有若干大小相似之銀河系散佈在浩瀚的太空中, 特稱之為外銀河星雲 (extragalactic nebulae)。其距吾人最近者亦在一百萬光年以上。測定星雲之光譜時, 曾發現有紅色位移 (red shift) 之現象, 故多認為整個宇宙係在膨脹之中, 蓋此紅色位移乃星雲移動時所產生之都卜勒效應 (Doppler effect) 也。此種宇宙膨脹學說 (expansion theory of cosmos) 目前仍處於推測之階段。

宇宙膨脹學說認為整個宇宙仍在廣泛發育之中, 最初之宇宙係“集中於一點”, 或整個宇宙之物質集中於極小之範圍內, 其後乃逐漸膨大。基於若干膨脹速率之假說推斷, 宇宙年齡約為一百一十億年。

第二節 太陽系之成份與起源

整個太陽系大致為一封閉系統 (closed system),

除太陽內之氫轉變成氦及各星球上之放射性元素蛻變外, 其他成份與最初生成時完全相同。茲將地質編年 (geological chronology) 上較重要的放射性元素列於表 1。

表 1-1 地質編年上常用之放射性元素

母元素	半衰期 (年)	終極產物
U^{238}	4.5×10^9	$Pb^{206} + 8He^4$
U^{235}	7.1×10^8	$Pb^{207} + 7He^4$
Th^{232}	1.4×10^{10}	$Pb^{208} + 6He^4$
Rb^{87}	5.1×10^{10}	Sr^{87}
K^{40}	1.3×10^9	Ar^{40}, Ca^{40}

太陽系形成的時間, 可藉放射性元素決定。在鉛之同位素 ($Pb^{204}, Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}$) 中, 僅 Pb^{204} 非由放射性元素蛻變而成, 故其含量應與最初生成時一致

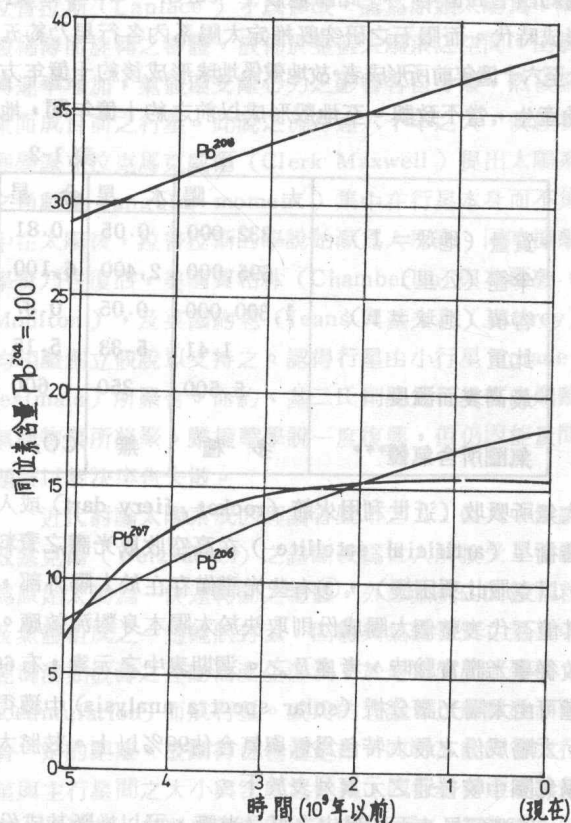


圖 1-1 鉛同位素隨時間之改變。