

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

中山學術文化基金會董事會 出版授權與人

臺灣商務印書館 出版者

中山自然科學大辭典

第六冊

地球科學

王 雲 五 名譽總編輯

李熙謀 (常務) 鄧靜華 易希陶 編輯委員會召集人

林 朝 榮 本冊主編

中山學術文化基金會董事會 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

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

地球科學爲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。

按地球本爲萬物之所由生，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，亦莫不爲地球所供應者。

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，均爲吾人所不可或缺者。然以其所包括之範圍既廣且大，而實體之試驗更爲困難，以致在發展過程上，自較其他科學爲遲。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，深知地球科學爲國計民生命脈之所繫。此次受命爲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。爲紀念 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，而內心更至爲惶恐。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 榮 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

陳汝勤

- 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、鎢鈦尖晶石 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

III 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、氯度與 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	
Ⅶ 海中之放射化學	115	
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
 XIII 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、磷酸鹽及鎢酸鹽	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	風化碎屑層或表屑層	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 構造運動之類型	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		周瑞燉	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		周瑞燉
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		周瑞燉
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 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 切面圖用岩性符號 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)，至詳細情形俟容後敘述。

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

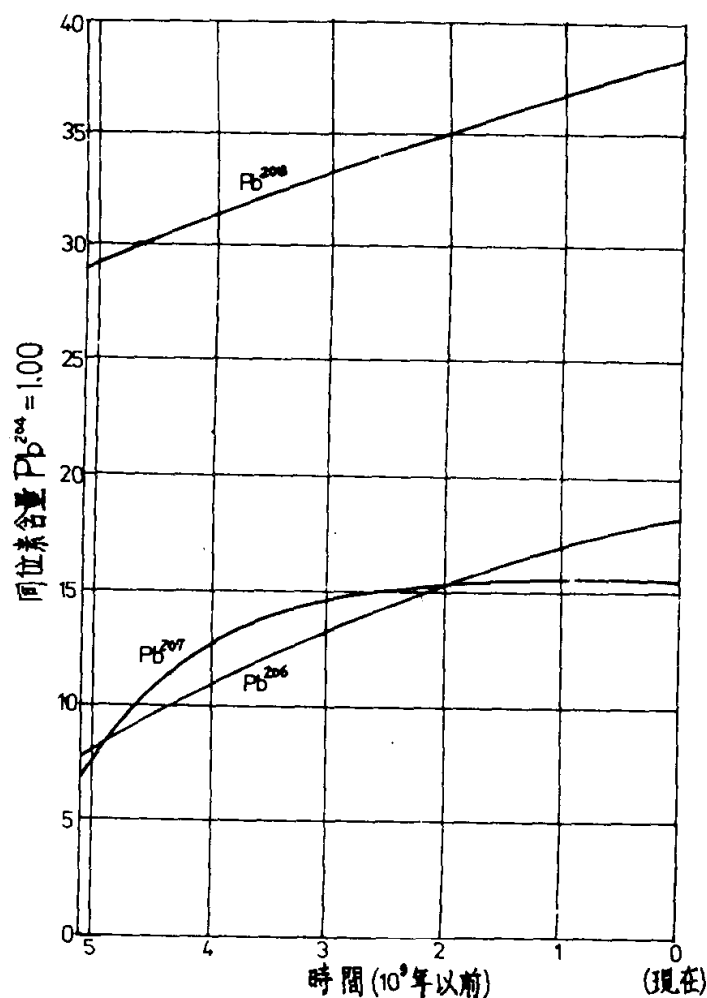


圖 1-1 鉛同位素隨時間之改變。