

中等專業學校教材試用本

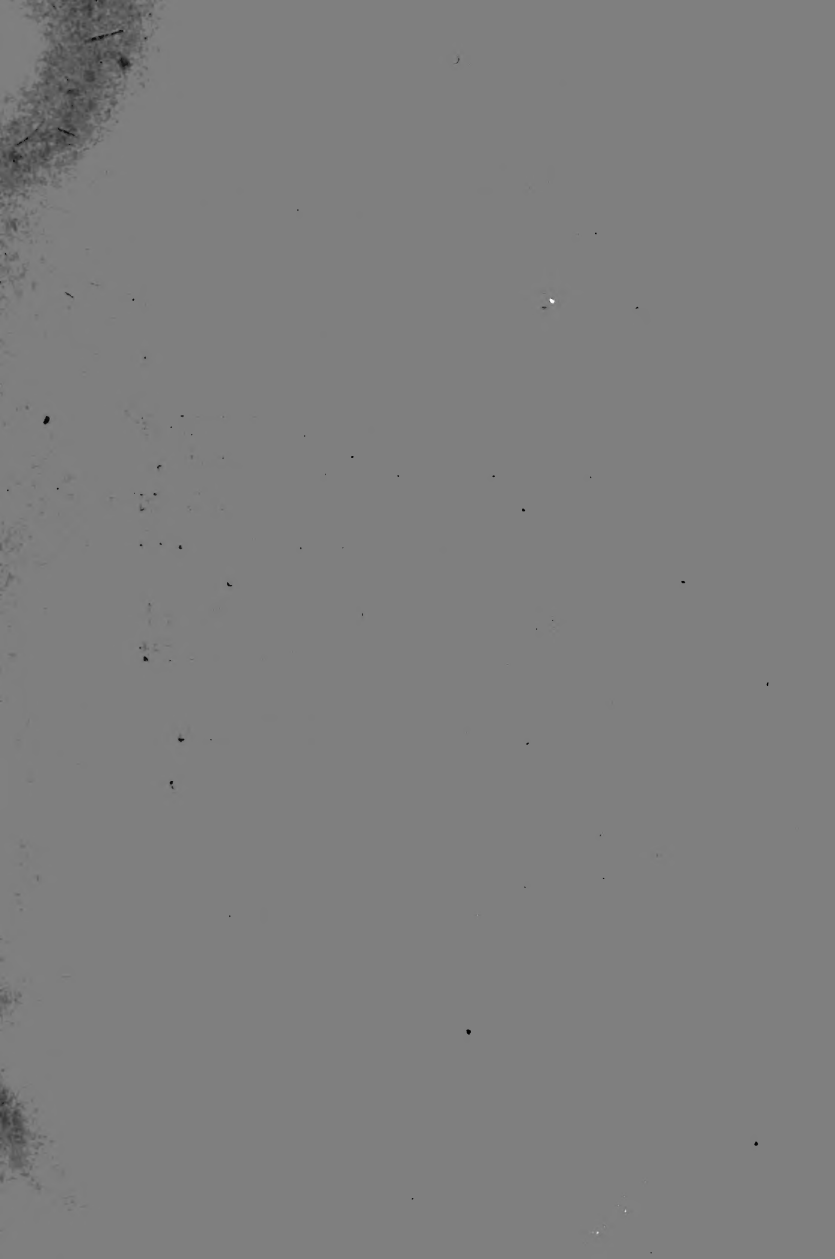
古生物地史學

孫雲鑄 張席禔 郝詒純
楊遵儀 徐 仁 周明鎮
等 著



地質出版社





中華人民共和國地質部教育司推荐 中等地質学校教材試用本說明

編寫适当教材是提高教學質量的基本環節之一。为此，我司在有关各方面大力协助之下，編寫一批中等地質学校專叶教材試用本，陸續由地質出版社出版。

本書系約請孙云鑄同志主編，参加編寫的還有張席禔、郝詒純、楊遵儀、徐仁、周明鎮等同志，根据地質部中等地質学校古生物地質学教學大綱編寫的。可供礦產地質、勘探、鑽探、水文地質、地球物理探礦及化学分析等專叶的試用教材。

我們希望使用本書的教師和技術幹部門，對本書廣泛地認真地提出修正意見，以作为再版修訂時參考。

中華人民共和國地質部教育司

中等專業學校教材試用本

古生物地史學

孫雲鑄 張席提 郝翰純
楊遵儀 徐 七 周明鏡
等 著



地質出版社

1956·北京

中科院植物所圖書館



S0004146

本書是根据中等技術学校教学大綱編寫而成。曾由内部發行，在各校試用过一年。此次出版是將古生物学及歷史地質学兩册合成一册，並經過修改和补充。

在內容方面：包括十四章，分成兩篇：第一篇簡單扼要地描述了原生、腔腸、蠕虫、苔蘚、腕足、棘皮、節足、軟体动物門及脊索动物門和植物；在第二篇的地史学中，首先提出研究地史学的方法，其次說明地球發展的几个主要时期及現代地殼的構造，最后敘述各紀沉積情况、地層划分和所含的标准化石。

为了帮助讀者了解和記憶，以便在实际工作中应用本書有180个插圖及43个圖版。

本書除可供中技学生作教科書外，其他如高等學校的学生及地質技術人員亦可作为参考之用。

本書由孙云鑄同志主編，參加編寫的還有張席禔、楊遵儀、徐仁、郝詒純、周明鎮五位同志。由朱謹初、榮灵璧、孔亮志、張毓崧四位同志校訂。

書号0181 古生物地史学 220千字

著者 孙云鑄 張席禔 郝詒純
 楊遵儀 徐仁 周明鎮

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街3号
北京市書刊出版業營業許可証出字第零伍零号

發行者 新華書店

印刷者 地質印刷厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

印数(京)7001—9000册 一九五五年八月北京第一版
定价(8)1.53元 一九五六年三月第三次印刷
开本31"×43¹¹/₂₅" 印張10¹/₂ 插頁3

目 錄

第一篇 古生物学

第一章 緒 論	17
第一節 古生物学在地質学發展上的作用及其对地質勘探工 作的重要性	17
第二節 化石的保存方式和類型	18
一、遺体保存	18
二、模型	18
三、足印	18
四、洞穴、管	18
五、糞石	18
第三節 分類的原則	19
第四節 化石的垂直和水平（地理）的分佈	19
一、化石垂直（地質）的分佈	19
二、化石水平（地理）的分佈	20
第五節 各門和綱的概述	22
第二章 原生動物、海綿動物和腔腸動物	23
第一節 原生動物	23
一、一般特徵	23
二、殼的生成	24
三、紡錘虫的生活環境和它在造岩上所起的作用	27
四、紡錘虫科的地質分佈	28
第二節 海綿動物	28
一、石海綿綱	28
二、六軸海綿綱	29
三、鈣質海綿綱	29
第三節 腔腸動物	31

一、層孔虫綱	31
二、筆石綱	31
三、珊瑚綱	35
第三章 蠕形動物、苔蘚動物和腕足動物	45
第一節 蠕形動物	45
第二節 苔蘚動物	46
第三節 腕足動物	48
一、腕足動物的軟体構造	49
二、腕足動物的外殼	49
三、腕足動物的分類	52
四、腕足類的地質分佈	56
第四章 棘皮動物和節肢動物	57
第一節 棘皮動物	57
一、海百合綱	57
二、海林檎綱	60
三、海蕾綱	61
四、海胆綱	62
五、棘皮動物的地質分佈	63
第二節 節肢動物	63
一、甲殼綱	63
(一) 三葉虫亞綱	64
(二) 切甲亞綱	64
(三) 軟甲亞綱	64
二、腿口綱	64
三、蜘蛛綱	64
四、多足綱	64
五、昆虫綱	64
第五章 軟体動物	71
第一節 瓣腮綱	71
一、瓣腮類和腕足類兩種殼的對比	72
二、瓣腮綱的分類	72

三、瓣腮綱的地質分佈	75
第二節 腹足綱	75
一、螺殼構造	75
二、分類的根據和分類	76
三、腹足綱的地質的分佈和意義	79
第三節 頭足綱	79
一、概要和構造	79
二、分類的標準和分類	80
三、頭足綱的地質的分佈和地層的意義	88
第六章 脊索動物門	89
一、脊索動物概要和脊椎動物亞門	89
二、脊椎動物的分類	90
三、脊椎動物各綱一般特徵和地質的分佈	90
第一節 圓口綱	90
第二節 魚綱	91
第三節 兩棲綱	93
第四節 爬行動物綱	94
第五節 鳥綱	97
第六節 哺乳動物綱	98
第七章 植 物	103
第一節 植物的一般概念和分類	103
第二節 藻菌植物門和苔蘚植物門	103
第三節 蕨類植物門	105
一、裸蕨綱	105
二、石松綱	105
三、節蕨綱	106
四、真蕨綱	107
第四節 種子植物門	110
一、裸子植物綱	110
二、被子植物綱	115
第五節 植物的地質的分佈	115

第二篇 歷史地質學

第一章 地史學的研究方法	117
第一節 確定地史的方法	117
一、研究地史學的目的和方法	117
二、沉積岩和火成岩的接觸關係	118
三、應用古生物方法鑑定地層年代	118
四、生物羣一般的概念	120
第二節 地史的劃分和生物的分佈	121
一、地史的劃分概念	121
二、標準化石的概念	123
三、生物地理區和生物生態的分類	123
(一) 生物地理區	123
(二) 動植物生態的分類	124
(三) 動物羣和植物羣	124
第三節 海相和陸相沉積	125
一、海相沉積和變化	125
二、沉積相和構造	127
第四節 地層對比和古地理	128
一、地層對比和方法	128
(一) 動物羣發生的程序	129
(二) 建造的界綫	129
(三) 沉積的形成	129
(四) 侵入體及其和礦脈的關係	129
二、古地理圖	130
(一) 古地理圖	130
(二) 生物海洋區問題	130
第二章 地球發展的幾個主要時期	132
第一節 行星地球發展的最古時期	132

一、三類學說	132
(一) 星雲學說	132
(二) 潮汐學說	132
(三) 固體學說	132
二、施密特學說基本內容	132
(一) 地球的年齡	133
(二) 熱的過程	133
(三) 山脈形成的問題	133
(四) 結語	134
第二節 地殼和水圈的形成	134
一、地殼的形成	134
二、水圈的形成和韋格納大陸漂流學說的批判	135
第三節 生物的起源	136
一、生命是甚麼?	136
二、生命發展前一階段	136
第四節 生物發展的初期和生物進化的一般過程	138
一、生物發展的初期	138
二、生物進化的一般過程	139
第三章 現代地殼的構造	141
第一節 地台區和地槽區的概念	141
一、地台區、地槽區和過渡區	141
二、地槽區的一般特徵	142
三、地台區的一般特徵	142
第二節 褶皺構造及其與地槽有關的發展歷史	143
一、前震旦紀運動	145
二、加里東運動	145
三、海西運動	146
四、燕山運動	146
五、喜馬拉雅運動	146
六、現代地殼構造圖	147
第三節 地台區的特點	147
一、地殼運動	147

二、沉積厚度	147
三、構造要素	148
四、雙層構造	148
五、地台變動的類型	149
第四章 前寒武紀的沉積和前寒武紀的歷史	150
第一節 前寒武紀一般特徵	150
一、前寒武紀的特徵	150
二、前寒武紀劃分的根據	150
三、前寒武紀劃分問題	151
第二節 前震旦紀	152
一、前震旦紀一般概念	152
二、前震旦紀的岩層和變質作用	152
三、前震旦紀的構造旋迴	152
四、前震旦紀的劃分問題	153
第三節 震旦紀	154
一、震旦紀一般概念	154
二、前震旦紀地台	155
第四節 前寒武紀的礦產	156
第五章 古生代	158
第一節 古生代的總述	158
第二節 寒武紀	159
一、一般概要	159
二、生物羣和標準化石	160
三、寒武紀沉積和地層的劃分	161
(一) 寒武紀沉積	161
(二) 寒武紀地層的劃分	161
第三節 奧陶紀	162
一、一般概念	162
二、動物羣和標準化石	169
三、奧陶紀沉積和地層的劃分	170
第四節 志留紀	176

一、志留紀一般概念	176
二、動物羣和標準化石	177
三、志留紀的沉積旋迴和地層的劃分	178
(一) 沉積旋迴	178
(二) 地層的劃分	184
第五節 加里东運動及其發展的範圍	184
第六節 泥盆紀	186
一、一般概念	186
二、生物羣和標準化石	186
三、泥盆紀沉積和地層的劃分	188
第七節 石炭紀	197
一、一般概念	197
二、生物羣和標準化石	197
(一) 生物羣	197
(二) 標準化石	199
三、石炭紀的沉積和地層的劃分	200
(一) 沉積和礦層	200
(二) 地層的劃分	200
第八節 二疊紀	207
一、一般概況	207
二、生物羣和標準化石	208
三、二疊紀沉積和地層的劃分	209
第九節 海西運動和海西褶皺帶的形成	218
一、海西運動和分佈	218
二、海西運動的分期	218
三、海西火成岩的活動和礦產	219
四、中生代初期的地台和地槽構造	219
第六章 中生代	220
第一節 三疊紀	220
一、一般概念	220
二、三疊紀生物界和標準化石	221
三、三疊紀的沉積和地層的劃分	222

第二節 侏羅紀	231
一、一般概念	230
二、侏羅紀生物界和標準化石	231
三、侏羅系的沉積和地層的劃分	232
第三節 白堊紀	236
一、一般概念	236
二、白堊紀的生物界和標準化石	237
三、白堊紀的沉積和地層的劃分	238
四、白堊紀地殼運動和礦產	239
第七章 新生代	243
第一節 一般概要	243
一、新生代的分期與劃分歷史	243
二、生物界概況	245
第二節 古第三紀	246
一、沉積類型	246
二、生物羣和標準化石	248
第三節 新第三紀	249
一、中新統	249
二、上新統	249
三、第三紀末期及第四紀地文期	250
第四節 第四紀	252
一、泥河灣期或三門期堆積	252
二、周口店期堆積	252
三、黃土期	253
四、人類化石與舊石器	254
五、第四紀冰川和氣候	255
第五節 喜馬拉雅運動和火山活動	256
第六節 新生代沉積礦產	258
結束語	266

插 圖

圖次	圖	名	頁數
1		性狀分歧	20
2		動物界發展系統樹	21
3		單房有孔虫	23
4		多房有孔虫	24
5		抱球虫	25
6		連球虫	25
7		假希氏蠆	26
8		紡錘虫蠆	26
9		新希氏蠆	27
10		海綿骨針	29
11		單体海綿構造	29
12		古盃海綿	30
13		筆石的構造	32
14		網筆石	32
15		樹筆石	33
16		对筆石	34
17		四筆石	34
18		八筆石	34
19		葉筆石	34
20		劍筆石	35
21		單筆石	35
22		耙筆石	35
23		弓筆石	35
24		單体珊瑚的外形	36
25		複体珊瑚的切面	37
26		扭心珊瑚示四射珊瑚的構造	38
27		盃珊瑚和骨骼的構造	38
28		石柱珊瑚	38

29	蛛網珊瑚	39
30	中板珊瑚	39
31	泡沫珊瑚	39
32	鞋珊瑚	40
33	六射珊瑚	41
34	日孔珊瑚	42
35	蜂窩珊瑚	42
36	鏈珊瑚外形	42
37-38	刺毛珊瑚	43
39	蠕形動物的結構	45
40	沙蠶	45
41	環虫的咀嚼器	46
42	虫管	46
43	現代苔蘚動物結構	47
44	同孔苔蘚虫羣體的縱切面	47
45	笛管苔蘚虫	47
46	網格苔蘚虫	48
47	腕足動物的外殼	48
48	舌貝構造	49
49	海杓貝外殼縱切面	49
50	腕足動物殼形	50
51	腕足動物外殼紋飾	50
52	腕足動物(石燕類)外殼	51
53	腕足動物外殼莖孔附近的構造	51
54	腕足類的腕骨	52
55	頂孔貝	53
56	正形貝	53
57	蕉葉貝	53
58	五房貝	54
59	雲南貝	54
60	鵝頭貝	55
61	中國石燕	55

62	無孔貝	55
63	海百合結構	58
64	毳百合	59
65	石蓮	59
66	中國海林檎	60
67	刺球海林檎	61
68	五边海蕾	61
69	半头帕海胆	62
70	小蛸枕	62
71	三葉虫各部構造	65
72	雷氏三葉虫	66
73	刺尾三葉虫	67
74	蝙蝠三葉虫	68
75	光甲三葉虫	68
76	費氏三葉虫	69
77	鏡眼三葉虫	69
78	球接子	69
79	瓣腮類的構造	72
80	彎楯蛤	72
81	牡蠣	73
82	快樂蛤	73
83	三角蛤	74
84	厚齒蛤	75
85	腹足類切面圖	76
86	肋螺	76
87	神螺	77
88	寬臍螺	77
89	紡錘螺	77
90	刺塔螺	77
91	錐螺	78
92	軟舌螺和觸角石	78
93	平捲螺	78

94	直角石殼的構造	80
95	內角石	82
96	珠角石	82
97	黃河角石	83
98	海神石	84
99	尖稜菊石	84
100	腹稜菊石	85
101	鋸菊石	85
102	粗菊石	86
103	鈎菊石	86
104	箭石構造	87
105	擬箭石	87
106	缸魚	88
107	魚鱗的類型	91
108	魚尾的類型	92
109	翼甲魚和溝鱗魚	92
110	狼翅魚	92
111	中脰魚	93
112	二齒獸	95
113	祿丰龍	96
114	盤足龍	97
115	原始哺乳類及瘤形齒	98
116	哺乳類頭骨類型	99
117	馬的演化(由五趾到單趾)	99
118	偶蹄類及奇蹄類下肢	100
119	雷獸	102
120	聚環藻	104
121	元裸蕨再造圖	105
122	鱗木再造圖	106
123	鱗木	106
124	封印木	107
125	蘆木再造圖	107

123	輪葉	107
127	楔葉	108
128	擬托弟蕨	108
129	錐葉蕨	109
130	格脈蕨	109
131	類烏蕨	110
132	樺羊齒	111
133	網羊齒	111
134	大羽羊齒	112
135	本內蘇鉄	113
136	苛得狄	113
137	拜拉	114
138	高枝杉	114
139	蘇鉄杉	114
140	侵入接觸	118
141	沉積接觸	118
142	古生物的連續	119
143	古生物的間斷	119
144	海洋深度及生物區	124
145	地槽區沉積的厚度	125
146	海進層	127
147	潮濕平原各種沉積類型綜合圖	128
148	三角洲沉積構造	128
149	在顯微鏡下所見的凝聚體小滴	137
150	迅速長成着的具有複雜結構的凝聚體小滴	137
151	過渡區沉積的情況	141
152	多旋迴造山運動演化的一般過程	144
153	世界構造地圖(插頁)	
154	雙層構造	148
155	北美前震旦系	153
156	山西方山圪坨鎮至漢高山剖面	154
157	雲南東部震旦系假想剖面	154

158	華北震旦系的對比	157
159	雲南宜良至可保村下寒武系剖面	163
160	遼陽烟台當十嶺寒武紀地層剖面	163
161	開平盆地奧陶紀剖面	170
162	雲南曲靖妙高山剖面	179
163	宜昌羅惹坪志留紀剖面	179
164	英國西南泥盆紀沉積示岩相的變化	188
165	廣西北部融縣泥盆紀剖面示加里東運動	188
166	雲南婆兮泥盆紀剖面	189
167	雲南保山何元寨到陳家寨泥盆紀剖面	190
168	上石炭紀古地理	198
169	中國南北中石炭紀至二疊紀地層想像圖	201
170	南京黃龍山石炭二疊紀剖面	201
171	烏拉爾地槽及俄羅斯地台二疊紀時沉積情況意想圖	209
172	南京青龍山剖面	209
173	昆明西山石炭二疊紀剖面	210
174	西歐三疊系岩相的變化	222
175	德國南部三疊系和侏羅系一般剖面	223
176	四川、鄂西盆地的三疊系	224
177	德國南部Alb山侏羅系	230
178	甘肅平涼二道溝剖面	233
179	華北新生代晚期地層綜合剖面	258
180	上新世(新第三紀)古地理	260

第一篇 古生物学

第一章 緒 論

第一節 古生物学在地質学發展上的作用及其对地質勘探工作的重要性

古生物学外文的名称是用 Palaeo (古), ontos (生) 和 logos (学科) 三個希臘字組合而成。古生物学是研究各地質時期岩層中動植物的遺体和遺跡。根據生物進化原理, 找出它們發展的規律性, 再將古生物的地質和地理的分佈規律性应用到有用礦產勘探方面上。

古生物是以化石為研究的对象。〔化石〕一名是从拉丁字 Fossilis 字源而來, 它的意思就是由地下發掘出來的東西。

偉大的苏联科学創始人 M.B. 羅蒙諾索夫是了解化石形成原因的第一人。他的觀點超过他所处的時代, 並認為石油是由有机物的殘渣(泥炭) 在地溫影响下經過分解而造成的。在他的名著〔論地層〕中, 闡明了地殼緩慢升降運動的概念, 这就奠定了古生物学和地史学的基礎。

古生物学是一門具有實際意義的獨立学科, 也就是地史学的基礎。根據不同化石類型就能定出各個地質時期的不同沉積岩相, 同時標準化石本身也就能標誌着地層層位和時代。它对含礦岩層的对比和礦床的成因可起很大作用。

我們古生物工作者的任務是: 勘探祖國礦產資源的儲藏量以便保證國民經濟計劃的完成。我國地大物博具有極其有利的地質條件; 因

此，首先需要開展和擴大地質測量工作，以便給普查找礦工作、資源勘探工作奠定基礎。地質圖的測繪要靠地層的研究和劃分。地質劃分愈詳細，找礦工作就愈有把握；而區域地層對比和岩相分析工作又必需以化石鑑定的結果爲根據。因此，古生物学又是研究區域地質的基礎。

第二節 化石的保存方式和類型

動植物的遺體是由有機物質和礦物質所組成。有機部分又分爲具有生机的肉纖維和無机的外膜或殼（如甲殼類的幾丁質外皮）。礦物質部分，如軟體動物的殼極易保存。保存環境也起很大作用；生物埋藏得愈快，就能使生物和外面空氣隔絕得愈快，這是促成化石保存極其有利的條件，如淺海相的筆石頁岩和火山灰中木化石等。

化石分爲下列五種類型：

一、遺體保存

- (一)動植物有機體的保存，如琥珀。
- (二)動植物礦物質的保存，如介殼和骨骼。

二、模型

- (一)內膜和外膜：例如，軟體動物斧足類所造成的兩種模型。內膜代表殼內凸出部份。外膜代表殼外凸出部份。
- (二)自然型：這是經填充和交替作用形成的。

石化作用分矽化、炭化、黃鐵礦化等。在每種情況下造成的化石的形狀大小是和原來動植物相同，僅是物質的改變。例如木化石代表一種自然型，其原來木質纖維已變爲矽質。

三、足印

古動物在行動時所造成的足印，如恐龍足印等。

四、洞穴、管

是由動物本身造成的結構，如蠕蟲管和蜂、蟻的洞穴等。

五、糞石

糞石屬動物的排泄物，如魚糞石和哺乳動物糞石。

第三節 分類的原則

古生物和生物一樣，是按照自然分類並且以進化為依據的。達爾文首先闡明進化方法——自然選擇定律。這就充分說明了生物的變異性和環境的適應性。達爾文是進化論的奠基者並指出生物分類的總原則。他闡明了萬物來自共同祖先並奠定了動植物門、綱、目、科屬、種的區分基礎。

但是達爾文的主要缺點是忽略了突變現象。他認為某一物種變成另一物種必須經過漸變並有若干中間類型。他只強調量變而忽略質變是不正確的。

如：甲種→甲乙→乙甲……→乙種（其中“甲乙”“乙甲”……，他叫做中間類型）；而忽略了新種是由突變所形成的重要事實（就是甲種→乙種）。

事實上由某一物種進化到另一物種多經過突變，不僅有量變並且還有質變，而量變就是質變的基礎。

例如，始祖鳥是經過飛躍式的變，才變為原始鳥類；北京猿人也是猿經過突變才會進化到原始人類。

物種是有一定界限，並不是繼續不斷的。蘇聯植物學家米邱林培植新品種的果樹的成功，已成為造福人羣的創造性達爾文主義者。這種辯證唯物主義的米邱林方向就是現代古生物學工作的總方向。

第四節 化石的垂直和水平（地理）的分佈

一、化石垂直（地質）的分佈

生物在地史中的分佈是有一定規律的，由低級到高級，由簡單進化到複雜並且在繼續不斷地發生着和消滅着，而類的發展是有階段的並且是不連續的。

達爾文的自然選擇論是說明生物變化的原因。他闡明了一切生物

均來自共同祖先(根源),就是說同一種類後代之間巨大差異的造成是由於自然選擇的結果。達爾文稱此種同一祖先後代的差異為性狀分歧。

如圖1; A種為祖先,並由A生出許多後代如B,C,...,由於自然選擇的影響C和B就代替了D而生存。同理B型為其後代N和E所排擠,這就是說現代型的代

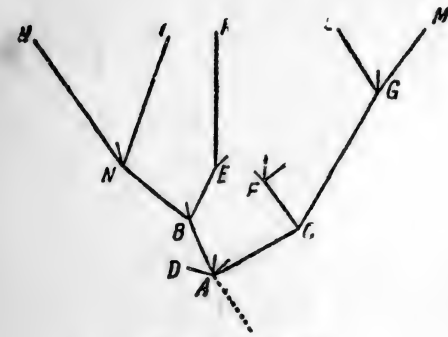


圖1. 性狀分歧

表H,I,K,L和M的母型和一切它們之間的過渡型都要絕滅。

因此我們應將H型和I型歸為一屬, L型和M型歸為另一屬。這樣則原屬於某一屬中的A種產生了兩個屬(其中一個屬具有亞屬K),因為這兩個屬都是同一根源,故可歸入一個科。

中生代菊石目代替了鸚鵡螺目; 新生代哺乳動物代替了爬行動物; 而白堊紀末期恐龍迅速的滅亡尤可說明地史中生物的更迭。

二、化石水平(地理)的分佈

古生物水平的分佈決定於生物的生活環境,也就是岩層的沉積環境。例如,正筆石屬飄流生物,常分佈在淺海相地區;放射虫屬漂流生物,多分佈在較深海區。魚類和頭足類屬游泳生物,就會分佈在淺海和大陸坡區域。濱海區多厚殼,陸棚區多薄殼。

底棲生物是極好相化石。它們的分佈是為海底環境所控制,也就是說,砂底、泥底和灰質泥底的生物各有不同。因此,砂岩中多為軟體動物(某些屬)的介殼,頁岩中產有筆石,灰岩礁中產有珊瑚等化石。

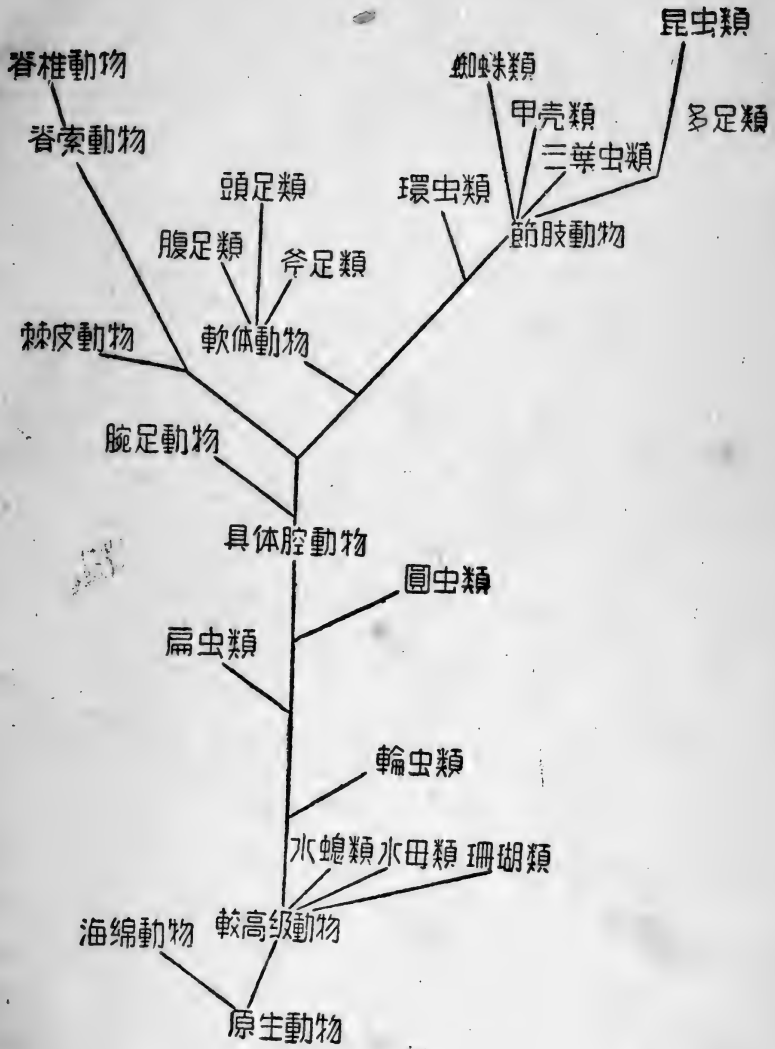


圖 2. 動物界發展系統樹

第五節 各門和綱的概述

構成生物體的單細胞的原生動物是單細胞動物。其餘門和綱均屬多細胞動物。原生動物的細胞營一切功能；多細胞動物海綿動物門開始組織分工，但無器官。腔腸動物門具有內外胚層，有組織，有器官，分工更加明顯。較高級動物，如蠕形動物門具有體腔，由蠕形動物演化成爲更高級動物，如苔蘚動物門、腕足動物門、軟體動物門、棘皮動物門和節肢動物門，總稱爲無脊椎動物，最後演化到脊椎動物門。它們的進化過程是：（1）從單細胞到多細胞，如有孔蟲；（2）從外殼演化到內骨骼，如頭足綱；（3）從無脊椎演化到脊椎，如脊索動物。各門演化方向是這樣，整個動物界演化方向也是這樣。人類是左右對稱，具有內骨骼和脊椎，並有發達的大腦皮層，從勞動中控制自然和改造自然。所以說人是生物界最進化的代表（圖2）。

第二章 原生動物、海綿動物和腔腸動物

第一節 原生動物

一、一般特徵

原生動物是最簡單的低等動物，由原生質所組成，無一定的組織和器官，外有硬殼或無殼包圍。原生動物為單細胞動物，一般食物吸收和排泄均要通過細胞周圍。有些動物具有口部，常產生在高等動物體內，運動賴偽足、纖毛或鞭毛。常產生在淡水或生在海水中。本門分為偽足、鞭毛、纖毛和孢子蟲四綱。僅偽足蟲綱中有孔蟲目和放射蟲目具有硬殼，常保存成化石，尤以有孔蟲為最重要。放射蟲為海生浮游動物具輻射狀偽足，故有放射蟲之稱。這種遺殼常聚集海底成為放射蟲軟泥。現代海底 35% 面積被軟泥所佔據；有孔蟲大多數生於海水中，或為游泳動物，或為底棲動物，其遺殼多聚海底，造成有孔蟲軟泥。

殼的大小不一，小者僅百分之一厘米，大者十幾厘米。殼狀有為球狀、瓶狀或螺旋狀。殼的成分為幾丁質（淡水產）、膠質、灰質、矽質以及為其他種膠合質造成。殼外壁或堅實無孔，或疏鬆有孔；殼面平滑，或生刺和小突等。

有孔蟲為單細胞動物，有由殼口生出偽足，也有由殼口和全殼面

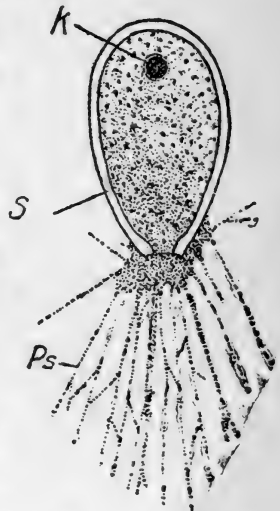


圖 3. 單房有孔蟲
K-細胞核；Ps-偽足；S-殼

上小孔伸出偽足。因此，又可分爲有孔類和無孔類。

二、殼的生成

有孔虫係由一個房或多房所組成，形成爲兩個亞目，單房亞目 (Monothalamia) (圖 3) 和多房亞目 (Polythalamia) (圖 4)。

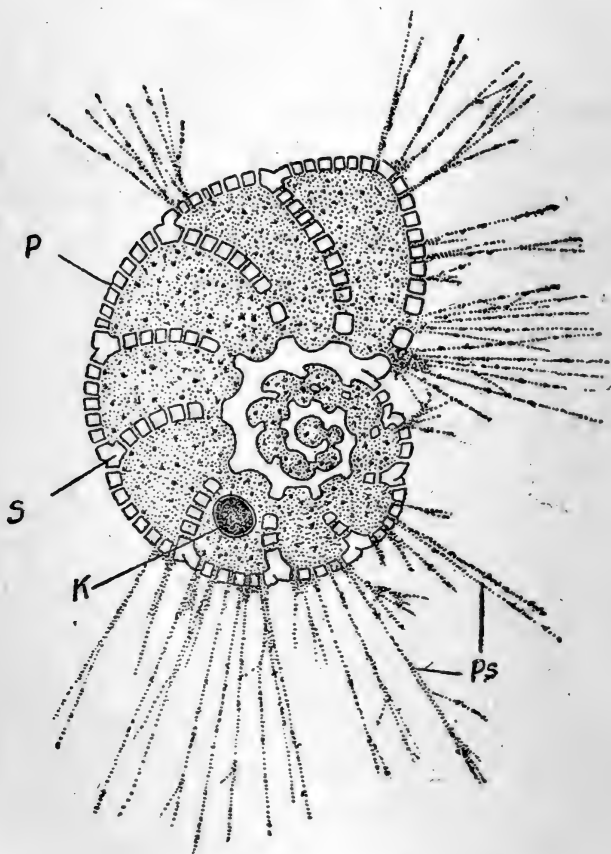


圖 4. 多房有孔虫

K-細胞核; P-殼孔; Ps-偽足; S-殼

有孔虫的分類主要根據殼形的變化，而殼形的變化又決定於動物生長的情況，也就是殼的形成和動物生長律的相互關係。如果殼的生成時期緊密地接着動物長成時期，常生成單房，一般多為簡單球形。但大多數有孔虫的殼房多分期生長，並且成為很多造殼階段，一般殼房由小而大（多房亞目）可分下列各屬：

抱球虫 (*Globigerina*) 殼為不規則螺旋形，由許多球狀房組成，由小而大，口在殼的末端，三疊紀——現代（圖5），以新生代中最多。

節房虫 (*Nodosaria*) 殼由多數球形房所構成，多直行排列。口在殼的末端，志留紀——現代。

連球虫 (*Textularia*) 殼較長，由兩排互相交錯的球形房所構成（圖6），口在殼的頂端，寒武紀——現代。

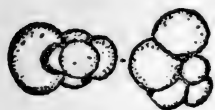


圖5. 抱球虫



圖6. 連球虫

假希氏蠟 (*Pseudoschwagerina*) 殼為螺旋形，成內捲式（以前生長各環為後產環所覆蓋）。殼紡錘形或似球形。隔壁薄而平，內環轉得很緊。旋壁為緻密隔膜和蜂窩層所成。上石炭紀（圖7）。

紡錘虫 (錐) (*Fusulina*) 殼為紡錘形或次圓柱形；殼為內捲式。外壁有三層；隔膜、半透明層和壁蓋。隔壁褶皺頗烈。中石炭紀（圖8）。

新希氏錐 (*Neoschwagerina*) 殼為紡錘形內捲式。

旋壁有兩層，即為隔膜（緻密層）和蜂窩層所組成。隔壁平直，副隔壁有二組；一組和軸平行，一組和軸直交（圖9）。下二疊紀。

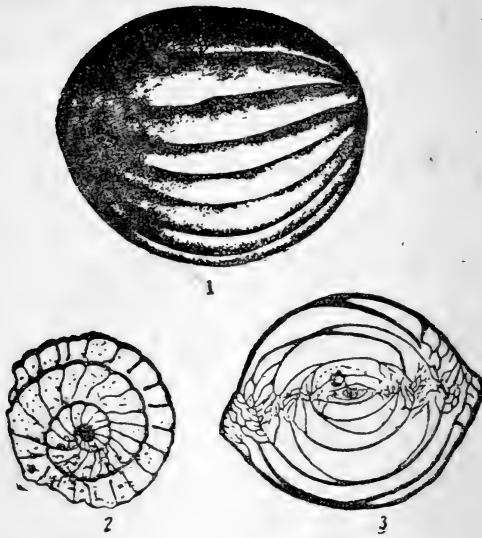


圖 7. 假希氏蝶
1-外形; 2-橫切面; 3-縱切面

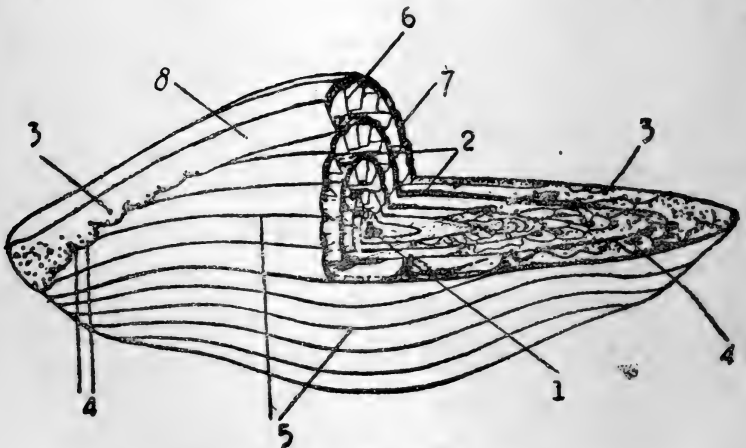


圖 8. 紡錘虫 (錠)
1-胎房; 2-隧道; 3-隔壁孔; 4-隔壁褶皺; 5-外溝;
6-隔壁; 7-旋壁; 8-前壁

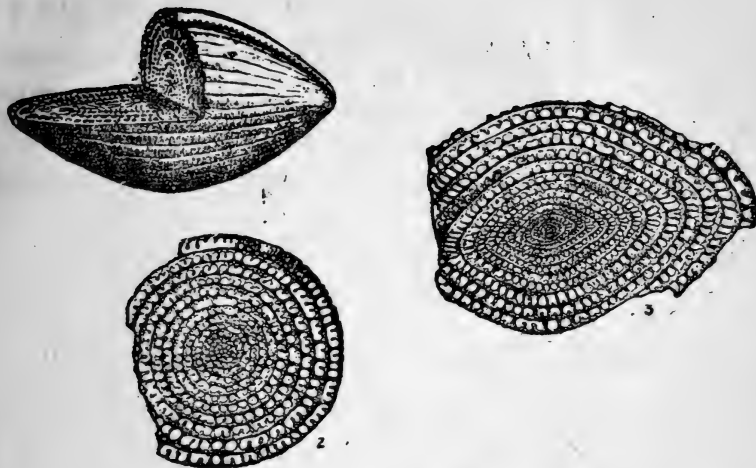


圖9. 新希氏蟻
1-外形；2-橫切面；3-軸切面

三、紡錘虫的生活環境和它在造岩上所起的作用

有孔虫特別是紡錘虫，多生活在海底中，或浮游於海中，或固着在海底。漂流有孔虫多能分佈各處成爲標準化石；底棲有孔虫往往組成軟泥成爲相化石，現在海底面積35%以上被有孔虫所覆蓋。在地史中有孔虫造成一定標誌層，尤其在識別上古生代地層起着很大作用。有孔虫多造成軟泥，故多產生在灰岩中，極少在頁岩中發現，絕少在砂岩中發現。因爲有孔虫的生活是最適宜在靜水中，並且需要含石灰質海底。例如，華北石炭紀和二疊紀各薄層石灰岩中，盛產紡錘虫化石，山西保德灰岩的紡錘虫保存尤佳，化石中的各個體多可由岩層中取出。在我國西南部，特別是雲南、廣西石炭二疊紀岩層大部爲灰岩所造成，主要是靠有孔虫動物羣去劃分地層。

有孔虫種類多爲造岩主要部分，但是他們的地層價值並不等量齊觀。有的有孔虫，特別是紡錘虫科，常成爲標準化石，具有很大地層意義。如石炭紀的小筴、筴、假希氏筴；二疊紀新希氏筴、蘇門答臘

筴；第三紀貨幣虫以及台灣、琉球第四紀的 *Operculina* 等。但也有些有孔虫垂直分佈很廣，但不作為標準化石。如抱球虫（三疊紀至現代）和連球虫（寒武紀至現代），尤其是 *Saccamina ealeri* 一種在世界各處石炭紀到現代岩層中均有發現。

西藏產生的 *Orbitoides* 屬，時代的分佈也比較長，從白堊紀到始新世均可發現。

四、紡錘虫科的地質分佈

紡錘虫科在上部古生代分佈很廣，從中石炭紀到二疊紀均有代表。我國華北、西南、長江下游各地區盛產有紡錘虫。其地質分佈如下：

上二疊紀——蘇門答臘筴；

下二疊紀——擬筴、薄壁筴、新希氏筴、瓜筴；

上石炭紀——希氏筴；

中石炭紀——筴、小筴、斯氏筴。

第二節 海綿動物

海綿是簡單的多細胞動物，生長在淡水或海水中為底棲動物。海綿動物的形狀甚多，有圓錐形、球形、長管形、杯形等，有柄和根。小者僅1厘米，大者可達2米。頂端有口，口下為腔，體質分為內、中、外三層，即內胚層、外胚層和中層。內胚層由纖毛細胞所成。外胚層由扁平細胞所成。中層最重要又名中膠層，含有角質、鈣質或矽質針骨。其形式為一軸、三軸、四軸、六軸、八軸和多軸六種（圖10）。體壁外面具有小孔為入水孔道（圖11）。

海綿按骨針成分分為三綱，即石海綿綱或普通海綿綱（*Desmospongia*），六軸海綿綱（*Hexactinellida*）和鈣質海綿綱（*Calcispongia*）。前兩類也可合併成為矽質海綿綱。

一、石海綿綱 具四軸骨針（鈣質）或不具骨針，以鉢海綿



圖 10. 海綿骨針
示一軸，三軸和四軸

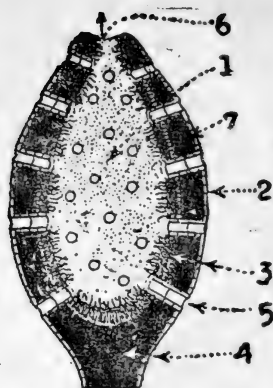


圖 11. 單体海綿構造
1-中腔；2-外層；3-內層；4-中膠層；
5-水入孔；6-出水口；7-骨針

(*Astylospongia*) 爲例，体球形，頂部陷凹處爲口及体腔，体面上見有縱溝，和小孔（入水孔）。志留紀最多。

二、六軸海綿綱 爲六軸骨針（矽質）構成，以星骨海綿 *Astraeospongia* 爲例，体爲盤狀，屬八軸式，底部微凸起，頂部下凹，化石保存部分屬中膠層。志留紀——泥盆紀。遼東及開平寒武紀原始海綿 (*Protospongia*) 其骨針爲十字形也屬這綱。

三、鈣質海綿綱 骨針爲鈣質，以長管海綿 (*Amblyosiphonella*) 爲代表，係多數弓形環節重疊而成，環節具厚的外壁，壁的各部水管穿過，出水孔在体的末端。廣西二疊紀。

古盃海綿 (*Archaeocyathina*) 構造的特點和地質分佈

古盃海綿一綱是一種具有特殊構造，化石類似珊瑚和海綿，它的生物的位置久懸而未決，丁道衡發現骨針後才歸入海綿動物。由於骨針成分爲鈣質，屬海綿動物中鈣質海綿綱。中國古盃海綿有兩類。一類爲小型圓柱狀，中空，周圍是兩道穿孔的壁，兩壁相距由數毫米至一厘米，由放射狀隔壁聯接着，隔壁或平或曲，具有小孔。由於体壁

發展到高度褶皺階段，其中孔道也受到彎曲，所以在橫斷面形成不連續的綫條。這一類叫做古盃海綿 (*Archaeocyathus*) 屬下寒武紀 (圖12)。另一類屬大型，角狀，中空，橫斷面橢圓形，內壁不顯著，隔壁呈不連續現象。這種叫做似古盃海綿 (*Archaeoscyphia*) 橫切面蛋形。外牆薄，孔多；間隔薄，孔多輻射排列，四、五層為一組。內牆不存在。屬下奧陶紀。

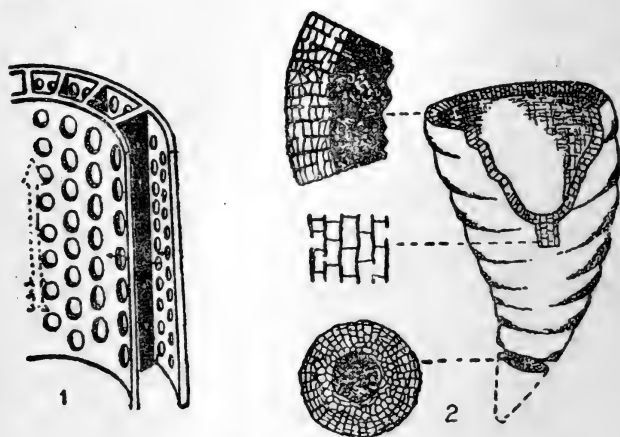


圖 12. 古盃海綿

1—特別放大部分表示內壁外壁及隔壁上的皮孔；

2—古盃海綿各部分構造 (可參看圖 11)

古盃海綿，無論在地層上或生物上，均有很大意義。一方面它具有體腔孔壁褶皺和骨針等，代表一類比較複雜海綿動物；另一面它的形狀類似珊瑚，分泌鈣質並有不連續的隔壁構造等，代表着尚未過渡到真正珊瑚類的一種海綿。

古盃海綿是一種很好標準化石，地層分佈很窄，地理分佈極廣，並且極容易識別，具有地層意義。古盃海綿產我國南部和西南各處下寒武紀灰岩中；似古盃海綿分佈在我國北部下奧陶紀灰岩中 (亮甲山層)，南部也有零星發現。

第三節 腔 腸 動 物

腔腸動物均屬水生，海水中較多，淡水種類僅屬少數，或為底棲動物（珊瑚），或為浮流動物（正筆石，水母）。它比較海綿動物進化多，有口、腔腸、觸手、細胞明確分工（刺細胞），營有性生殖或無性生殖或世代交替。主要有水螅、水母、層孔虫、筆石、珊瑚五綱。除前二類在化石上保存很少外，其餘三綱都是古生代造岩主要成分，頗有地層意義。

一、層 孔 虫 綱

這綱骨骼係鈣質塊狀結構，種類極少，但在造岩上頗為重要，最主要的有二屬：一為正層孔虫 (*Stromatopora*)，形狀極不規則或為半球狀，為許多同心層，和多數輪狀小柱所組成。二者常常混為一起而不易辨別，產志留紀和泥盆紀；另一屬為星狀層孔虫 (*Actinostroma*)，形成柱狀，同心層常為輪狀小柱所貫穿，橫斷面顯出方格狀，頗有規則。多產奧陶紀、志留紀和泥盆紀灰岩中。

二、筆 石 綱

筆石絕大多數屬浮流動物，生長在淺海中，分佈頗廣，現在已絕種，下古生代（特別奧陶紀和志留紀）標準化石，用作分帶指標。筆石的骨骼屬幾丁質，經炭化作用後常留下一層炭質薄膜。它也產灰岩中，或灰岩夾薄層頁岩中，絕少在砂岩內發現。代表一種淺海相（筆石相）的動物。

筆石是按一定規律去發展，進化很快，最易識別。筆石羣體最初由一個胎胞以一定順序分芽法分出若干胞管，胎胞尖端有一絲附着在海底或其他漂浮物體上（圖13）。

筆石分類主要係按筆石枝的數目，軸的有無，筆石枝和胞管的排列方法（單排或雙排）以及筆石體的形狀並分為：樹筆石目 (*Dendroidea*)

和正筆石目(Graptoloidea)二目。正筆石又分爲無軸或有軸二亞目。比較重要筆石如下：

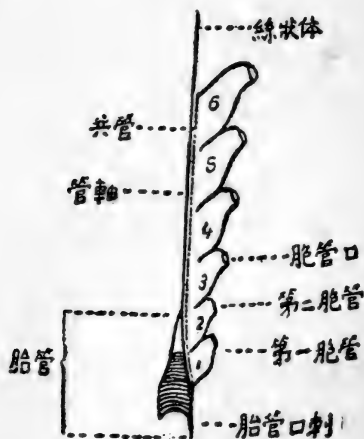


圖 13. 筆石的構造

(一) 樹筆石目

筆石體由很多的筆石枝組成，無一定數目。

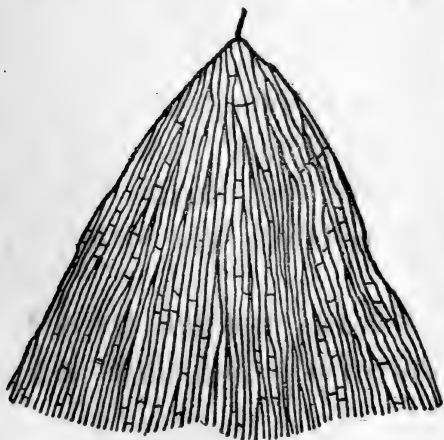


圖 14. 網筆石

(1) 網筆石 (*Dictyonema*)

筆石體漏斗狀，枝細長，以聯結突起相連。早期網筆石尖端有一絲管附着漂浮物體上；後期網筆石尖端有一根狀構造生在海底中。胞管有營養胞和生殖胞兩種。上寒武紀至泥盆紀，以下奧陶紀爲最盛（圖14）。

(2) 樹筆石 (*Dendrograptus*)

體樹狀，常分岐，胞管在不同角度中保存，呈現各

种形狀，最普通的是三角形。產寒武紀——志留紀，尤以下奧陶紀爲最盛（圖15）。



圖15. 樹筆石

(二) 正筆石目

枝數有一定數，具有單排或雙排胞管；枝數一至二、四、六、八、十六、三二、六四不等；又有有軸或無軸的區別。胞管形狀不一：有時生刺形狀；有時筆石體本身具有網狀結構。

1. 無軸亞目 對筆石 (*Didymograptus*) 單行，二枝。下奧陶紀（圖16）。

四筆石 (*Tetragraptus*) 單行四枝（圖17）。下奧陶紀。

八筆石 (*Dichograptus*) 單行，八枝（圖18）。下奧陶紀。



圖 16. 对筆石

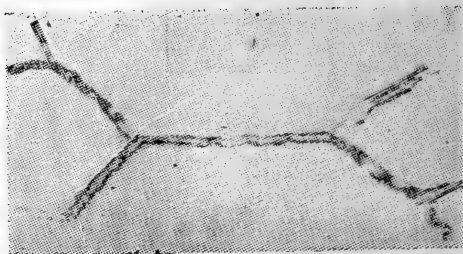


圖 18. 八筆石 (均分筆石)

葉筆石 (*Phyllograptus*) 樹葉狀，爲四列單行，胞管各以 90 度角排列而成，下奧陶紀 (圖 19)。



圖 17. 四筆石



圖 19. 葉筆石

2. 有軸亞目 柵筆石 (*Climacograptus*) 有軸雙排筆石體，胞管彎曲呈方形，胞管有時具小刺 (Virgella)，奧陶紀——志留紀下部。

劍筆石 (*Diplograptus*) 具軸雙排筆石體，胞管呈三角狀，奧陶紀——志留紀 (圖 20)。

網壁筆石 (*Retiolites*) 具軸雙排筆石體，胞管具網狀結構，上奧陶紀——中志留紀，尤以中志留紀爲最盛。

單筆石(*Monograptus*) 具軸的單排筆石體，胞管多呈三角狀、捲狀、鈎狀等，志留紀(圖21)。

耙筆石(*Rastrites*) 具軸單排筆石體，胞管細長並且分離，下志留紀(圖22)。

弓筆石(*Cyrtograptus*) 這屬性質和單筆石相似，主要區別在於弓筆石具分枝，胞管多彎曲，中志留紀(圖23)。

筆石係最好標準化石，種屬繁多，地理的分佈最廣泛，地質的分佈比較窄小。由於筆石屬浮流動物，多分佈在淺海相頁岩中。它也是一種典型的相化石，對於確定地層的沉積岩相具有重大意義。



圖 20.
劍筆石

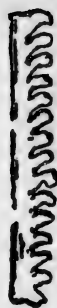


圖 21.
單筆石



圖 22. 耙筆石



圖 23. 弓筆石

三、珊瑚網

珊瑚動物多生長平靜淺海水中，溫度比較溫暖，一般在 23°C 。它和其他腔腸動物的區別在於：(1)腔腸被隔膜分為若干小房(數目和觸手隔壁相同)，(2)食道向下生長，(3)具床板的構造。

珊瑚的一般特徵

珊瑚係珊瑚虫所分泌的堅硬的骨骼。有的是單體，有的是複體。複體多係塊狀，各個體切面示各種形狀（圖25）。

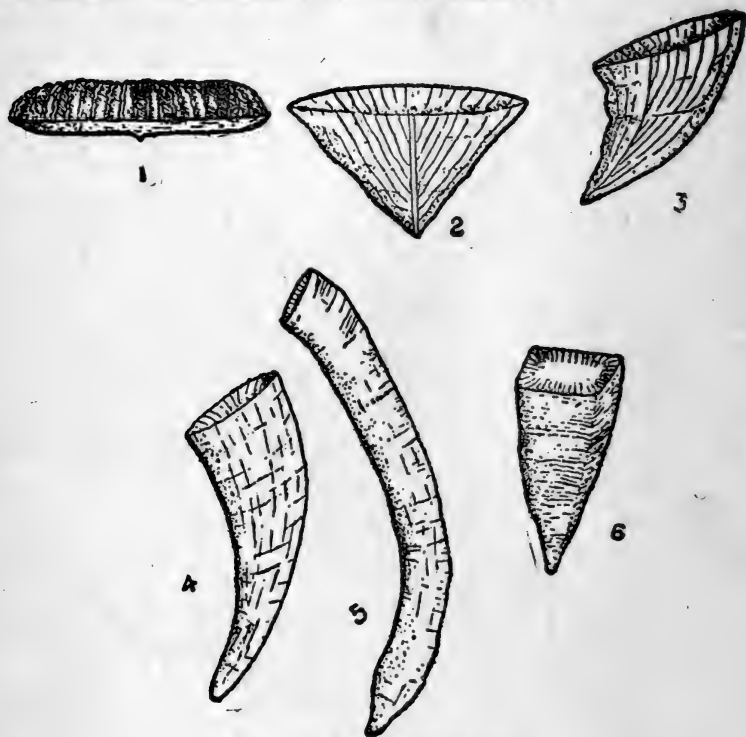


圖 24. 單體珊瑚的外形

1—盤狀；2—正錐狀；3—彎錐狀；4—角狀；5—柱狀；6—方錐狀

珊瑚體形狀不一，有柱狀、錐狀、盤狀等（圖24）。頂端中央凹部為萼。萼的形狀分別為盃狀、漏斗狀和馬鞍狀，深淺也不一。

珊瑚基本結構有三：就是隔壁、鱗板和床板三種。其他結構均係從這三種基本構造配合而成。珊瑚的分類也是以這三種結構為根據。在珊瑚網中，其隔壁比較多並且呈放射狀者屬多放射亞綱；另一類其隔壁數目為八，隔壁或為刺狀，或不顯著，但床板頗發達，屬八射珊瑚。

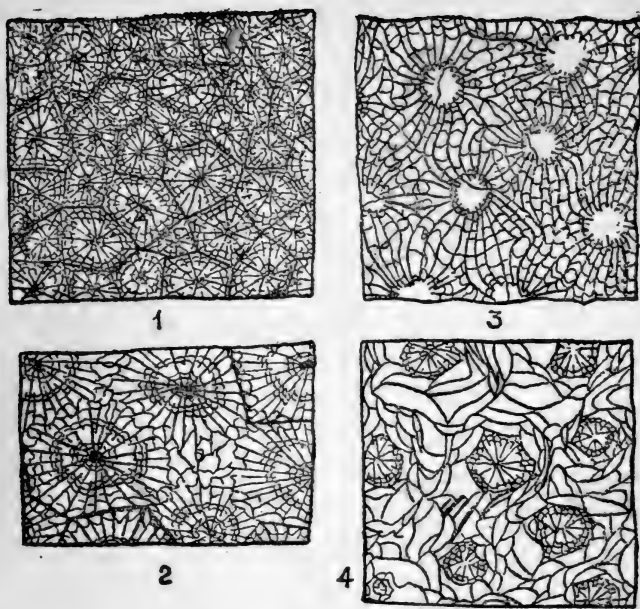


圖 25. 複體珊瑚的切面

1—多角狀；2—過渡型；3—互通狀；4—互嵌狀

珊瑚亞綱。多放射亞綱又可按一級隔壁數目分為四射珊瑚和六射珊瑚兩個目。四射珊瑚以古生代特多，六射珊瑚以中生代、新生代及現代為多。八射珊瑚以志留泥盆紀為重要。

1. 四射珊瑚目

四射珊瑚的一級隔壁有四，即主隔壁、對隔壁和兩個側隔壁三種。具主隔壁部分叫做主部，具對隔壁部分叫做對部。二級隔壁次第發生，尤以近主隔壁的主部和近側隔壁的對部為新隔壁生長點（圖26）。

由於隔壁鱗板和床板的不同排列以及其他次要結構造成了不同科屬：有的單帶式隔壁在中央扭成一團，但鱗板不多，為扭心珊瑚（*Streptelasma*）（圖26），奧陶紀——志留紀；有的主隔壁特短因而形

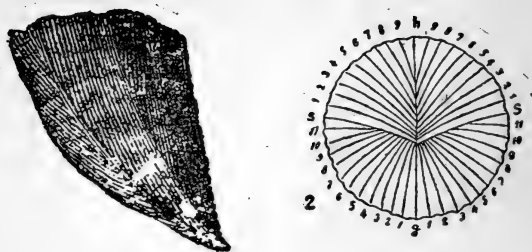


圖 26. 扭心珊瑚示四射珊瑚的構造
 1—外形示主部隔壁羽形排列；
 2—橫切面示主隔壁(h)對隔壁(g)和側隔壁(s)

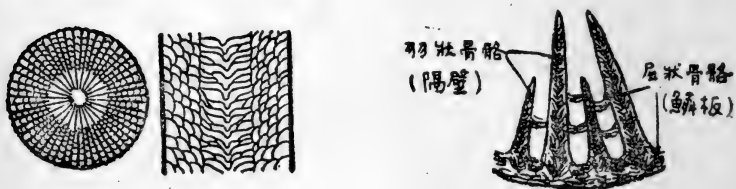


圖 27. 盃珊瑚和骨骼的構造
 左—橫切面；中—縱切面；右—微細構造

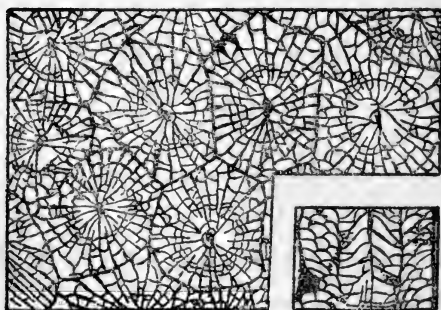


圖 28. 石柱珊瑚
 左—橫切面；右—縱切面

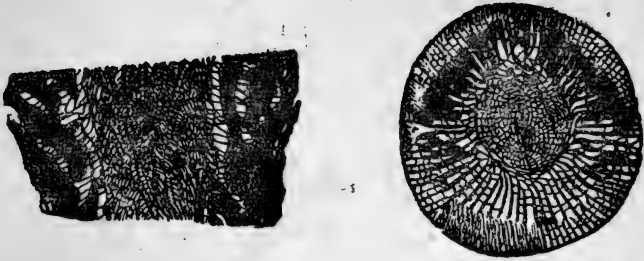


圖 29. 蛛網珊瑚
左—縱切面；右—橫切面

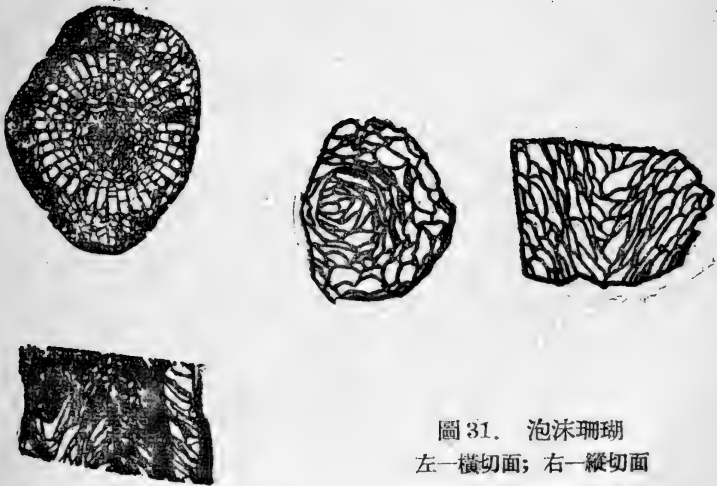


圖 31. 泡沫珊瑚
左—橫切面；右—縱切面

圖 30. 中板珊瑚
上一橫切面；下一縱切面

成了內溝，爲內溝珊瑚 (*Zaphrentis*)，志留紀——石炭紀；有的屬雙帶式，隔壁和鱗板特別發育，爲盃珊瑚 (*Cyathophyllum*)，志留紀——泥盆紀 (圖 27)；有的具中柱，叢狀或多角狀複體珊瑚爲石柱珊瑚 (*Lithostroion*) (圖 28)，石炭紀；有的屬三帶型，其內帶鱗板緊密並且凹面向外周，因而形成一個明顯中軸—內帶，名爲蛛網珊瑚 (*Clasio-phyllum*)，下石炭紀 (圖 29)；有的類似蛛網珊瑚而具有中板爲中板珊瑚 (*Dibunophyllum*) (圖 30)；有的屬多角狀複體三帶型而外帶完全爲鱗板所組成，爲郎氏珊瑚 (*Lonsdaleia*)，石炭二疊紀；也有完全爲鱗板所組成的單體角狀珊瑚爲泡沫珊瑚 (*Cystiphyllum*)，泥盆紀 (圖 31)，和具半圓蓋的鞋狀珊瑚爲鞋珊瑚 (*Calceola*)，泥盆紀 (圖 32)。

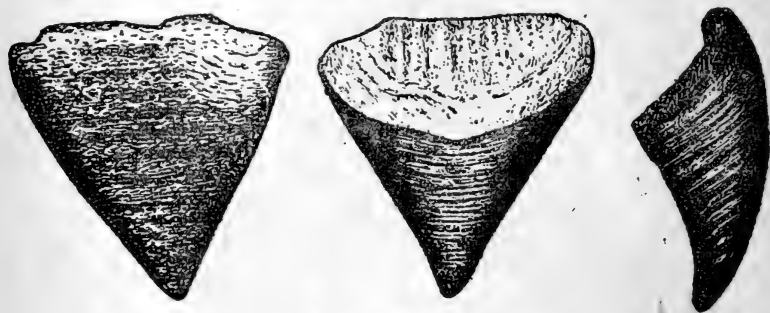


圖 32. 鞋珊瑚
左—對部； 中—主部； 右—側部

2. 六射珊瑚目

六射珊瑚 (圖 33) 一輪隔壁有六個，每對二輪隔壁依次插入其間，即一輪有六枚，二輪也有六枚，三輪有 12 枚，四輪有 24 枚。六射珊瑚目屬放射對稱；四射珊瑚多屬兩邊對稱。六射珊瑚的壁和四射珊瑚的外壁也有所不同；四射珊瑚的外壁是在隔壁之外，六射珊瑚的外壁有伸出隔壁部分叫做外隔壁或凸脊。最普通的有厚壁珊瑚 (*Thecosmilia*) (圖 33) 和互通珊瑚 (*Thamnastraea*) 二屬：前一種是樹狀，由分裂法造成的複體珊瑚，壁厚，並且褶皺，隔壁短而顯著，三疊紀至

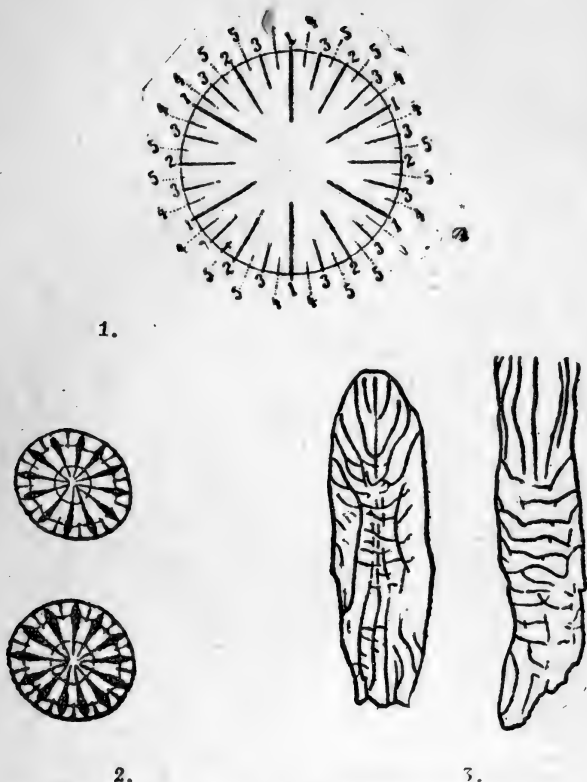


圖 33. 六射珊瑚 1—六射珊瑚的隔壁排列；
2—厚壁珊瑚橫切面；3—厚壁珊瑚縱切面

第三紀；後一種是普通狀複體珊瑚具底壁，第三紀。

3. 八射珊瑚亞綱

八射珊瑚 一級隔壁有八個。如近代日孔珊瑚(*Heliopora*) (圖34) 和床板很多的管孔珊瑚(*Tubipora*)，多不具隔壁或僅具隔壁刺。這一綱在古生代發達頗盛，並具有很大地質意義。主要構造是以床板為主，多屬管狀複體。按各珊瑚單體排列形狀可別為不同科屬。

因擁擠而形成蜂窩狀複體珊瑚如蜂窩珊瑚(*Favosites*)，志留紀——

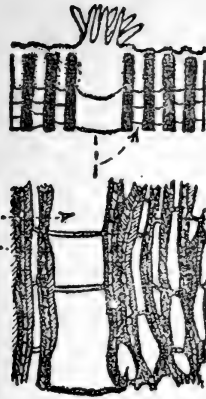


圖 34. 日孔珊瑚

泥盆紀(圖35); 珊瑚各個體排列成爲鏈形複體珊瑚爲鏈珊瑚(*Halysites*), 志留紀(圖36); 各個體排列成管狀複體珊瑚如管珊瑚(*Syringopora*), 泥盆紀——石炭紀; 珊瑚爲大小兩種管所組成均有床板穿過, 如日石珊瑚(*Heliolites*)志留紀——泥盆紀; 珊瑚爲極細管狀多角個體組成的塊狀複體珊瑚, 如刺毛珊瑚(*Chaetetes*), 不具壁孔, 石炭紀(圖37,38)。

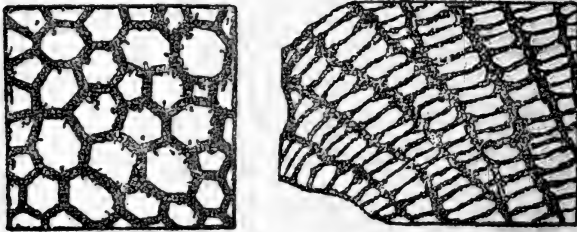
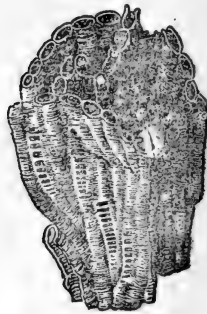
圖 35. 蜂窩珊瑚
左—橫切面; 右—縱切面

圖 36. 鏈珊瑚外形

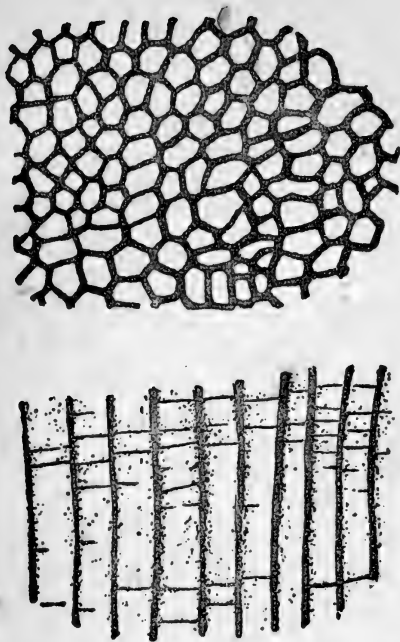


圖 37—38. 刺毛珊瑚 上一橫切面；下一縱切面

珊瑚的作用（造礁）和地質的分佈

珊瑚動物屬於淺水海產動物，常固着海底生活，一般深度不過 60—70 米，溫度在 23°C 左右。印度太平洋中的珊瑚島均係由這類動物造成，特別是複體珊瑚動物往往造成珊瑚礁。在上古生代，珊瑚分佈尤廣，進化最速，是一種極好標誌化石。它的進化程序是由簡單到複雜，由單帶型進化到雙帶型和三帶型。

古生代以四射珊瑚和八射珊瑚為代表；下古生代有扭心珊瑚、盃珊瑚、鞋珊瑚、泡沫珊瑚、蜂窩珊瑚、日石珊瑚、鏈珊瑚、管珊瑚等；上古生代有內溝珊瑚、石柱珊瑚、蜂窩珊瑚、郎氏珊瑚、中板珊瑚。

中生代以六射珊瑚為主，八射珊瑚次之，但四射珊瑚在三疊紀初期即行絕滅。中國四射珊瑚在地層上具有極大意義，不但地質的分佈

很廣並且是代表每一沉積旋迴中一個主要階段，就是海侵時期的顯明標誌。例如，中志留紀蜂窩珊瑚、鏈珊瑚帶，下石炭紀的蛛網珊瑚、中柱珊瑚帶尤為明顯。達爾文的珊瑚理論正確地說明了珊瑚島的形成和地殼昇降運動的關係。今後研究應着重闡明珊瑚發展的規律性和在地層的分佈規律，這對於古生代地層的劃分和岩相的分析均有極大意義。

第三章 蠕形動物、苔蘚動物和腕足動物

第一節 蠕形動物

這門包括許多兩側對稱而絕大多數缺乏骨骼的動物，體形延長，前端有口，後端有肛門，背部朝上，腹部朝下，沒有真正的肢體，但其若干代表有從中胚層發育而來的體腔，所以屬三胚層的動物（圖39）。蠕形動物並不是完整的單純來源的動物，而是在結構方式上有



圖 39. 蠕形動物的結構

左一橫切面：外圈為外胚層，內圈為內胚層，兩者間為中胚層，無體腔；
 中一橫切面：同上，但有體腔；
 右一縱切面：示外、內、中三胚層及中胚層中的體腔

顯著差異，因此包括動物界中幾個高度特化了的門，尤以環蟲類，例如沙蠶，具有很高級的組織形式（圖40）。

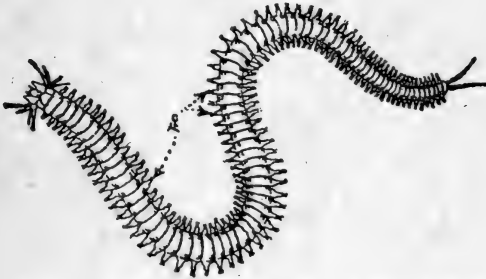


圖 40. 沙蠶 頭、觸角、瘤足及刺毛均發育

環蟲類的口中每具有微小齒板狀咀嚼器，可保存為化石（圖41）。若干環蟲能分泌彎曲的石灰質管，附着其他物體上，這些小管也有化

石代表（圖42）。



圖 41. 環虫的咀嚼器
1—現代環虫；2—泥盆紀環虫



圖 42. 虫管

蠕形動物的活動痕跡，如蟲孔以及排洩物有時也保存在某些岩層裏。總的說來，除咀嚼器（蟲牙）有時構成多量的微體化石可以對比地層外，在整個古生物範圍內，蠕形動物化石是比較不重要的一類。

第二節 苔 蘚 動 物

屬水生羣體底棲動物，形體微小，最大的個體長不過3毫米，寬1毫米，現代海中常有發現，地層上地理上的分佈很廣，在我國古生代地層中也多量出現，在地層對比上極有價值。由於羣體分枝，形似苔蘚植物，故名。苔蘚蟲的軟體呈袋形，消化管為V形，由口部、食道、胃腸及肛門等部構成，口與肛門均位上端。環繞口部有觸手環，觸手表面密生纖毛，纖毛顫動，可使含有食料的水流入口內，同時兼司呼吸作用。體腔內充滿液體，具有肌肉，肌肉的收縮作用，可使觸手及口部翻縮於體內（圖43）。

苔蘚蟲軟体的外胚層分泌角質或灰質的外骨骼，稱為蟲室。蟲室可為錐狀、圓柱狀、多角柱狀及瓶狀等；多數蟲室構成苔蘚蟲的羣体硬体。軟体向上生長，蟲室即成管狀，其直徑不超過1毫米，長達數厘米。个体内部有時有橫板，類似板珊瑚，但其分佈鬆密不一，與板珊瑚不同（圖44）。

苔蘚蟲个体增加的方式不同，就形成不同的羣体，有單列狀、多列狀、網狀、叢狀、塊狀、扇面狀等（圖46）。

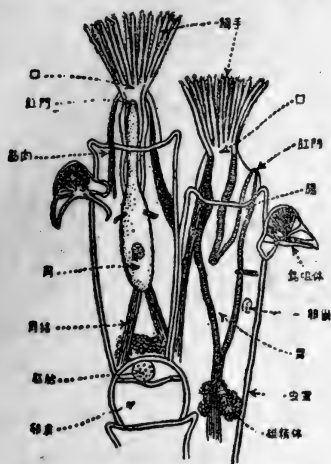


圖43. 現代苔蘚動物結構

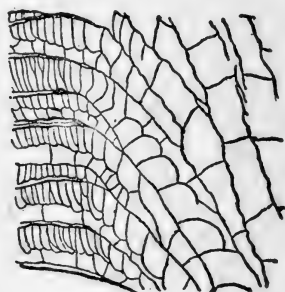


圖44. 同孔苔蘚虫 (*Homotrypa*) 羣体的縱切面，示分佈不規則的橫板

我國苔蘚蟲化石舉例 (1) 筳管苔蘚蟲 (*Fistulipora*) 圓管狀蟲室平行排列，蟲室間隙中，有泡沫構造（圖45）。奧陶紀至二疊紀。

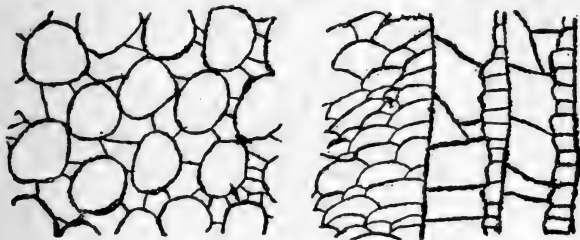


圖45. 筳管苔蘚虫
左—橫切面；右—縱切面

(2) 網格苔蘚蟲 (*Fenestella*) 羣體成扇狀或漏斗狀，由縱分枝與橫分枝組成網格分枝兩側各有一排個體。志留紀至二疊紀 (圖 46)。

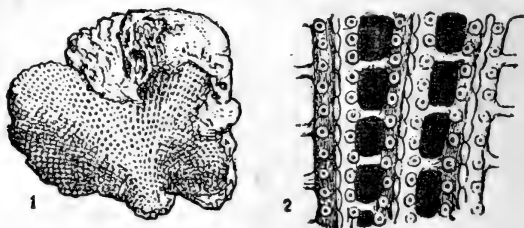


圖 46. 網格苔蘚蟲 (*Fenestella*)
1—羣體； 2—羣體縱切面部分放大

第三節 腕 足 動 物

屬不分節的比較高級的海產單體無脊椎動物，現代海中尚有不少代表，而以古生代出現最多，我國古生代的腕足類化石尤為豐富，形成重要的標準化石，因此牠應該是古生物篇中的重點之一。

腕足動物軟體分泌具有兩瓣的外殼；兩瓣大小不等，分別稱背瓣與腹瓣，各為兩側對稱。兩瓣可以張開的部分，叫做前部，其鉸合的部分叫做後部。自後至前，沿對稱面的長度叫做殼高，與對稱面垂直的最大寬度叫做殼寬，垂直於殼高及殼寬的最大距離叫做殼厚 (圖 47)。軟體包於殼內，殼的後部往往有肉莖穿出，莖孔多在腹瓣後部，但在少數低級屬種中，肉莖自兩瓣之間伸出 (圖 48)。

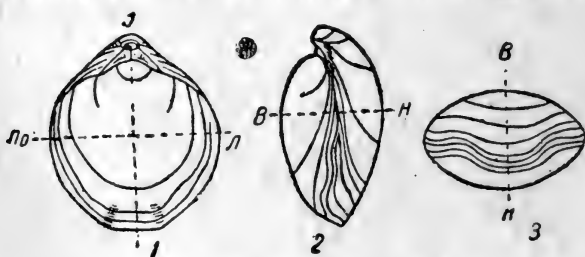


圖 47. 腕足動物的外殼
1—示殼高及殼寬； 2—示殼厚； 3—殼的前方

一、腕足動物的軟体構造

以現代Magellania (海杓貝) 爲例，軟体外部有分泌外殼的外套膜，垂直体壁劃分外套膜內的空間爲前大後小的兩個部分。主要器官如消化、排泄、神經、肌肉等都在殼的後部，叫做体腔，其前方的大空腔有捲曲腕發育，叫做腕腔。肌肉司殼的啓閉，其位置及作用見圖(圖49)。

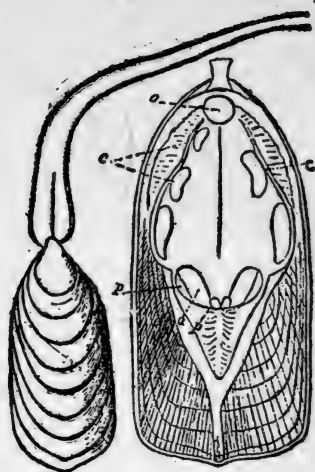


圖48. 舌貝構造
左—殼及肉莖；右—殼的內部結構；
○—閉筋；c—側柱筋；p、a、p—腕骨

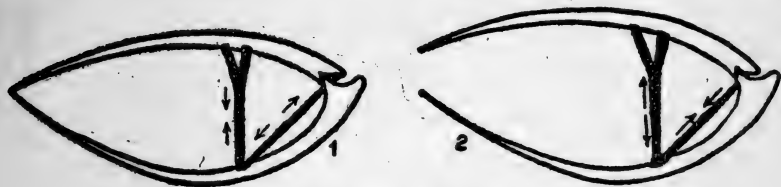


圖49. 海杓貝外殼縱切面 示肌肉作用和殼的啓閉

二、腕足動物的外殼

外殼由外套膜分泌而成，可爲角質、磷灰質或灰質，而以灰質爲主。隨着軟体的成長，外套膜前伸，外殼兩瓣就沿着兩側及前緣的內面，逐漸生長。在若干屬种，如海杓貝中，外套膜上生出微管，因而其分泌的外殼具有微孔構造。殼的外形決定於殼緣各部增加的速度以及後部鉸合綫的曲直長短。殼形大致可分爲：1. 双凸（背腹兩瓣均凸），2. 平凸（背平腹凸），3. 凹凸（背凹腹凸），4. 凸凹（背凸腹凹），5. 以及双曲（早期殼形凹凸与成年期相反者）(圖50)。

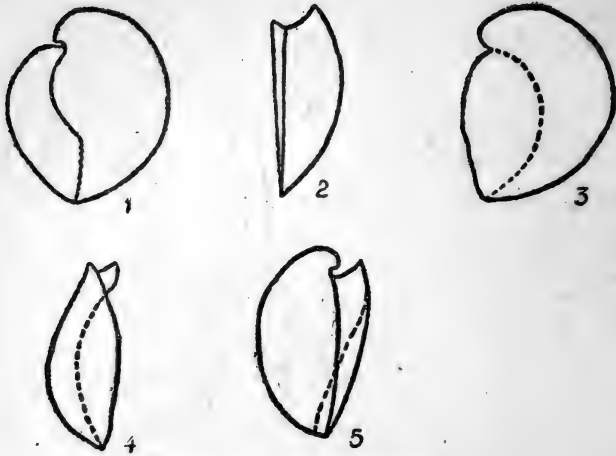


圖 50. 腕足動物殼形

殼的外部紋飾可分同心狀及輻射狀兩類，而綫條可粗可細。同心狀綫即生長綫，其粗者稱同心褶。自殼瓣的後部向前方及兩側輻射的可分細輻射綫、粗輻射綫及輻射褶（圖 51 左）。殼上有時生長瘤刺（圖 51 右）。腹瓣有時具中槽而背瓣則具中褶（圖 52）。

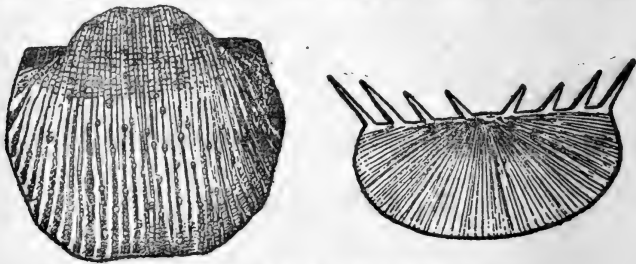


圖 51. 腕足動物外殼紋飾

左 長身貝表示外殼
的粗輻射綫及同心紋

右 戟貝示基刺

腕足動物外殼莖孔附近的構造 在分類上具有重要意義。兩瓣鉸合處稱鉸合綫。鉸合綫兩側常有寬廣的板，板面或平或曲。在腹瓣上的稱基板，在背瓣上的稱背基板（圖 53）基板中央有三角孔，為肉莖伸出處。背基板上有時也具背三角孔。三角孔上有時覆着一個三角

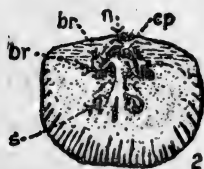
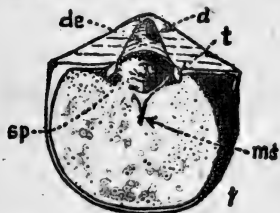


1



2

圖 52. 腕足動物 (石燕類) 外殼 1—中褶; 2—中槽



2

圖 53. 腕足動物外殼莖孔附近的構造

1—腹瓣: de—基板; d—三角板; t—齒; sp—匙板; ms—中隔壁;
2—背瓣: n—背三角孔; cp—主突起; br—腕骨支柱; s—肌痕

板，有時覆着兩個三角板，稱三角雙板。具有三角板或三角雙板的殼，其肉莖孔往往縮成一個小圓孔。

腹瓣的三角孔兩側與基板相交處有一對與基板約成垂直的板，稱齒板。齒板前緣與鉸合綫相交突起處稱齒；有的僅具齒而無齒板。齒板向腹瓣底部延伸，並互向內彎相交，即成匙板。匙板下方常接有中隔板，但有時沒有。

背瓣沿鉸合綫與腹瓣的齒相應的構造有齒槽。鉸合綫中央突起部

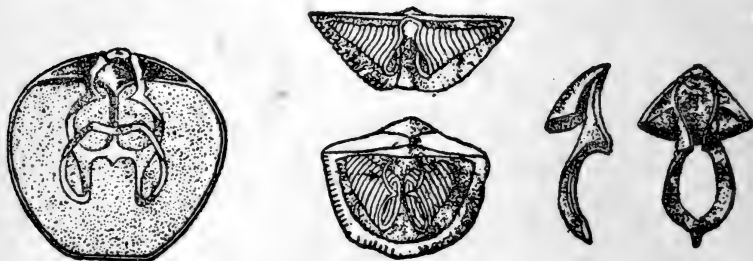


圖 54. 腕足類的腕骨
左及右—環狀腕骨；中—旋狀腕骨

分稱主突起，為開肌附着之處。瓣內可有各種腕骨構造，如鈎狀腕骨、環狀腕骨及旋狀腕骨等（圖 54），在分類上具有重要意義。

三、腕足動物的分類

根據兩瓣的鉸合關係及殼的成分結構，腕足動物可分為無鉸網及有鉸網兩大類，每網又根據莖孔附近構造及內部構造特徵，各分為若干目如下。

I. 無鉸網 兩瓣間無鉸合構造（齒、齒板、齒槽等），靠肉柱相連結。殼多為角質、磷灰質組織。

(1) 無孔目 無三角孔，生時肉莖穿出於兩瓣之間，幾丁磷灰質殼，例如舌貝（海豆芽）（*Lingula*）出現於奧陶紀至現代（圖 48）。

(2) 新孔目 幾丁磷灰質殼（很少為灰質），莖孔限於腹瓣，並

完全為腹瓣所包圍，背瓣一般是圓錐形，腹瓣圓形；某些代表以腹瓣附着，例如頂孔貝(*Acrotreta*)腹瓣為圓錐形，具假基面；*P.* 孔在咀頂後方，寒武紀至奧陶紀（圖 55）。



圖 55. 頂孔貝

左—腹瓣頂面；右—側面視

II. 有鉸網 兩瓣由齒及齒槽等鉸合，殼均屬灰質。

(1) 古孔目 有原始三角孔及原始基板，鉸合尚不發育；無三角孔，灰質板不甚重要。

(2) 前孔目 有顯著的基面、三角孔、三角板（或有或無）、或匙板、中隔板等，無腕骨。古生代繁殖，化石極多。例如：正形貝

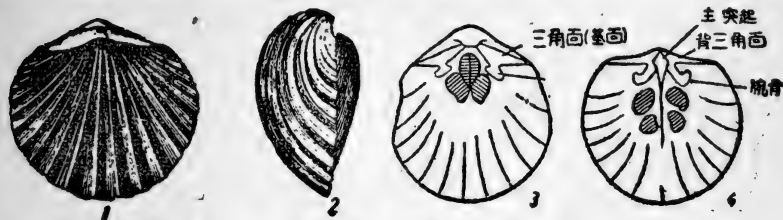


圖 56. 正形貝



圖 57. 蕉葉貝

(*Orthis*) 殼近半圓形，鉸合綫直，基面及三角孔顯著，主突起不多見，殼飾以輻射綫爲主，偶有同心綫，奧陶紀（圖 56）。

長身貝(*Productus*) 鉸合綫一般長，基面不發育，殼凹凸特甚，體刺發育，體腔前方有隔板隔開（圖 51），石炭二疊紀。

蕉葉貝(*Leptodus = Lyttonia*) 體腔由中隔板及多數橫隔板劃分，狀如蕉葉，二疊紀（圖 57）。

五房貝(*Pentamerus*) 殼形延長，光滑，或有些同心綫，腹瓣有匙板及中隔板，背瓣有二個長側板，志留紀（圖 58）。

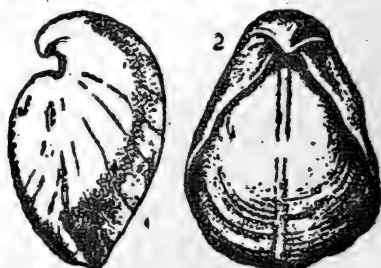


圖 58. 五房貝
左—側面；右—背面

(3) 終孔目 往往有三角双板及各種腕骨(鈎狀、環狀、旋狀)。古生代特盛；部分發育於中生代，但我國較少。

雲南貝(*Yunnanella*) 殼約爲等邊三角形，殼尖小，中槽及中褶明顯，中槽內的前方輻射褶乃由後方細輻射綫合併而成(圖 59) 上泥盆紀。



圖 59. 雲南貝
1—側面；2—前面

鵝頭貝(*Stringocephalus*) 殼近圓球或橢圓球狀，光滑，彎曲，三角双板顯著，莖孔明顯。中泥盆紀後期（圖 60）。

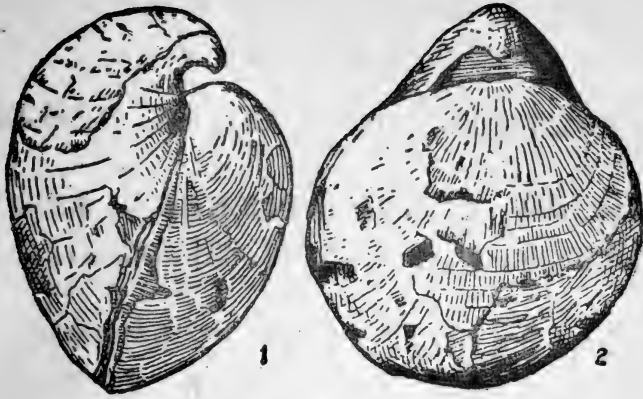


圖 60. 鵝頭貝
1—側面； 2—背面

中國石燕(*Sinospirifer*) 鉸合綫長，基面發育，輻射綫甚多，中槽中褶都有(圖61)。上泥盆紀。

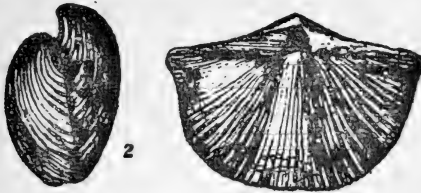


圖 61. 中國石燕
1—背面； 2—側面

無孔貝(*Atrypa*) 鉸合綫彎，腕骨內旋，殼面輻射綫多成中斷狀

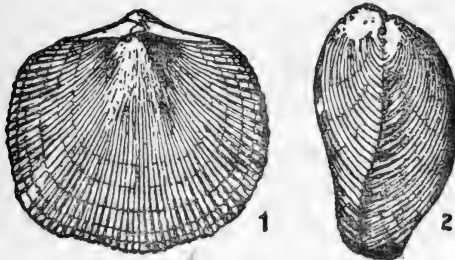


圖 62. 無孔貝

(由於同心綫存在) (圖62)。志留紀及泥盆紀。

四、腕足類的地質分佈

腕足類興盛於古生代，古生代以後逐漸消滅，現在僅遺留一小部分。

寒武紀開始時，腕足類以無孔目及新孔目為主。奧陶紀及志留紀時新孔目繼續存在，而前孔目形成主流，但在志留紀時，終孔目亦漸趨重要。

泥盆紀時，終孔目比前孔目要繁盛，而石燕類漸趨極盛。

石炭紀及二疊紀時，前孔目中的長身貝類又大量發展，二疊紀後期特化情況顯著（如蕉葉貝），終孔目反退居第二位。

中生代及中生代以後，無孔目、新孔目延續至現代；前孔目幾乎全部絕滅。終孔目中以小咀貝類及穿孔貝類為主。

第四章 棘皮動物和節肢動物

第一節 棘皮動物

棘皮動物生產在海中，多屬底棲動物，內分固定和移動二亞門。前一類有柄，後一類無柄。其中也有極少類，特別在幼虫時期能在海洋中漂流。棘皮動物有一真正體腔、胃、腸、腔門、神經系、循環系和水管系，水管系營呼吸和行動双重作用。

一般棘皮動物或為兩邊對稱形，或為輻射對稱形，尤以五射形為最特徵。

固定（有柄）棘皮動物亞門分海百合、海林檎、座星、海薈四綱。移動（無柄）棘皮動物亞門分為海胆、海星、海參三綱。棘皮動物體多數具有灰質板，最易保存成為化石。其中海百合綱、海林檎綱和海胆綱尤有地層上的意義。

一、海百合綱

海百合綱的地質分佈頗廣。分冠、莖、根三部。萼為冠部主要部分，係由底板、輻板等所組成；腕部居上，係由各級腕板所組織成，具羽枝或不具羽枝。海百合萼的底板下具有下底板者，屬雙環式；海百合僅具底板而無下底板者屬單環式。莖的橫斷面不一，主要有圓形和五邊形兩種。海百合最下部為根，根上有捲支，均極難保存（圖63）。

海百合綱分類的依據有：（1）萼的形狀，萼板排列方式（雙環式或單環式），以及間輻板和肛板是否包括在萼內；（2）腕部和萼分界綫是否清楚，或者腕部是否自由活動；（3）圓頂的有無；（4）莖部橫斷面形狀和各莖節是否銜合。因此，海百合分為游離（活臂）海百合，

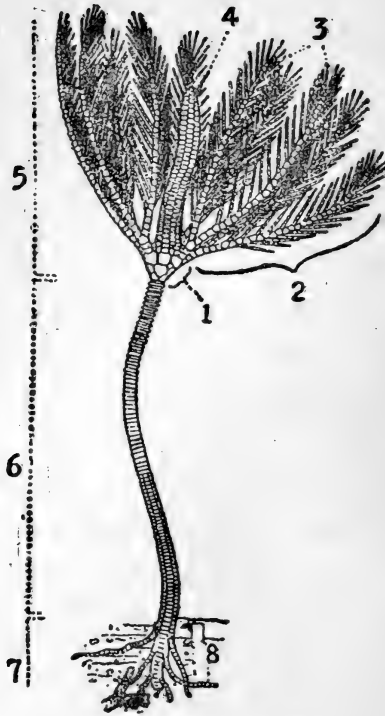
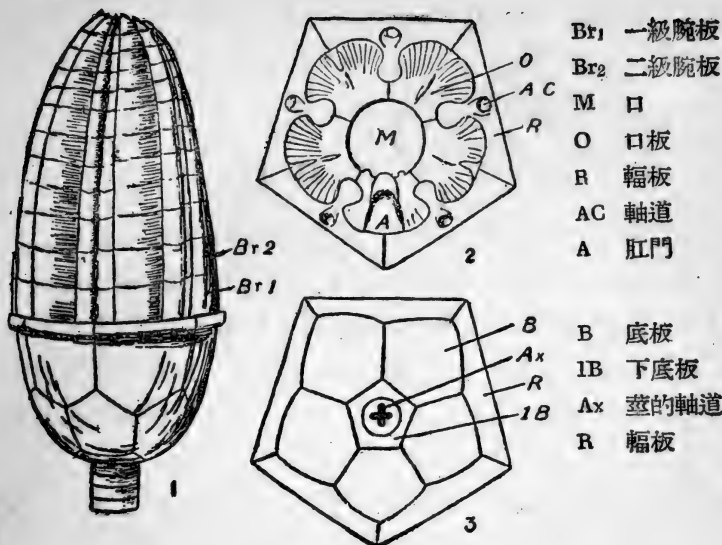


圖 63. 海百合結構

1—萼；2—腕；3—羽枝；4—肛管；5—冠；6—莖；7—根；8—捲支

圓頂海百合，鉸海百合三綱。

游離海百合目 萼由輻板和下面的底板及下底板組成，頗堅實。口在萼的頂部，腔門也在萼的上面，並位於二輻板之間，無間輻板和間腕板。萼部無腕板並顯然和腕部分開，界綫清楚；腕可自由活動，一切構造比其他各目簡單，以毳百合(*Cupressocrinus*)為代表(圖64)，雲南和歐洲中泥盆紀。其他如具有圓錐形肛管的杯海百合(*Cyathocrinus*)也屬這目。



- Br₁ 一級腕板
- Br₂ 二級腕板
- M 口
- O 口板
- R 輻板
- AC 軸道
- A 肛門
- B 底板
- IB 下底板
- Ax 莖的軸道
- R 輻板

圖 G4. 毬百合

1—側面；2—頂面；3—底面

圓頂海百合目 具堅實圓頂。萼為單環式，由三片底板，五片輻板和一片肛板組成。輻板大，具新月形小面。腕板單行發展到第三級，並有羽枝，腕均係圍繞頂周生長。肛門位於頂部。以六海百合 (*Hexacrinus*) 為代表。屬泥盆紀。

鉸海百合目 以石蓮 (*Encrinus*) (圖65) 為例。冠長，萼和腕的界綫不明顯。萼小，由五片底板和

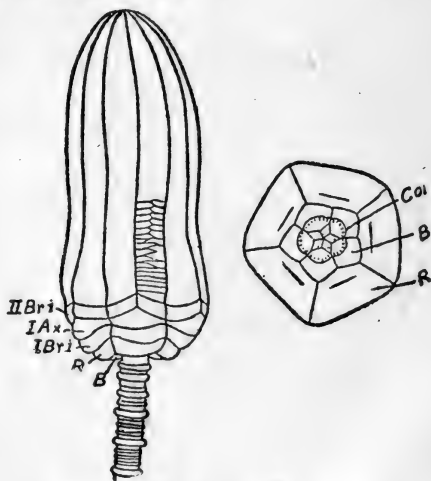


圖 65. 石蓮

左—側面 右—底面

B—底板；R—輻板；I Bri—一級腕板；IAx—五邊形一級腕板；II Bri—二級腕板；Col—柄

五片輻板組成。腕部特長，最初爲單行，往上變爲雙行，具羽枝。莖節粗細相間，並具有齒狀銜合面，是它的主要特徵。石蓮是中泥盆紀標準化石，貴州省也產有這屬。

二、海林檎綱

海林檎綱是最原始棘皮動物，其構造如海百合綱，具冠、莖、根三部。它和海百合不同之處在於：(1)萼板多，排列極不規則；(2)萼板具雙孔或孔菱；(3)腕部極不發達；(4)口部簡單，五邊形或爲裂罅狀。肛門多爲五邊形，有時覆以六邊形肛錐。海林檎在奧陶紀和志留紀最盛，是地層極好標誌。按板孔的性質可別爲兩個主要目：雙孔目和孔菱目。

雙孔目 (Diploporita) 以中國海林檎 (*Sinocystis*) (圖66) 爲例。萼長卵形，底部較窄；萼板上具有雙孔橢圓突起；口在頂部爲裂罅狀，近兩端分叉。肛錐極顯著，水孔在口和肛門中間。下奧陶紀。

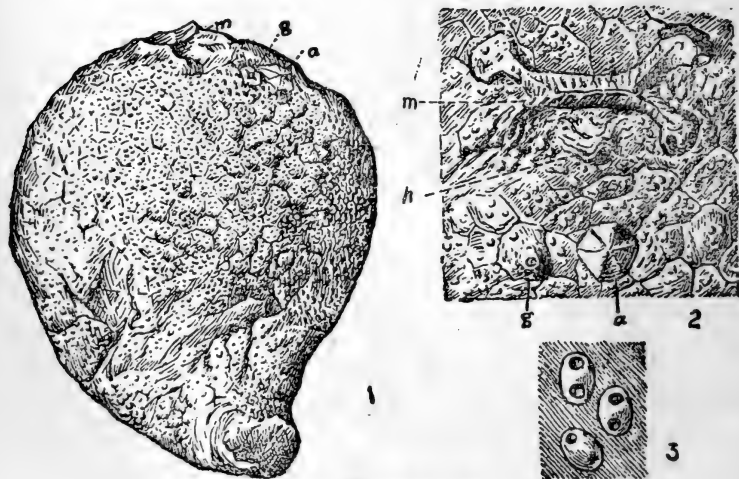


圖 66. 中國海林檎

1—側面；2—頂面；3—雙孔；

m—口；g—生殖孔；a—肛錐；h—水孔

孔菱目 (Rhombifera) 以
刺球海林檎 (Echinospaerites)
(圖67)爲例。萼球形爲無數小
板組成；口小，在頂部中央，
肛錐在其下，水孔位於二者之
間，**板具孔菱結構是它的特
點，奧陶紀。**

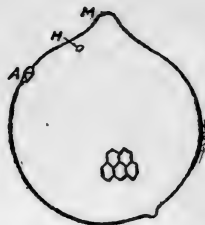


圖 67. 刺球海林檎
M—口；H—水孔；A—肛錐

三、海蕾綱

以**五邊海蕾 (Pentremites)**
(圖 68)爲例。萼爲梨形或球
形。有莖，由十
三片鈣質板所組
成。其中有三片
爲底板，五片爲
輻板(叉板)，
其他五片爲間輻
板(稜板)。口爲
五邊形居頂部，
有呼吸孔和肛門
圍繞着口。步帶
溝寬而長達萼的
下部。萼的橫斷
面爲五邊形。屬
石炭紀。

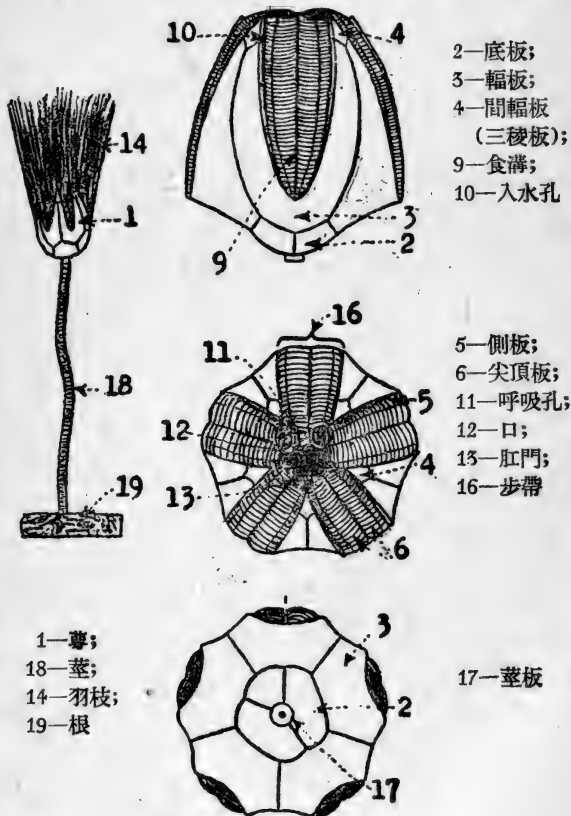


圖 68. 五邊海蕾
左—全部；上一側面；中—口面；下一底面

四、海胆綱

海胆具有硬殼，最易保存，多為扁球形或心形。由許多行片板組成，多呈輻射式排列，板上並具活動刺。殼內有生殖、神經、水管、消化等器官。海胆基本結構為：(1)殼的對稱面、形狀和刺的粗細；(2)步帶和間步帶行數和寬窄；(3)頂部系統(由五片生殖板和五眼板構成)的位置和形狀大小；(4)口部和肛門的位置。根據上項特徵可分兩目——有規則海胆目和不規則海胆目。

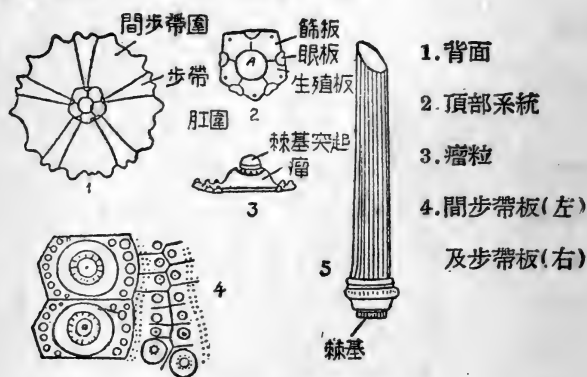


圖 69. 半頭帕海胆

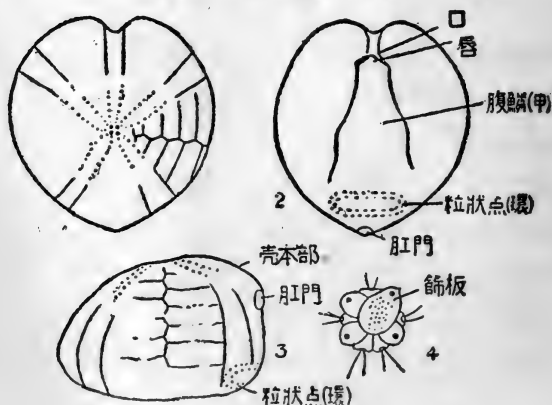


圖 70. 小蛸枕

1—頂面；2—底面；3—側面；4—頂部系統

(1)有規則海胆目 以半頭帕海胆 (*Hemicidaris*) (圖 69) 爲例。殼扁球形，輻射對稱，口部在腹面，肛門位於頂部系統之內。步帶窄具單排孔，間步帶寬，具粗刺。三疊紀——白堊紀。

(2)不規則海胆目 以小蛸枕 (*Micraster*) 爲例 (圖 70)。殼心狀，兩邊對稱形。口位於腹面的前端，肛門位於背面後部。步帶簡單，比較窄，有時成花瓣形；間步帶寬，爲兩行萼板所構成。頂部系統小，輪廓不清，僅有四個生殖孔表示生殖板和篩板的位置。白堊紀。

五、棘皮動物的地質分佈

棘皮動物遠在寒武紀就開始發生，我國西南奧陶紀和志留紀的海林檎，西南上古生代和三疊紀的海百合，以及新疆西藏白堊紀海胆 *Cidaris*，都具有地層上的重大意義。這些動物進化很快，每一綱目各部結構演變規律均非常明顯。例如海百合綱由單環式進化到雙環式；海胆綱，由單行片板變爲多行片板，管足孔由單行進化到三行；海林檎綱由雙孔類進化到孔菱類，在生物進化上均有重大意義。其中海胆綱化石尤爲世界海相白堊紀分帶的標準。

第二節 節肢動物

節肢動物種類繁多，昆蟲一綱佔全部動物七分之六。節肢動物或產水中或生陸上，呼吸以腮、表皮、氣管和肺；生活也不一致，有爲游泳、底棲、漂流或飛翔；除此，它的神經系統頗爲發育，具有腦神經球。眼部分單眼或複眼，(又分有柄和無柄二種)。另一特徵是變態。大多數節肢動物在生長過程中必經過幼蟲、蛹和成蟲三個階段，有時僅有幼蟲和成蟲兩個階段。

根據(1)節肢動物各部結構，(2)甲殼的性質(軟殼和硬殼)，(3)節肢數目，(4)呼吸工具等等，節肢動物分爲下列綱目：

一、甲殼綱

(一)三葉虫亞綱 節肢動物最重要部分，以寒武紀奧陶紀爲最盛。

(二)切甲亞綱

1. 葉脚目 化石不多，僅葉脚介屬 (*Estheria*) 重要，淡水產，侏羅紀到現代，白堊紀特多。

2. 豆石目 以豆石 (*Leperditia*) 爲代表，志留紀最多。

3. 蔓足目 地層上無重大價值。

(三)軟甲亞綱

十足目 殼軟保存不易，例如三疊紀古蝦 (*Pemphix*)。

二、腿口綱

1. 劍尾目 例如王蟹 (*Limulus*)，具劍尾和三葉虫相近。

2. 闊翅目 如闊翅蝸 (*Eurypterus*) 相當重要，盛產志留紀，華北開平二疊紀也有發現。

三、蜘蛛綱

例如蜘蛛，化石不多。

四、多足綱

如千足虫，化石不多。

五、昆虫綱

發現相當多，尤以白堊紀和第三紀（琥珀中）爲多。

在上述綱目中以甲殼、腿口和昆虫三綱比較重要，其中尤以甲殼綱爲最主要；而甲殼綱三葉虫亞綱是古生物學重點，其次豆石目也具有一定地層的意義。

三葉蟲亞綱

三葉虫是一種已經絕跡的節肢動物。在寒武紀種類繁多，進化最

快。極大部分屬底棲動物，少數種屬也能游泳，多生活在泥質海底或灰泥質海底中。因此，三葉虫多產在灰岩中或泥質灰岩或板岩中，具有硬的甲殼，保存最易。三葉虫是古生代標準化石。寒武紀三葉虫種類繁多，為劃分地層標誌。

三葉虫一般分為頭部、胸部和尾部，又因背殼顯然分為中軸（中葉）和左右兩葉，故名三葉虫（圖 71）。頭部的中央部分為頭顱，兩

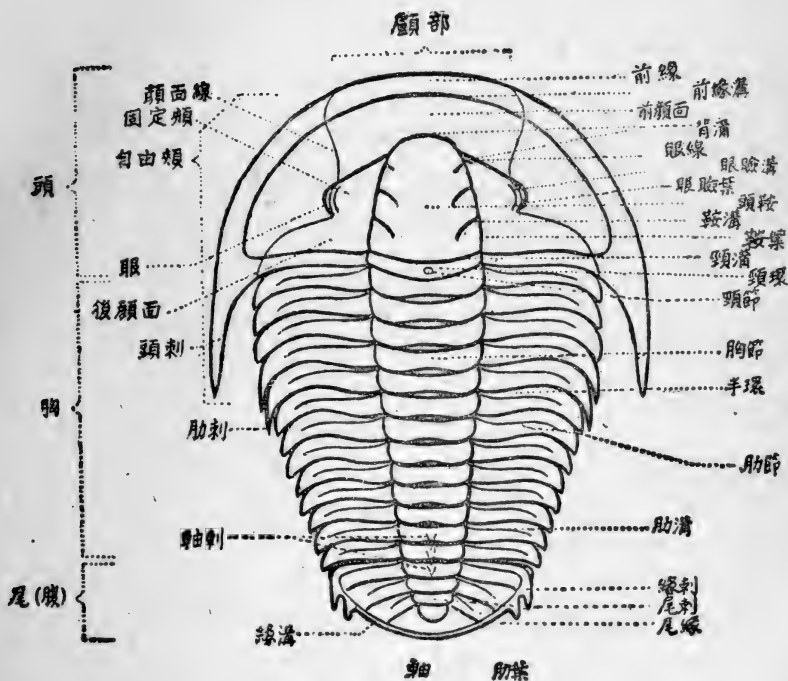


圖 71. 三葉虫各部構造

旁為具有頰刺的自由頰。頭顱的中央部分為頭鞍，兩旁為固定頰，而以面線和自由頰分開，前端分內外邊緣。胸部分為軸部和肋部。尾部也分為軸部和肋部，有時具側肋刺。

三葉虫分類主要根據 (1)顏面綫的位置; (2)頭鞍的形狀和大小; (3)邊緣的存在和寬窄; (4)尾部形狀的變化等等。照多數古生物學家意見,目前應分三葉虫爲兩目,後頰目和前頰目。

後頰目 後頰目的顏面綫開始從頭部後緣向前,最後伸至前緣,因而使頰刺和自由頰在一起,這目的頭蓋是和頰刺分開。本目最主要各屬如下:

雷氏三葉虫 (*Redlichia*) 背甲橢圓; 頭鞍尖錐形,具3—4對鞍溝,互不相聯; 眼葉長,新月形; 尾小,爲一圓形小板(圖72)下寒武紀。



圖 72. 雷氏三葉虫(萊得利基虫)

刺尾三葉虫 (*Dorypyge*) 頭鞍大並凸起,橢圓形,具短淺鞍溝三對; 自由頰窄,無邊緣,頰刺顯著。尾部軸部圓柱形,具六對肋刺,其中一對特長,但稍向外後伸,全甲具粒狀突起(圖73),中寒武紀。

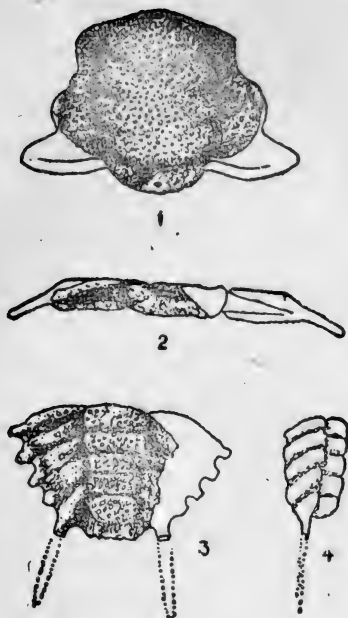


圖 73. 刺尾三葉虫
1—顛部；2—胸節；3,4—尾部

蝙蝠石 (*Drepanura*) 頭顱寬，頭鞍前端縮小如瓶形，具短鞍溝兩對。尾軸尖錐形，具六對短肋刺和一對鈍側刺，形似蝙蝠，故名蝙蝠石。屬上寒武紀，產山東大汶口（圖 74）。

光甲三葉虫 (*Megalaspis*) 頭部和尾部大小相等，光滑；頭鞍和尾軸均不分節。前緣向前延長形成前緣刺，面綫一般在前緣相交。下奧陶紀（圖 75）。

費氏三葉虫 (*Phillipsia*) 橢圓形，頭鞍大，直達前邊，邊緣窄。鞍溝三對；前二對深而短，後一對向下彎曲形成一對底葉。眼大，腎狀。尾部半圓形，具有幾行粒狀突起，石炭二疊紀（圖 76）。

前頰目 前頰目顏面綫起自頭甲側邊圍繞眼部彎曲最後伸至前面，因而頰角或頰刺恆在固定頰上；所以這目的頭顱往往具有頰刺或

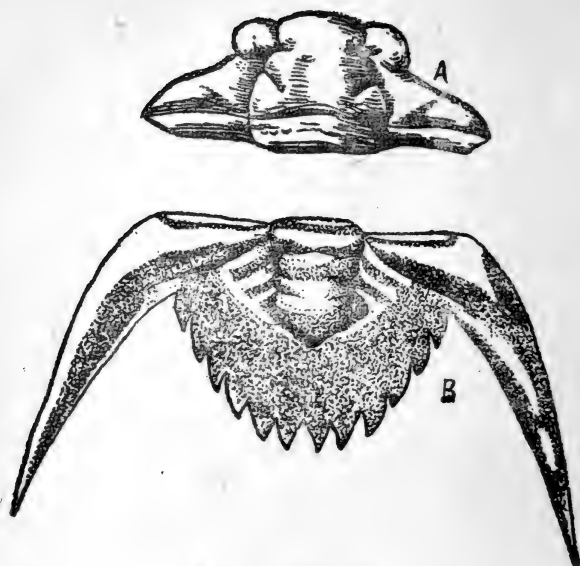


圖 74. 蝙蝠三葉虫
A—头部；B—尾部

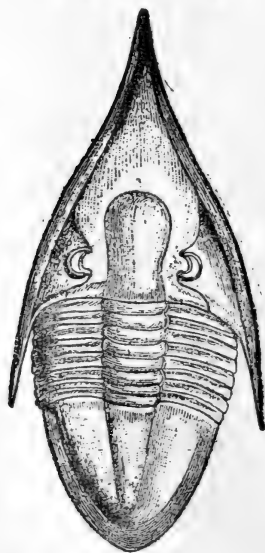


圖 75. 光甲三葉虫

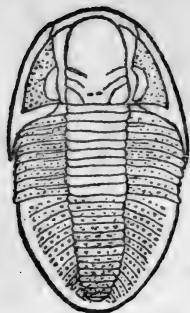


圖 76. 費氏三葉虫

頰角。這目主要屬有下列二屬：

王冠三葉虫 *Encrinurus* (*Coronocephalus*) 頭部有多數小突起，邊緣突起尤為顯著，自由頰小，頰刺長和固定頰相聯。頭鞍梨形，往下稍微收縮。尾部長三角形，中軸狹而長，節數多；尾部各節向後彎曲，並具有顯著短肋刺。產志留紀。

鏡眼虫 (*Phacops*) 頭鞍特別凸起，愈向前愈擴大；無頰刺。面

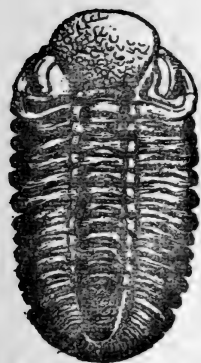


圖 77. 鏡眼三葉虫



甲



乙

圖 78. 球接子
甲—頭部；乙—尾部

綫从側邊引至鏡眼部彎曲後，再伸至前邊緣。眼大，屬複眼類型。志留紀——泥盆紀（圖 77）。

球接子 *Agnostus* 头部和尾部相等；僅具兩節胸節；尾部多具側刺。這屬結構珠，可能另成一目。種類繁多，為寒武紀分帶極好的標誌（圖 78）。

三葉虫的分佈和地層的意義

三葉虫屬淺海相海產動物，最能適合環境，進化最快，一般由小尾類進化到大尾類；由後頰類到前頰類；眼也由簡單到複雜（複眼）。三葉虫是寒武紀唯一主要標準化石，種類繁多。它的地層的價值不次於奧陶紀和志留紀的筆石，侏羅紀和白堊紀的菊石。到奧陶紀種屬數目雖減，但個別三葉虫屬特別發達，成為巨大三葉虫，均屬後頰目。到志留紀和泥盆紀前頰類開始繁盛；最後到石炭二疊紀，三葉虫突然衰弱，不但種屬減少，數量也大減，這或和相對應的菊石繁盛有關。到中生代地史發生新變化，許多淺海變為陸地，部分三葉虫適應了新環境進化成為另一類陸地上節肢動物，但大多數三葉虫終趨於滅亡。那時以三葉虫為食料的菊石的繁盛，更使三葉虫無生存的餘地。

第五章 軟体動物

軟体動物無論在生物学或古生物学方面均佔重要位置，或具單殼（腹足類和头足類），或具双殼（斧足類），多屬水生浮游或底棲，也有少數陸生。因具有硬殼頗易保存成爲化石。這類動物大多屬淺海相，往往產生在砂岩和頁岩中。根據(1)殼的結構，(2)足的形狀，(3)呼吸系統（腮或肺）以及殼的对称等方面分爲下列五綱：

- 一、原軟体綱 由幾個灰質板所組成，如石籠 (*Chiton*)；
- 二、瓣腮綱（斧足綱） 由左右兩個瓣殼組成，如蚌、海扇 (*Pecten*)（石炭紀——現代）
- 三、腹足綱 由一個螺旋殼組成，如田螺 (*Helix*)（第三紀——現代）
- 四、头足綱 具一個被隔壁分爲若干小房的單殼，如鸚鵡螺 (*Nautilus*)（奧陶紀——現代）
- 五、掘足綱 由一個兩端相通的角形或管形殼組成，無腮，如角貝 (*Dentalium*)（志留紀——現代）

除上述原軟体綱和掘足綱化石不常見外，其餘腹足綱瓣腮綱和头足綱三綱，在地史中多有發現，以头足綱尤爲重要。

第一節 瓣腮綱

水生動物，常用斧足爬行和掘穴。殼分左右二瓣，殼頂位於殼的前部，殼喙向前，鉸合綫或直或曲，上面有齒或臼。殼的內部有前後兩個筋柱，外套綫有全外套綫和外套灣。韌帶分前後兩種，在喙前者叫前韌帶，在喙後者叫後韌帶，兩種都有的叫全韌帶（圖 79）。有時殼的內部也有韌帶，叫內韌帶，如海扇 (*Pecten*)。

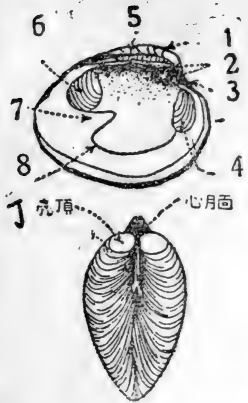


圖 79. 瓣鰓類的構造

上圖，左瓣內部

- 1—喙；2—齒槽；3—新自面；
- 4—前筋柱；5—韌帶溝；6—後筋柱；7—外套瓣；8—外套綫

下圖，殼的外部

左方爲左瓣，右方爲右瓣

一、瓣鰓類和腕足類兩種殼的對比

- | | |
|--|---|
| <p>腕足動物</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 兩殼大小不等，兩邊對稱。 2. 齒在腹殼，白在背殼。 3. 無韌帶。 4. 內部構造爲腕鈎腕環；腕螺旋和匙板。 5. 鉸合面發達。 | <p>瓣鰓動物</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 兩殼相等（少數例外），兩邊不對稱。 2. 兩殼都有齒白。 3. 有明顯韌帶司開啓作用。 4. 內部外套綫和外套灣明顯。 5. 韌帶發達。 |
|--|---|



圖 80. 櫛齒蛤

二、瓣鰓綱的分類

學者意見很不一致，大致不外根據：
 (1) 筋柱的形狀大小，
 (2) 鰓的構造，
 (3) 水管和鉸合部，
 (4) 外套灣的有無等特徵。但大多數古生物家多主張依據鉸合形式—齒系來劃分。

瓣鰓綱分爲下列五目

- (一) 櫛齒目 (Taxodonta) 齒多，形狀大小相等，並且排列成行，

如彎櫛蛤 (*Pectunculus*)，殼圓形，殼面具同心綫，具有兩行彎曲櫛齒，全外套綫有前後筋柱各一(圖 80)，第三紀到現代。

(二)弱齒目(*Dysodonta*) 齒系多不發育。

牡蠣 (*Ostrea*) 殼大小極不相等，有層狀構造和幅脊，內韌帶窩三角形或長形。在成年期無齒或極不發育。後筋柱特別發達，居中央，(圖 81) 泥盆紀——現代。

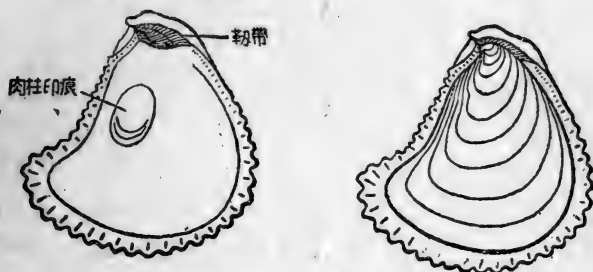


圖 81. 牡蠣

海扇 (*Pecten*) 殼近卵形或三角形，兩翼發達，內韌帶位於三角窩內，齒極不發達，筋柱一，居中央。石炭紀到現代。

(三)異齒目(*Heterodonta*) 齒的發育特殊化。齒少，分主齒和側齒，形狀大小不等。

快樂蛤 (*Cyrena*) 殼平滑，三角形，具同心綫。外韌帶突出，双柱形。外套綫完整。鉸合处有三主齒，距側齒遠，極易區別；左殼有前後側齒各一，而右殼前後各有側齒二枚。產生淡水或淡化海中(圖 82)，侏羅紀至現代。

(四)裂齒目(*Schizodonta*) 齒少而厚，具齒槽和完全的外套綫及外韌帶。

三角蛤 (*Trigonia*) 殼厚，三角形。具同心脊，筋柱屬双柱式，外套綫完整(圖 83)。三疊紀——現代。

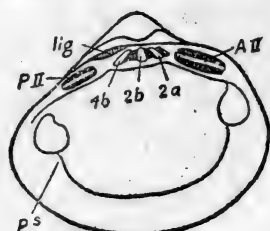


圖 82. 快樂蛤 (*Cyrena*)
2a, 2b, 4b—主齒; AII, PII—側齒;
Lig—韌帶; Ps—全外套綫

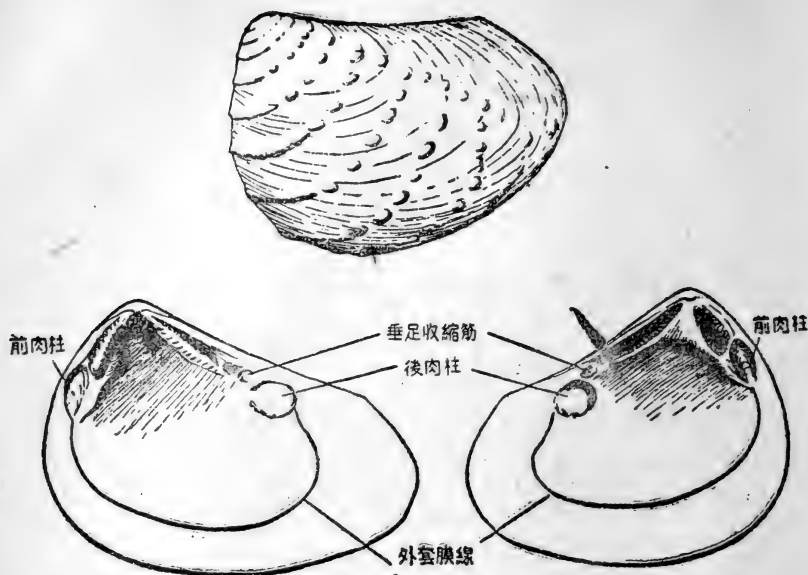


圖 83. 三角蛤

魁蛤(*Maetra*) 殼橢圓近三角形，多具同心綫。內韌帶生長在一個三角形窩中，外韌帶在一個溝中。主齒分開，前後側齒均顯著，為双柱形，外套彎顯著。白堊紀到現代。

(五)厚齒目 *Pachodonta* 主齒厚，殼厚特別凸出。

厚齒蛤(*Megalodon*) 殼為卵形。二殼凸起，大小相等。外韌帶長，特別露出。齒厚，右殼有二主齒，中間有一臼。左殼頂下有一大主齒，其前有一小主齒。無側齒(圖 84)。泥盆紀——現代。

馬尾蛤(*Hippurites*) 殼大小相差懸殊。下殼圓錐形，上殼較平。銜合部具小主齒和主齒槽，上白堊紀。

(六)貧齒目 *Desmodonta* 殼極薄，後部具有完全顯著的入水管、出水管和外套灣。無齒。

肋蛤(*Pleurohya*) 殼後部張開，水管特別顯著。殼面具同心脊似的肋。三疊紀——白堊紀。

三、瓣腮綱的地質分佈

瓣腮綱是水生動物，極大多數為淺海動物。從寒武紀到現代均有這綱的分佈，其中有不少淡水種屬具有地層的價值，但大多數的垂直分佈則甚廣。



圖 84. 厚齒蛤

古生代以櫛齒目和弱齒目以及雙齒柱式為重要。石炭紀以弱齒目的海扇科為最發育。中生代以弱齒目，裂齒目和厚齒目為多。其中尤以厚齒目中馬尾科為最重要。第三紀至今則為異齒目極盛時期。現代瓣腮類，除厚齒目外，幾乎包括所有各目，大有助於古生物的研究。

第二節 腹足綱

腹足動物具有不分室的旋迴的單殼，（極少數不具硬殼）。多為底棲動物，生長在不同深度淺海或淡水中。極少數如具翼足的後腮亞綱已能游泳。其生在陸地上者多以肺呼吸，如蝸牛等是。

一、螺殼構造

殼由許多螺環組成（圖 85），最大（最後）一環叫做體環。其餘各環總叫做螺旋。螺旋頂部叫螺頂，螺旋部相對兩側所交之角叫頂角。體環有一口，叫螺口，前端有一長溝叫做前溝，在後端者叫後溝，殼口內部向外捲的部分為外唇，向內捲的為內唇。內唇有時有數條螺

旋脊。螺環有一橫長條裂口爲裂口，如圖 86 之 L.S.，其已經封閉者爲裂帶(圖 85)。和螺頂相對的下凹部分爲臍，但有時內唇加厚成爲硬結螺環綫 (Callus)。兩螺環相接的綫爲縫合綫，螺旋部的中軸爲螺軸。殼口在下屬前方，殼頂向上爲後方。殼有左旋和右旋之別，主要看殼口在觀察者左方或右方來決定。

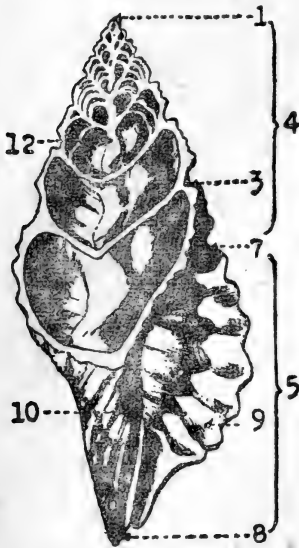


圖 85. 腹足類切面圖

1—螺頂；3—螺環綫；4—螺旋；
5—體環；7—後溝；8—前溝；
9—外唇；10—內唇；12—軸飾



圖 86. 肋螺

二、分類的根據和分類

關於腹足綱分類的根據應注重實際，同時也必需參考現代動物軟體部分。因此，應根據(一)腮的位置(在心臟之前或後)；(二)殼的形狀：盤狀、塔狀、圓錐狀、紡錘狀、圓柱狀、球狀等等；(三)殼的完整或殘缺以及裂口或裂帶的存在與否；(四)生活環境和用肺或腮呼吸等等。

腹足綱分爲下列三亞綱：

(一)前腮亞綱(Protobranchia)

腮在心臟之前。

肋螺(*Pleurotomaria*) 圓錐狀，口近方狀，螺旋部各環具裂帶，體環部分具裂縫(圖 86, L.S.)，寒武紀——現代。

神螺(*Bellerophon*) 殼比較光滑。臍小被封閉成爲硬結。殼在一

平面上旋捲，內環完全被體環包圍。體環具裂縫，其他各環具脊狀裂帶(圖 87)，志留紀——二疊紀。

寬臍螺(*Euomphalus*) 殼盤狀或扁圓形。臍大面寬。殼口多角形。外唇上有裂縫，裂帶凸起有時有節瘤，(圖 88)，志留紀至二疊紀。

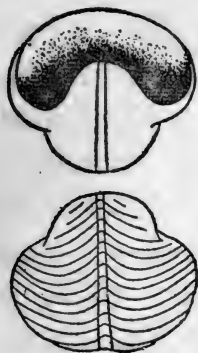


圖 87. 神螺



圖 88. 寬臍螺

紡錘螺(*Fusus*) 殼長，紡錘形。殼口圓，前溝極長，螺軸簡單無褶皺。螺旋包括許多螺環，殼頂螺環光滑。依此可以研究個體發展情況，並推斷該種族發展史(圖 89)。

侏羅紀——現代。

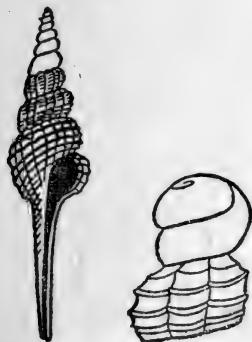


圖 89. 紡錘螺

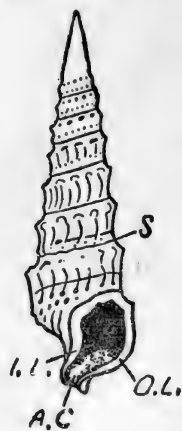


圖 90. 刺塔螺

I.L.—內唇；O.L.—外唇；A.C.—前溝 S—螺綫

刺塔螺(*Cerithium*) 殼塔形，各螺環用螺綫分開，具內外層和前溝。頂角極小。口近圓形，各環具橫脊和縱脊，均有刺排列成行(圖90)，以古第三紀為最多。



圖 91. 錐螺

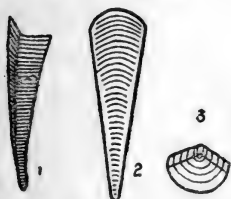


圖 92. 軟舌螺(1)和觸角石(2,3)

(二)後腮亞綱(*Opisthobranchia*) 外套膜具有一個，鰓位於心臟後面，有殼或無殼。多生於海水中，其中翼足動物，能游泳，分佈廣，具有地層意義。

錐螺(*Actaeonella*) 殼鐘狀或為倒圓錐形。環體極大，殼口窄長，內層具有三個螺旋脊。淺海產(圖91)，白堊紀。

軟舌螺(*Hyolithes*) 角錐狀，橫切面三角形或橢圓形。背面平，前方較為突出，生長綫極明顯(圖92之1)，寒武紀。

觸角石(*Tentaculites*) 殼直錐形，厚而堅實，橫切面圓形，頂端具橫隔。殼面平滑，具生長綫及縱紋和生長環，上志留紀和下泥盆紀(圖92之2,3)。

(三)有肺亞綱(*Pulmonata*) 產生在陸地上和淡水中，外套腔變為肺，營呼吸作用。

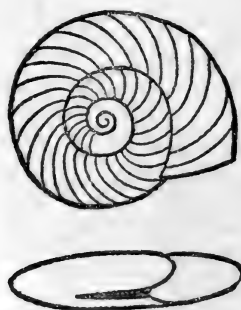


圖 93. 平捲螺

平捲螺(*Planorbis*) 殼扁平，左旋。殼環多，臍大，口部完整，淡水產(圖 93)，古第三紀始新世為最多。

蝸牛(*Helix*) 陸生。圓錐形或為近球形。殼面平滑，口部呈半月形，第三紀到現代。

三、腹足綱的地質的分佈和意義

在古生代和中生代腹足綱遠不及瓣腮類的繁盛，但在第三紀以後到現代，這綱在軟體動物門佔首要地位。這綱生長在不同深度海水中，在淡水或陸上也很繁盛。這綱在古生代和中生代雖不發達，但個別屬頗有地層意義。寒武紀翼足目較多，以軟舌螺為代表；志留紀泥盆紀以觸角螺為代表；石炭紀前腮亞綱較多，如神螺、寬臍螺之屬；第三紀為腹足綱極盛時期，種類繁多，其中前腮亞綱中紡錘螺(*Fusus*)和刺塔螺(*Cerithium*)的個體發生階段的研究尤豐富進化論的知識。

第三節 頭足綱

一、概要和構造

頭足綱為最高級軟體動物，產生在海中，小者長不及 25 毫米，大者可達四米半，能游泳，為當時海中之王。具硬殼，頭有觸角和漏斗管，眼尤為發達。殼係被隔板分為若干小室的單殼，最後一室最大叫住室，最先生長的小圓殼叫胎殼。

以直角石為例(圖 94)，殼為直角式，被隔板分為若干氣房和一個住房(前頭一個房)。隔壁上有孔為圓管通過之處，孔內周圍有石灰管。生于隔壁之前者為隔壁領，生于隔壁後方者為隔壁頸。通過胎房到住房的這一連管為體管。在體管內部的長管為內體管，在體管內部的隔板為內隔板，在體管內部的圓錐為內體錐。

隔板和外殼相交的綫為縫合綫。縫合綫從簡單到複雜，鸚鵡螺目縫合綫簡單；菊石目縫合綫複雜。

其向口方凸出者為鞍部，凹陷為葉部，最複雜的鞍部和葉部又可

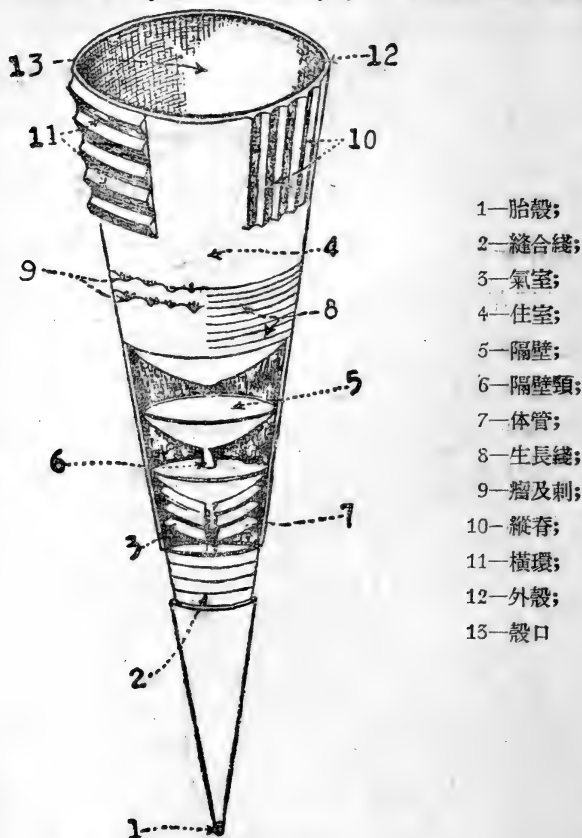


圖 94. 直角石殼的構造 (意想圖)

部分地或全部地再分為若干小鞍部和小葉部，形狀複雜如同菊花，故名菊石。

頭足類最先生長的一個小房為胎房，最後長成的大房為住房，殼口在住房的末端。為動物軟體出入之所。

二、分類的標準和分類

頭足綱按腮的類目分為兩大亞綱——四腮亞綱和二腮亞綱。前者

如下古生代鸚鵡螺類與上古生代和中生代菊石類，多屬外殼類型，佔頭足綱絕大部分；後者如中生代箭石類，及現代章魚類屬二鰓亞綱，屬內殼類型。

至於頭足類結構變化極速，並且均有規律可循。但這些結構不但四鰓亞綱和二鰓亞綱各異，即四鰓亞綱中鸚鵡螺目和菊石目也各有區別。例如鸚鵡螺目分類是以（1）體管（短隔壁頸或內隔壁或珠狀等等），（2）殼形（直形、弓形、環形、鸚鵡螺式）為主要，縫合綫屬次要；而菊石目是以（1）縫合綫（稜菊式，鋸菊式，菊石式），（2）裝飾（如橫脊的分叉，瘤刺的存在與否），（3）殼口形狀，高低以及（4）臍部的大小等為主要，體管和殼（直形彎形等）均屬次要。

在二鰓亞綱中，箭石目以前甲、閉錐和箭頭為主要。烏賊目以骨片為主要，章魚目以孵化殼為主要。

頭足綱的分類：

（一）四鰓亞綱（外殼亞綱）

1. 鸚鵡螺目

2. 菊石目

（二）二鰓亞綱（內殼亞綱）

1. 十足目（箭石目）

2. 八足目（章魚目）

鸚鵡螺目

鸚鵡螺目在古生代繁盛，現代代表僅鸚鵡螺一屬。這目主要特點為體管口向後，縫合綫平直或稍彎曲。可按殼的形狀，體管形式，殼口形狀分為下列主要屬：

直角石 (*Orthoceras*) 殼直，橫切面圓形，縫合綫平直。體管小，圓角狀，具短隔壁頸（見 94 圖），奧陶紀——三疊紀。

內角石 (*Endoceras*) 殼直，體管大，具圓錐形內隔壁，隔壁頸長，

直伸至後面一隔壁（圖 95），奧陶紀。

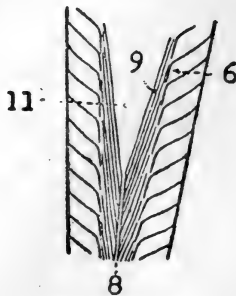


圖 95. 內角石

8—內體管；9—內隔壁；6—隔壁頸；11—內體錐

珠角石 (*Actinoceras*) 殼直，體管大，珠狀，具內體管支管（圖 96），中奧陶紀為最多。

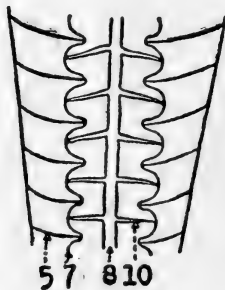


圖 96. 珠角石

5—隔壁；7—體管；8—內體管；10—內體管支管

牆角石 (*Phragmoceras*) 殼弓形，體管珠狀，殼口中間窄而兩端寬廣，志留紀。

黃河角石 (*Huanghoceras*) 殼厚，外捲式。臍淺而大，具橫脊。縫合綫簡單，華北太原系和英國上石炭紀（圖 97）。



圖 97. 黃河角石

鸚鵡螺(*Nautilus*) 殼內捲，外環幾將各內環包圍。臍小，殼口大，隔壁平直，志留紀至現代。

微石(*Lituites*) 最初生長四個旋圈成平螺旋，從此相接觸或稍稍分開；最後生長部分長而直。殼口為葉片狀，奧陶紀。

菊 石 目

殼多為螺旋式或是平旋式或鸚鵡螺式(外環包圍各內環)。體管口多向前，位置多不近中央，壁頸有近外緣者屬外襟式如稜角科(*Gonia-titidae*)，有近內緣者屬內襟式如海神石科(*Clymeniidae*)。縫合綫僅葉底有小齒如鋸菊石科(*Ceratitidae*)，有葉鞍全部具小齒者如葉菊石科(*Phylloceratidae*)。(圖 98) 主要屬如下：

海神石(*Clymenia*) 殼盤狀臍淺而大，體管在內緣。縫合綫具外鞍、側葉和內葉。殼平滑，除生長綫外無其他裝飾(圖 98)，上泥盆紀。

尖稜菊石(*Manticoceras*) 殼平滑為內捲式，臍小，殼口高，縫合綫具中鞍、外葉、側葉和內葉(圖 99)，上泥盆紀。

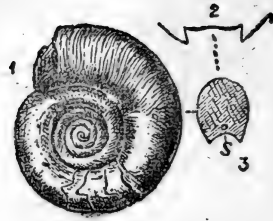


圖 98. 海神石

1—側面；2—縫合綫；3—口部表示体管[LS]

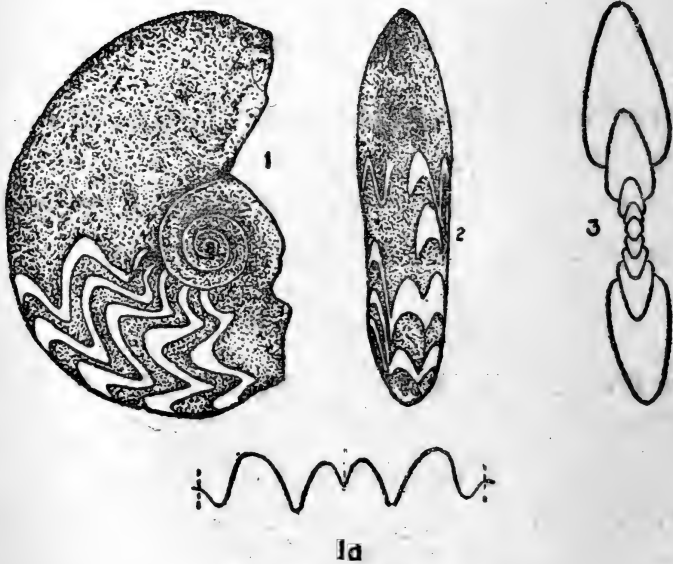


圖 99. 尖稜菊石

1—側面；2—背面；3—切面；1a—縫合綫

腹稜菊石(*Gastrioceras*)殼厚臍大，具橫脊和突起，多排列成螺旋狀。縫合綫具中鞍、外葉、側葉和內葉(圖 100)，上石炭紀為最多。



圖 100. 腹稜菊石

鋸菊石(*Ceratites*) 殼多具粗脊，有時具突起。體房短，佔全環的一半。縫合綫的各葉部窄具有小齒，鞍部寬渾圓(圖 101)，雲南麗江和世界三疊紀。

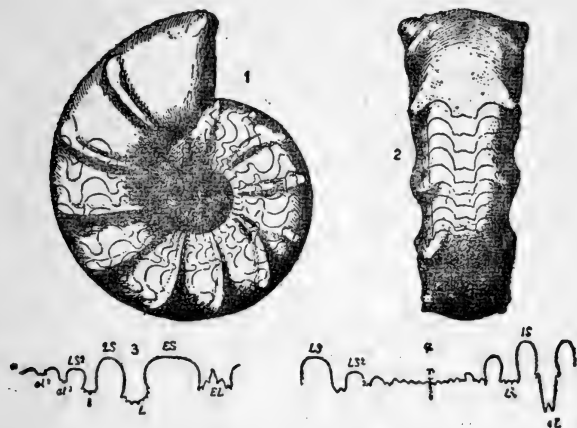


圖 101. 鋸菊石

1—側面；2—背面；3—4—縫合綫表示齒狀葉部和渾圓鞍部

葉菊石(*Phylloceras*) 殼面平滑，具平行生長綫。外環將內環完全包圍，臍極小或無。縫合綫屬大葉式。屬下侏羅紀。

粗菊石(*Trachyceras*) 殼具腹溝。橫脊和突起或刺，排列成組。縫合綫屬小葉式，全部(包括鞍和葉)爲鋸齒狀(圖 102)，三疊紀。

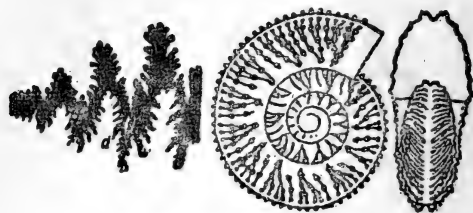


圖 102. 葉菊石

鈎菊石(*Hamites*) 殼完全鬆弛成鈎狀，具橫脊，有時具有突起表示退化象徵(103圖)，白堊紀。

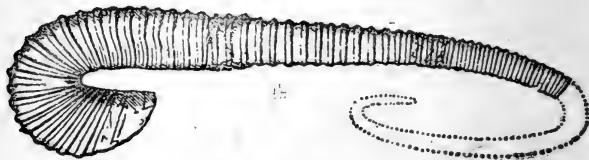


圖 103. 鈎菊石

十 足 目

这目具十足(觸手)，二足特長，現代海洋最多，如烏賊具有鐮形內骨片，常保存成爲化石。在中生代前，以箭石爲这目代表。

箭石(*Belemnite*) 箭石殼分爲前甲、閉錐和箭頭三部。箭頭灰質堅硬，尖錐形，下端尖，其腹和側面有縱溝。頂部有一圓錐狀空室爲閉錐位置，閉錐質薄多不易保存。最前端爲板狀前甲，質薄頗難保存(圖 104)，白堊紀。

擬箭石(*Belemnitella*) 箭頭近圓柱狀，下端具細尖。殼面縱溝較短(圖 105)，白堊紀。

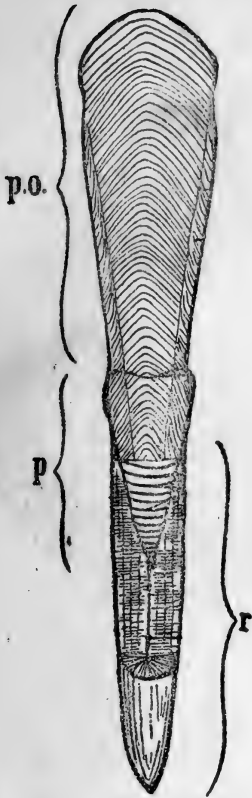


圖 104. 箭石構造

p.o.—前甲；p—閉錐；r—箭头（餘从略）

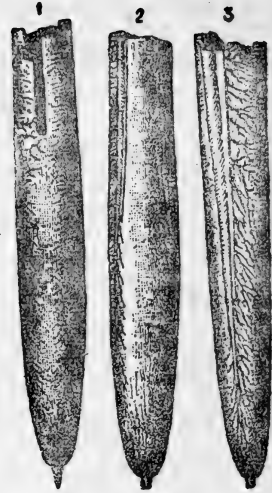


圖 105. 擬箭石

1—腹面；

2—背面；

3—側面

八 足 目

具八足，屬章魚類，在第三紀僅魷魚（*Argonauta*）屬，具外殼，為動物孵化時期所分泌（圖 106）。

三、头足綱的地質的分佈和地層的意義

头足綱在軟体動物門中最有地層意義，如古生代的鸚鵡螺目，上古生代和中生代的菊石目和箭石目。

鸚鵡螺目殼形初由直形而弓形（弓角石 [*Cyrtoceras*]），而環形（環角石 [*Gyroceras*]），而平旋形（盤石 [*Discoceras*]）而鸚鵡螺形（鸚鵡螺 [*Nautilus*]）。

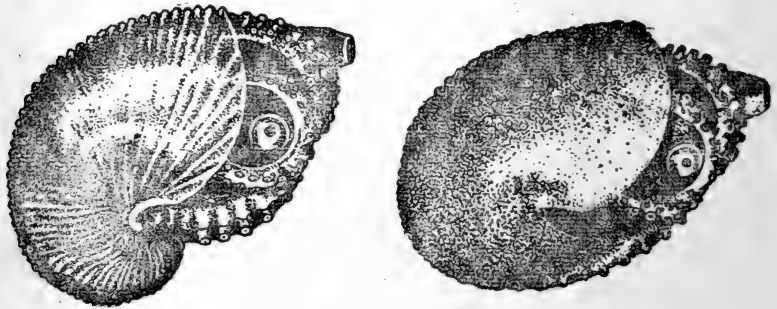


圖 106. 缸魚

菊石目縫合綫初由稜狀（如泥盆紀尖稜菊石）而部分鋸狀，即葉部具小齒（如三疊紀鋸菊石），而全部鋸狀即葉鞍全部都是小齒（如侏羅紀葉菊石）。縫合綫變化極速，規律極顯明，不但用以做分帶並且還是進化論的有力根據。最後殼環的鬆開（如白堊紀的鈎菊石）和突起的發達以至顯示退化象徵，最後全部菊石趨於滅亡。菊石目代替三葉虫縱橫在古生代後期和中生代海中，行動極速，游泳能力頗強。動物隔壁愈複雜化，其防衛能力愈強，並且不易遭受敵人攻擊。箭石的箭頭也是保護居住在閉錐中的軟体，而前甲的形狀更是促進游泳作用。白堊紀箭石箭頭結構的變化尤為劃分海相白堊紀地層的標誌。

第六章 脊索動物門

一、脊索動物概要和脊椎動物亞門

脊索動物門包括文昌魚，八目鰻以及脊椎動物的各綱——圓口綱，魚綱，兩棲綱，爬行動物綱，鳥綱和哺乳動物綱。

脊索動物的特徵

1. 脊索 所有脊索動物都具有脊索，它起着中軸骨作用，是有彈性而能彎曲的軸索。脊索是從腸的背壁加厚形成，因此它的起源是內胚層。高等脊索動物的脊索只在胚胎時期存在，以後就被脊索周圍的結締組織的脊椎所替代。

2. 神經系統 脊髓和腦分佈於背面，呈管狀，管的內腔稱神經管。所有無脊椎動物的神經系統都位於腹面，是實心結構無內腔。脊索動物的神經管由胚胎背面的縱溝所形成，因此其起源是外胚層。

3. 腮縫 穿過腸道前端的腸壁，而使腸腔與外界相溝通的許多成對的裂縫，稱為腮縫。水棲脊索動物腮縫終生保存着，而陸棲的脊索動物只在胚胎時期保存着。

上列三點是脊索動物和其他動物門主要不同之點。其他特點，分類中再為敘述。

脊索動物的分類（分為下列四亞門）：

1. 半索亞門

2. 尾索亞門

3. 無頭亞門

4. 脊椎亞門或有頭亞門

半索、尾索和無頭三亞門至今均沒有化石發現。

脊椎動物亞門（或有頭亞門）

脊椎動物的特徵

脊椎動物具有更高級的感覺器官和運動器官。頭骨發達，由顱骨和咽骨兩部組成。脊椎動物的脊索部分的或全部的被脊椎所替代。一般具有左右對稱的體形，清楚地劃分為頭、頸、軀幹和尾部。除下等脊椎動物外，普通具有兩對肢骨，主要的骨骼由肌肉包圍，為內骨骼。

二、脊椎動物的分類

脊椎動物可以明顯地分成兩類：無顎類(Agnatha)和有顎類(Gnathostomata)。無顎類的化石殘骸在奧陶紀(寒武紀?)便已發現；無偶鰭，僅具有單鰭。從泥盆紀末期起無顎類被有顎類所排斥，趨於消滅。

有顎類包括所有其他脊椎動物，分成兩類：無羊膜動物—包括下等水生或部分水生的魚綱和兩棲綱；有羊膜動物—包括絕大部分陸棲的三個綱：爬行動物綱，鳥綱和哺乳動物綱。

有羊膜動物的三個綱中，爬行動物和鳥構造上十分接近，因此這兩綱合為一個上綱——蜥形上綱(Sauropsida)

脊椎動物分下列六綱：

第一綱	圓口綱 (Cyclostomata)		無顎類	
第二綱	魚綱 (Pisces)	} 無羊膜類 (Anamnia)	} 有羊膜類 (Amniota)	} 有顎類
第三綱	兩棲綱 (Amphibia)			
第四綱	爬行動物綱 (Reptilia)	} 蜥形上綱		
第五綱	鳥綱 (Aves)			
第六綱	哺乳動物綱 (Mammalia)			

三、脊椎動物各綱一般特徵和地質的分佈

第一節 圓口綱 (Cyclostomata)

圓口綱的特徵 本綱現存的代表為八目鰻和盲鰻，為脊椎動物中

最下等的動物。圓口綱與其他脊椎動物各綱不同，沒有真正的顎，口位於特殊吸着漏斗的深处，漏斗具有環狀軟骨。無真正的齒，無偶鰭，鼻孔一個，圓口類的呼吸器官為5—15對由內胚層形成的腮囊，露出外表成腮孔或腮縫。圓口綱無硬骨，主要由結締組織膜和軟骨構成。中軸骨是被結締組織膜所包裹的脊索。脊索上部的脊髓管也同樣被結締組織所包圍。

頭骨具有極原始的構造。它由(1)顛骨(2)口前漏斗骨(3)咽骨三部構成。這些部分都是軟骨組成。

尾鰭和背鰭被許多軟骨質的細長鰭條支持着。

圓口綱的地質的分佈：現代圓口類，沒有化石代表，但是在奧陶紀，志留紀與泥盆紀中找到的似魚類的化石，統名為甲胄魚：泥盆紀以鰭甲魚(*Pteraspis*)為代表，上志留紀及下泥盆紀以頭甲魚(*Cephalaspis*)為代表。頭部多由整塊骨板組成。

第二節 魚綱 (Pisces)

魚綱和圓口綱相同，因為都是水棲的脊椎動物，終生有鰓。但是它与圓口綱不同之點是具有肌肉發達的尾鰭，有成對的胸鰭與腹鰭。頭骨比較發育，具有上顎與下顎。骨骼為軟骨或硬骨組成，有終生為軟骨的，也有幼時為軟骨質到成年變為硬骨的。

鱗片屬於外骨骼，可分為四種類型：(1)盾鱗，(2)硬鱗，(3)圓鱗，(4)櫛鱗 (圖107)。



圖 107. 魚鱗的類型
(a) 盾鱗；(b) 圓鱗；(c) 櫛鱗

尾鰭的形態也有重要演化的意義。原始的尾鰭平均分生於尾的尖端的上下兩部，稱為原始正尾，其後演變為歪尾，半歪尾，最後變為正尾 (圖 108)。這種尾形的變化在鮫類個體的發生史上也可看到。

我國魚類化石的地質的分佈

盾皮魚亞綱(硬皮魚)盾皮魚類開始有下顎,與頭甲分離,頭甲由很多對稱的骨板組合而成,軀幹的背部、腹部及兩側也具有骨板;後部有時具有鱗,有時裸露,前者如翼甲魚,後者如溝鱗魚(*Bothriolepis*) (圖109)。溝鱗魚為我國泥盆紀常見的魚化石。

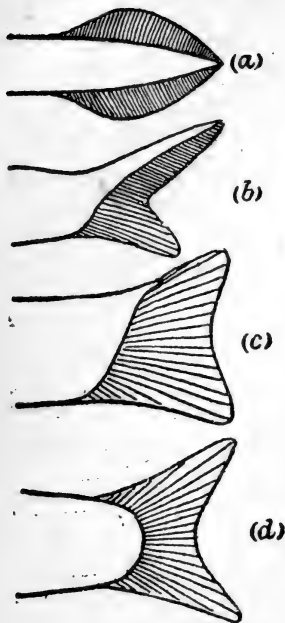


圖108. 魚尾的類型
(a)原始尾鰭; (b)歪尾;
(c)歪尾; (d)正尾

軟骨魚類 亞綱中如 *Hybodus* 產於我國三疊紀及侏羅紀地層中,只是以牙齒為主要化石。

硬骨魚類 近代魚類多屬硬骨魚類,海水淡水中均有。中國狼翅魚(*Lycoptera sinensis*) (圖110)產於侏羅紀及白堊紀地層中。中鱗魚

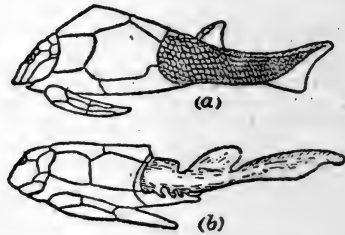


圖109.
(a)翼甲魚; (b)和溝鱗魚

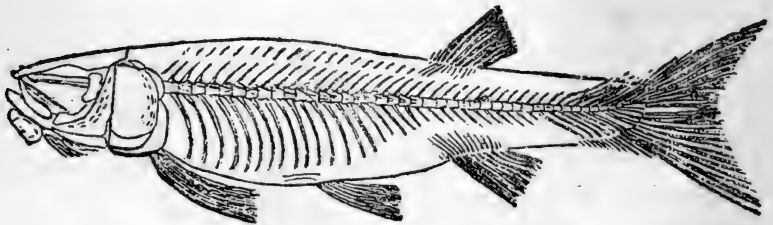


圖110. 狼翅魚

(*Mesoclupea*) (圖 111) 產於中國南部白堊紀地層中。屬於鯉科的魴魚

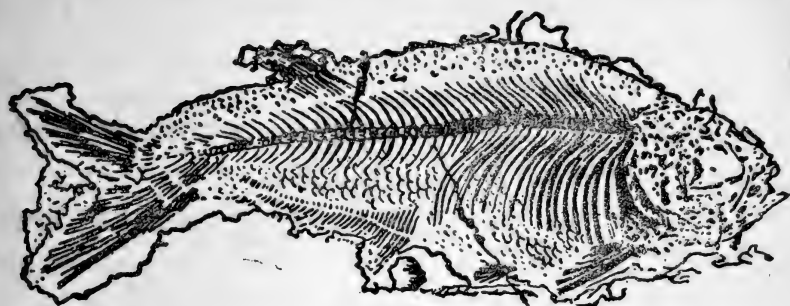


圖 111. 中脗魚

(*B. rbus*) 產於我國新生代中新世及上新世地層中，(產於山東省臨朐縣及周口店)。

第三節 兩棲綱

兩棲綱的特徵

兩棲動物具有水生和陸生的中間地位，關於這點從兩方面得到證明：(1) 它保持着水棲祖先的許多特點，此外還獲得了真正陸棲脊椎動物的許多特徵；(2) 它們最顯著的特徵是變態，這變態表現在幼時用鰓呼吸，並且沒有成對的肢，自變成爲成年動物後才有肺和供陸上運動的四肢。

現代兩棲動物身體上被着裸露的皮膚，但是古代的兩棲動物身體上往往被有各種各樣的排列成行的鱗骨、鱗片或骨板。身體的背面與腹面都可具有這種鱗片或骨板，爲保護之用。頭骨具有二枕顆(Condyle)與脊椎相接。

兩棲綱的地質的分佈

古生代的末期石炭紀及二疊紀的兩棲動物屬於堅頭類 (*Stego-*

phalia)。此時兩棲動物大量發展，種類很多，因此普通稱石炭紀及二疊紀為兩棲動物時代。到三疊紀時尚有殘餘種屬，三疊紀以後堅頭類就完全消滅。

在堅頭類中最繁盛是迷齒龍目。

堅頭類化石在我國地層中至今尚無發現。將來在陸相地層中很有可能發現，有賴於我國地質學者和古生物學者的努力。

我國地層中找到的兩棲動物化石屬於無尾目（或蛙目）。蛙類化石發現於山東臨朐縣的中新統，保存完全。在同一地層中並發現有蛙的幼蟲——蝌蚪。

第四節 爬行動物綱

爬行動物的特徵

爬行動物是冷血的脊椎動物。全身被鱗甲或角質板，具五趾的四肢，在特殊的爬行動物中，魚龍的四肢變為鰭，飛龍的前肢變為翼。爬行動物以肺呼吸，完全脫離了水中生活。從兩棲類過渡到爬行動物意味着高等生物界征服大陸的一個步驟，在生物演化史上，是一個重要的事件。

骨骼及其構造

頭骨具有一個枕顆。頭骨塊數減少，但下顎仍由多數骨片組成。上下顎都生有簡單的椎狀齒。頭骨由硬骨組成。

脊椎骨 爬行動物都顯著區分為頭部、頸部、軀幹部及尾部。脊椎骨也明顯的劃分為頸椎、背椎、腰椎、薦椎和尾椎。其構造不同，數目各異。脊椎體有的前凹後凸，有的前凸後凹，有的雙凹。

肢骨 下等爬行類的四肢，向兩側伸出，因此腹部着地，匍匐行動。高等爬行類中，肢骨逐漸變為垂直，支持體重，由全足着地。

中國爬行動物標準化石的地質及地理的分佈

二齒獸 二齒獸屬
獸形亞綱 (Theromorpha) 頭較大, 頭骨狹長, 無齒, 或只具有一對比
較發育的犬齒, 陸生, 二
疊三疊紀時種類繁多,
盛產於南非。我國新疆
下三疊紀地層中曾發現
二齒獸化石(圖112)。

水龍獸 水龍獸也
屬於獸形亞綱, 頭骨的
顏面部分向下彎曲, 上
顎具有二犬齒, 很發
育。水龍獸營水中生活
或兩棲生活。與二齒獸
相同也發現於新疆三疊
紀地層中。

祿丰龍 祿丰龍屬

於恐龍亞綱, 為陸生肉食恐龍類。長約5米, 頭小, 頸長, 兩足行走, 前足較小, 後足特為發育(圖113)。齒銳利成錐形。足趾具有爪, 尾長, 發現於雲南東部祿丰的三疊紀地層中, 與祿丰龍同層尚發現雲南龍及卞氏獸化石多種。

蒙古原禽龍 產於綏遠下白堊紀地層中, 頭大尾長, 二足行走, 屬鳥龍類, 草食。

盤足龍 盤足龍是四足行走的恐龍, 高2.3米, 長13.3米, 頭小, 頸長, 尾長, 營沼澤生活, 足掌如盤, 故名盤足龍。產於山東蒙

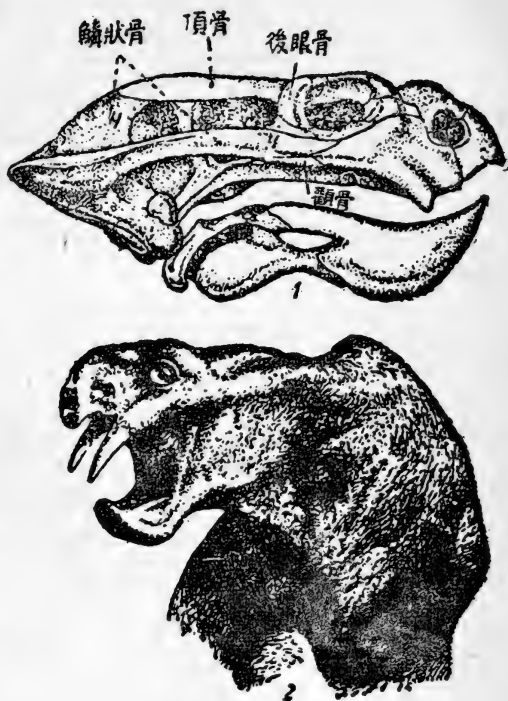


圖 112. 二齒獸
1-頭部構造; 2-復原像

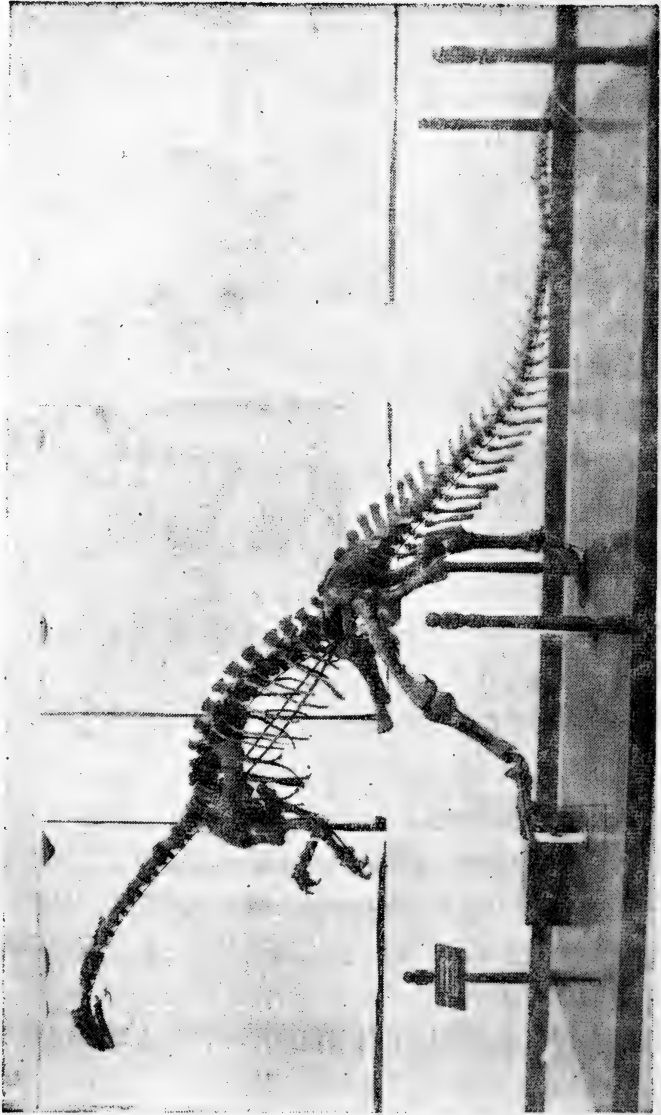


圖 113. 禄丰龙

陰白堊紀（圖 114）。



圖 114. 盤足龍

第五節 鳥綱 (Aves)

鳥綱特徵

鳥類在構造上和它們的祖先爬行動物很近似，並且只是爬行動物進化的一支，體溫不變，並適宜於飛翔。

鳥類和爬行動物兩者相似的主要特徵是：僅有一個枕顆；四肢具有蹠間關節和腕間關節。

鳥類的主要進化的特徵是：腦較大；具有四室的心臟；有輕便的四肢，前肢變成翼；體被有羽毛；骨腔中空，充以空氣，為了減輕重量適於飛翔。體溫不變而且很高。

鳥類化石的地質的分佈

鳥類的祖先：鳥類是由爬行動物演化而來，這是沒有任何疑問的。鳥類最近的祖先到現今尚沒有找到。但是毫無疑問，鳥類的祖先

是營樹棲生活的，具有前後趾可以相對的足。

始祖鳥 始祖鳥發現於上侏羅紀，身體被有羽毛；前肢變為翼；肩胛骨呈軍刀形，鎖骨成小弧形；骨盤和後肢為典型鳥類的構造，具有合的跗骨和四肢，三趾向前，一趾向後。具有羽毛可以表現出它有不變的體溫。但是始祖鳥還具有爬行動物的特徵，它具有脊椎骨的長尾；頰上尚具有齒；前肢雖成翼，但仍三指顯露，指上具有爪。

從第三紀開始，鳥類的數目顯著地增加，現在各科目的類型已佔了優勢，以後繼續增多，與現代的鳥類更趨於近似了。鳥類的繁盛是和當時的被子植物和昆蟲類發達是相關連的，因為被子植物的種子與昆蟲是它們的主要食物。第三紀地層裏常有鳥化石的發現，但是零星骨片為多而完整的較少。

第六節 哺乳動物綱

哺乳動物的特徵

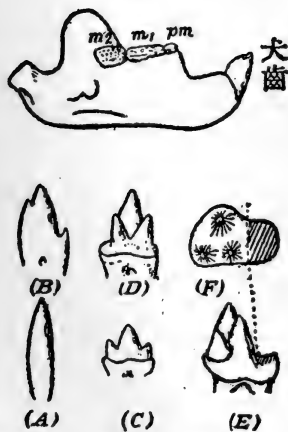


圖 115. 原始哺乳類及齧形齒
Pm-前臼齒； m_1 及 m_2 -臼齒

哺乳動物是脊椎動物中最高等的一綱，它表現在一切器官系統都有高度的分化，腦不但高度分化，並且很大。哺乳動物特別發展的是牙齒的分化，齒可分為門齒、犬齒和臼齒，臼齒又可區分為前臼齒與後臼齒（臼齒）；組成很堅固，極易保存成化石。對於鑑定化石種類非常重要。齒的演化過程也比較複雜（圖 115）。

頭骨組成的塊數，比較其他脊椎動物綱顯著減少。少年時候各塊骨片具有縫合綫連合起來，到了成年時期，有些骨片縫合在一起（圖 116）。下顎骨（下頷骨）構造簡單，只

由一塊構成。頭後有兩個枕髁。脊椎骨可區分為頸脊椎、背脊椎、胸脊椎、薦脊椎和尾脊椎五種，構造大小各異。

肢骨的適應和變化

哺乳動物的趾骨基本形式是五指（趾）式。但因適應不同的生活方式，發生很複雜的變化。肢骨的形態也是如此。肉食類動物具有甲或爪，而草食類具有蹄。草食哺乳動物的蹄又有兩種不同的演變：奇蹄類和偶蹄類。奇蹄類的特徵是中綫在中指，以中指

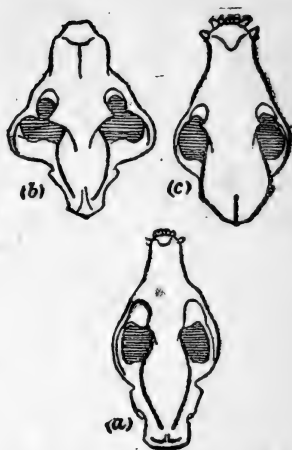


圖 116. 哺乳類頭骨類型
a-古肉齒類；b-獅；c-犬

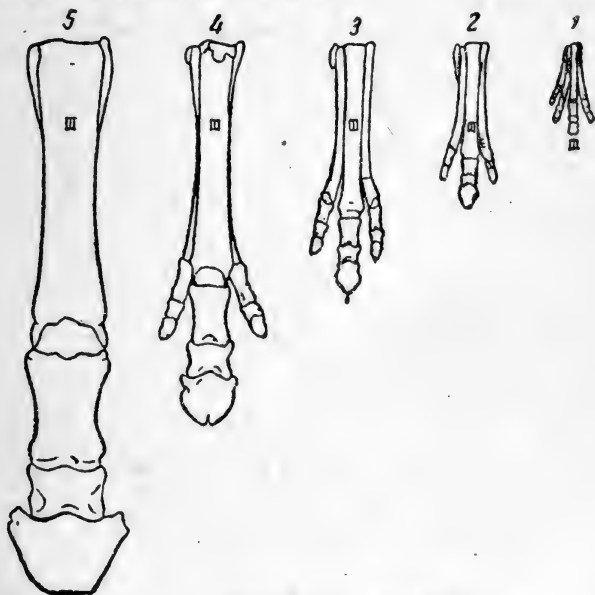


圖 117. 馬的演化（由五趾到單趾）
1-古新馬；2-中型馬；3,4-三趾馬；5-現代馬

(趾)就是第三指爲最發育，例如馬，只有中指，古代的馬除中指外尚有側指(二指、四指)(圖117)。犀類除中指尚有第二、第四指。偶蹄類的特徵是中綫在第三、第四指，這兩指同樣發育，例如現代的鹿和駱駝；又如豬科第三、第四指的兩側尚有第二和第五指，同樣發育，第一指則完全消失；象類則五指具全，惟中指稍大。趾骨的長短、粗細与生活地區，及象本身善走与不善走有關，區分也很顯著。因此趾骨的發育情形和數目對於化石的鑑定和分類上有很大功用(圖118)。此外尚有水生的哺乳動物，例如鯨及海豹等，肢變爲鰭形，

也爲生活適應上的一例。掘土生活与樹上生活者又各有不同之點。總之上述各種情況都与生活環境有關而發育不同，對於化石鑑定及分類上均特別重要。

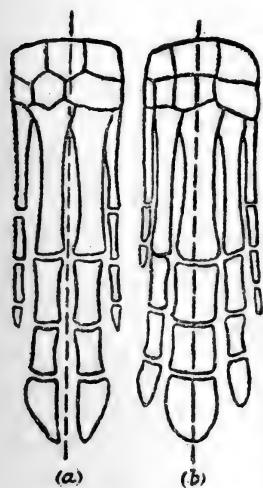


圖 118.

偶蹄類及奇蹄類下肢

哺乳動物的起源和地質的分佈

哺乳動物的祖先，从一切資料看來應該是二疊紀的獸齒類爬行動物(Teriodontia)演化來的。这种動物一方面具有一系列原始的特性(兩凹脊椎，能動的背肋与胸肋)；另一方面又有一些重要的特點与哺乳動物相似。例如齒着生於單獨的齒槽內並可分爲門齒，犬齒和臼齒；枕髁分兩部分；下顎的齒骨特別發達。該類最著名的代表有 *Inostrancevia-alexandri* 爲二疊紀的大食肉動物，長達三

米，犬齒很發達，發現於苏联北德維納河。另外一种是 *Cynognathus*，長達二米，發現於南非洲三疊紀地層中。二疊獸(*Permocynodon*)發現於北德維納上二疊紀地層中，頭骨長 91 毫米。南非洲三疊紀地層中的 *Ictidosauria*，體大相當於家鼠，有些學者認爲是最老的哺乳動物祖先，這些化石迄今尚未十分瞭解。

多突起齒類 (Multituberculata) 是已知的哺乳動物中最古的和最原始的種類，其最早的遺跡發現於上三疊紀地層中。臼齒上有許多縱行的突起，故名爲突起齒類。

三瘤類哺乳動物 (Trituberculata) 發現於上侏羅紀，它們大部分是小型獸，具有三隆起的齒。這類動物可分爲三類：三瘤齒類 (Tricodontia)，對稱齒類 (Symmetrodontia) 和盤它獸 (Pantotheria)。

眞獸亞綱 (Eutheria) 又名有胎盤亞綱 (Placentalia) 是由三隆起類中分化出來的，時代是在白堊紀的初期，最原始的種類屬於食虫目，不久以前曾發現於蒙古的上白堊紀地區中。

食肉目 食肉類多數陸生，只有少數水生者 (現另劃分出爲鰩足目)。牙齒分異顯著，足具四趾或五趾，爪可伸出或捲縮，白堊紀時開始發展。食肉目有一部分僅生存於老第三紀地層，在新第三紀時爲與現代極相近似的食肉類所替代。

古食肉類 (Creodontia) 在早期第三紀發育，腦量較小，具有短的五趾或四趾，根據化石資料來看，是現代食肉類和鰩足類原始類羣。在內蒙和冀北部曾找到多種，例如 *Andrewsarchus*, *Hyaenodon*, *Miacis* 等。

近代食肉類 (裂指類) 始於漸新世，到新第三紀大爲發育，種類繁多，到上新世達於極盛，頭形圓短，腦發育，犬齒強，臼齒數減少，例如虎、貓、狼、犬等均屬此類。典型的代表是劍齒虎 (*Machairodus*)，產於我國上新統及洪積統地層中。

有蹄目 有蹄目可分爲偶蹄及奇蹄兩大類，屬食草動物。又可分爲古有蹄類及新有蹄類，古有蹄類只限於始新世及漸新世，新有蹄類由古有蹄類演化而至現代。古有蹄類形体較小，四肢較細，蒙古始新統中以及我國北部山東之官莊層、山西之垣曲層均產有豐富化石。

奇蹄目 開始發現於第三紀初期，始新世及漸新世最主要的奇蹄類化石是蒙古和雲南所產的原始雷獸及雷獸 (圖 119)。在哺乳動物演化史上最有名的是馬的演化系統，由始新世的四趾馬，經過三趾馬



圖 119. 雷獸(*Tlanotherium*)

逐漸演化爲現代的一趾馬，趾數逐漸減少，趾逐漸加強加大，體形也漸增大，在歐亞大陸及美洲大陸，均有比較完整連續的化石記錄。我國上新世紅土層產三趾馬，代表馬的演化中的一階段。

偶蹄目 牙齒成半月形構造，具四趾或兩趾，第三四趾發育均等，第二五趾發育相同。羊、豬、鹿、駱駝可爲代表。我國內蒙及華北中新世及上新世地層中均產有之。

此外，尚有長鼻類（象），齧齒類（田鼠，鼠等）及猿人類（北京人）。

第七章 植 物

第一節 植物的一般概念和分類

世界上一切的植物可以分爲兩組：(1) 低等植物；(2) 高等植物。

屬於低等植物的有藻類，細菌，黏菌，真菌和地衣。這些植物的植物體是一種單細胞或多細胞的葉狀體。它們不形成根、莖、和葉；常不分枝或作叉形分枝。因此，低等植物叫做葉狀體植物；合成一門，叫做藻菌植物門 (Thallophyta)。低等植物的植物體，大小各有不同。小的，直徑不及一個微米(1微米即爲千分之一毫米) (例如細菌)；大的長達一百多公尺 (例如海產的幾種褐藻植物)。

屬於高等植物的有蘚類，苔類，蕨類和種子植物。它們分列三門中，即蘚苔植物門 (Bryophyta)，蕨類植物門 (Pteridophyta)，和種子植物門 (Spermatophyta)。這些植物的植物體有根、莖、葉的分別；因此，高等植物，又叫做莖葉植物。

種子植物門分爲兩綱：(1) 裸子植物綱；(2) 被子植物綱。被子植物的生殖器官是花；因之，被子植物又叫做顯花植物。其他的植物就叫做隱花植物。高等植物是多細胞體。它們的根、莖和葉由許多細胞組成。其中常有輸導組織。輸導組織是由於一些特殊化的運輸食物和水份的細胞所組成的。這些組織在根和莖中形成中心柱；在葉中形成葉脈。

第二節 藻菌植物門和苔蘚植物門

細菌 細菌 (除少數例外) 是沒有葉綠素的單細胞植物。體積極小，球、桿或螺旋形，連合成羣，有時連成絲狀。多是寄生在岩石

中，極難保存。自震旦紀以後的岩石中，曾發現類似細菌的化石。

藻類 藻類植物的種類很多。大多數都是水生的；淡水及海水中都有。很多的藻類形體很小，在顯微鏡下才能看到。

在藻類植物中有一類除葉綠素外，具有藻藍素，叫做藍綠藻，它們是最古老植物的一組。可靠的藍綠藻化石，雖僅在泥盆紀的岩石中見到，可是類似藍綠藻的羣體化石，常發現於震旦紀和寒武紀的石灰岩中。例如，在我國華北和東北震旦紀上部砂質灰岩中有圓柱狀聚環藻（*Collenia*）（圖120）。它們的直徑自數厘米至十餘厘米不等。有時分

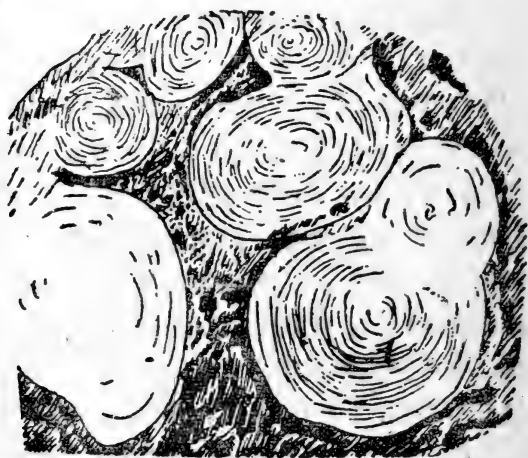


圖 120. 一種聚環藻(*Collenia tahoensis*)震旦紀，東北

枝。內部現同心圓成層的構造。

除藍綠藻之外，有一組綠色藻類叫做綠藻，和一組紅色藻類（除葉綠素外並具有藻紅素）叫做紅藻。這些海產綠藻和紅藻也常堆聚成石灰岩。湖沼中又常有一類矽藻（海水中也有），它們的形體很小，在顯微鏡中才能看到。體壁含有矽質，遺體堆積成矽藻土。發現於我國湖南山東等省的第三紀地層中。

苔蘚植物的化石很少見到。

第三節 蕨類植物門

蕨類植物是一組有莖、葉和根的植物，內部有輸導組織，和種子植物近似，但不生種子。繁殖作用有賴於孢子。這些孢子很小，通常在顯微鏡下方能見到，產生於囊形的孢子囊內。

蕨類植物可以分爲四綱：(1)裸蕨綱；(2)石松綱；(3)節蕨綱；(4)真蕨綱。現代生存的蕨類約有五千種，多屬於真蕨綱，大部生於熱帶。

一、裸蕨綱 (Psilophytineae)：本綱植物的植物體是簡單的。有地下莖和莖；沒有根。莖上多半不生葉。這一綱的植物。在志留紀和泥盆紀很發達。

我們常見的有裸蕨 (*Psilophyton*)。它們生在下泥盆紀和中泥盆紀。它們的莖是均分式的分枝，莖尖捲曲。孢子囊生在莖的尖端，多成對生長。常見的一種裸蕨叫做元裸蕨 (*Psilophyton princeps Dawson*)。莖上生有刺狀腺毛(圖121)。



圖 121. 元裸蕨再造圖，中泥盆紀

二、石松綱 (Lycopodiineae)：本綱植物具單葉，葉常小，螺旋狀排列於莖的四周。孢子囊生在葉的上面。這一綱的植物是從志留紀到現代都有。最發達的時期是石炭紀。現代的植物很小，草本。

在石炭紀這一綱植物，常成大樹，常見的有鱗木 (*Lepidodendron*) 和封印木 (*Sigillaria*)。鱗木屬植物，高可達30米以上。主幹直立，莖在上部分枝；枝作兩分叉式，主幹直徑多爲幾十厘米。樹皮很厚。葉針形，長數厘米到20厘米，密生枝上。老枝及主幹上於葉脫落後，留下葉基。葉基多作菱形，螺旋狀排列。葉基上有扁金字塔狀的葉痕(圖122, 123)。



圖 122. 鱗木再造圖

125) 是木本。有地下莖和莖。枝葉輪生。高可達 20—30 米。直徑可

封印木屬植物也多成爲高大樹木，分枝很少或不分枝。外形類似鱗木屬，亦具針形葉，葉長可達一米。葉基多作六角形，成行排列着（圖 124）。

三、節蕨綱 (Articulineae): 本綱的植物具輪生葉。葉形有大有小，各種植物不同。莖上明顯地分出節和節間。本綱植物自中泥盆紀至現代。在石炭紀和二疊紀最發達。

石炭紀和二疊紀的蘆木 (*Calamites*) (圖



圖 123. 鱗木的一種 (*Lepidodendron oculis felis*) 上石炭紀及下二疊紀

達1米。莖表面有縱溝和縱肋。節間中空。節部外面常有一些圓形枝痕。蘆木屬植物的細枝，有一些具有輪生的葉，叫做輪葉屬(*Annularia*)。葉劍形至披針形，具單脈，前端較鈍，基部相連。葉的長短各種不同；有的在一輪內長短也不一樣(圖126)。這些化石在上石炭紀和下二疊紀很多，絕滅於古生代的末期。下中生代有新蘆木屬(*Neocalamites*)。莖的外形和古生代的蘆木屬很像，但葉細長，基部不相連。大約是草本。

在古生代上部地層中，常保存有一些楔葉(*Sphenophyllum*)。這一屬的植物皆是草本，形體細小，節和節間的分化亦很明顯(圖127)，常具輪生的六葉，葉形寬大，楔形，先端有時分裂成裂片，全緣或具有鋸齒的邊緣，葉脈平行，常兩等分叉，和今日之銀杏(*Ginkgo*)葉的脈相似(圖127)。

四、真蕨綱(*Filicineae*):
本綱的植物，具大型葉。葉脈幾次分叉。孢子囊生在葉

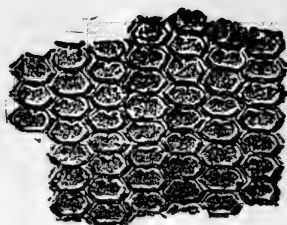


圖124. 封印木

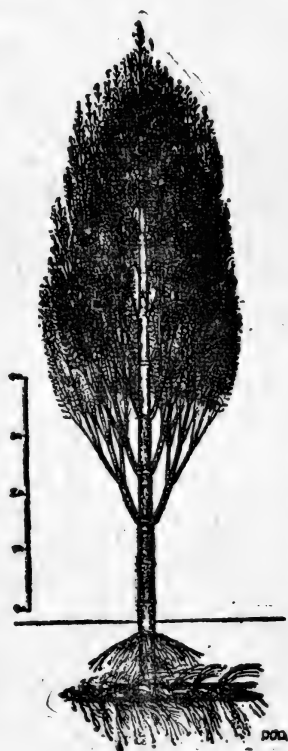


圖125.
蘆木再造圖



圖126.
一種輪葉
(*Annularia mucronata*)

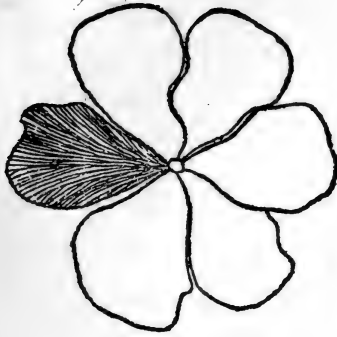


圖 127. 一种楔葉
(*Sphenophyllum oblongifolium*)

就是屬於支脈蕨葉型的〔圖 128 (2)〕。它們的孢子囊散生在葉的背面(圖 128, 3 4)。

真蕨綱桫欏科(Cyatheaceae)有一屬叫做錐葉蕨(*Coniopteris*)。這

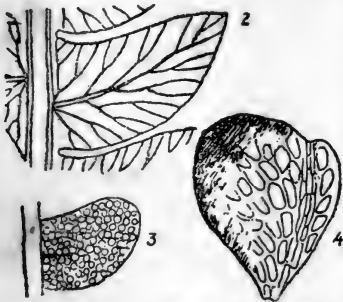


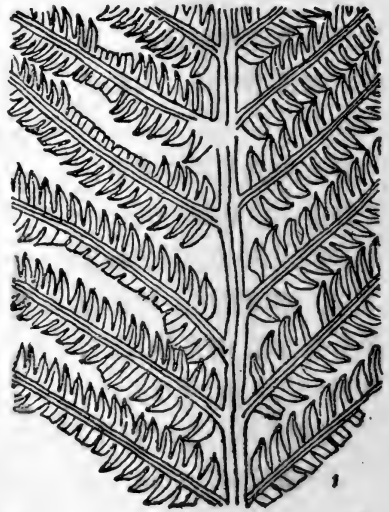
圖 128 一种擬托弟蕨(*Todites william*)

1-營養葉×2/3; 2-小羽片放大; 3-生殖羽片; 4-孢子囊, 侏羅紀

一屬的蕨類, 具多次羽狀複葉。羽片(次末級的小葉片)綫形或卵形; 小羽片基部收縮, 邊緣裂成裂片, 長較寬多數倍。兩邊近平行, 先端尖銳。生殖葉的葉片多退化。孢子囊堆生於脈頂。營養葉小羽片具中脈, 旁脈與中脈成銳角相交, 左右互生, 旁脈達裂片的尖端。這一屬的植

的背面或葉的邊緣。

本綱植物在中生代較為常見。最多的一些叫做支脈蕨(*Cladophlebis*)的葉子。這一類的葉子, 多半屬於紫萁科(*Osmundaceae*), 它們具有 2-4 次羽狀複葉。小羽片(羽狀複葉的最末級小葉片)三角形或鐮刀形, 葉脈明顯, 有主脈和旁脈之分。旁脈一至數次兩歧分叉。例如, 擬托弟蕨(*Todites*)的營養葉



物在我國侏羅紀最常見（圖129）。



圖 129. 一種錐葉蕨(*Coniopteris hymenophylloides*)侏羅紀
1,3—營養葉；2—生殖葉

在上三疊紀和下侏羅紀，有一些雙翼科(Dipteridaceae)真蕨。它們的葉很大，是叉掌形，羽狀複葉，葉柄兩歧分枝。羽片生自羽軸的兩旁，小羽片的邊緣具若干裂片，裂片各具中脈。旁脈連成網狀。例如，格脈蕨(*Clathropteris*) (圖130)。

在上侏羅紀和下白堊紀，有真蕨科的一種類烏蕨(*Onychiopsis elongata*)，它們也是具有多次羽狀複葉的。營養葉的小羽片是披針形，與小羽軸成銳角相交，生殖葉的小羽片是橢圓形，具短柄，中脈顯明。孢子囊生於小羽片的背面中脈的兩邊，排列成行(圖131)。



圖 130. 格脈蕨



圖 131. 一種類烏蕨
1 2—營養葉；3—生殖葉 上侏羅紀——下白堊紀

第四節 種子植物門

種子植物是最高等植物的一門，它們具有種子。在種子植物中的裸子植物，它們的種子不包藏在子房之中。

一、裸子植物綱 (Gymnospermae)

1. 種子蕨目 (Pteridospermae)：這一目的植物在上石炭紀和二疊紀很發達，到了中生代末期方絕滅。此類植物具有多次羽狀複葉。種子生在葉的尖端或葉的邊緣，或羽軸之上。

羽葉種子植物的葉子有許多類型。常見的有櫛羊齒 (*Pecopteris*)，它們的小羽片很小，兩邊近平行，基部全體與小軸接觸，或略略收縮，中脈幾達小羽片的尖端。旁脈簡單或數次分叉，向前伸直或彎曲。這樣的葉子，發現於中石炭紀到二疊紀的地層中 (圖 132)。

另一類型是翅羊齒 (*Neuropteris*)；它們的小羽片是卵形或舌

形，基部收縮成圓形或心臟形，先端圓鈍或尖銳，中脈僅達葉片的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ，旁脈弧狀彎曲，幾次兩歧分叉。這樣的葉子，發現於石炭紀和二疊紀。

另一類型是齒羊齒 (*Odontopteris*): 它們的小羽片基部的旁脈和主脈相交成大銳角。左右彎曲，主脈有時僅發達於小羽片的基部。在小羽片的基部，有自羽軸直接產生的許多葉脈，向外彎曲成弧形，直達羽邊。這樣的葉子，發現於中石

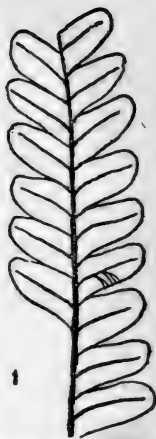


圖 132. 一種槲羊齒
(*Pecopteris lativenosa*)
二疊紀



圖 133. 一種網羊齒 (*Emplectopteris triangularis*) 下二疊紀

炭紀到二疊紀。

另有一些葉子，葉形似齒羽羊齒，但小羽片的旁脈互連成網，叫做網羊齒(*Emplectopteris*) (圖133)，這樣的葉子，發現於上石炭紀和下二疊紀。

以上的四種葉型，除一部分櫛羊齒是屬於真蕨外，其餘大約皆是種子蕨的葉子。另一種類型叫做大羽羊齒(*Gigantopteris*)；它們的葉片很大，主脈和第一次旁脈較顯明。二三次旁脈很細，旁脈出生角度很大，左右連成網(圖134)。這是二疊紀的特產。大約它們也是屬於種子蕨。在我國最常見的是煙葉大羽羊齒(*Gigantopteris nicotianaefolia*)



圖 134. 煙葉大羽羊齒 二疊紀, 1($\times \frac{2}{3}$); 2. 放大

2. 本內蘇鐵目(*Bennettitales*)和蘇鐵目(*Cycadales*): 這兩目的植物在中生代很發達。它們雖是木本，但不太高，具有塊狀或柱狀的莖。直徑大的不過二十餘厘米，具一次羽狀複葉。莖的外部被有扁菱形的葉

基。

本內蘇鐵目植物到了下白堊紀末即已絕滅；可是蘇鐵目植物尚餘一科九屬，存在於現代。但在我國只有蘇鐵(*Cycas*)，產於雲南和廣東。

這兩目植物的小羽片，左右互生，或近對生，形大而厚，種類很多。圖135所示的葉是一種本內蘇鐵葉子中段，兩端沒有保存。這兩目的葉子種類很多，有的具網脈，有的具單脈，有的具平行脈。這兩目的基本分別是決定在葉的表皮構造上。

3. 苛得狄目(*Cordaitales*): 這一目的植物，多為喬木。在石炭紀和二疊紀很盛。到了中生代不久就絕滅。植物體主幹直立，高達20—30米。莖的直徑有的達1米。單葉密生於小枝上，作螺旋狀平列。葉形很大，狀如竹葉，長可達數10厘米至1米，葉脈平行(圖136)。在我國上古生代有苛得狄(*Cordaites*)化石很多，此種木材埋積湖沼中變質成煤。

4. 銀杏目(*Ginkgoales*) 本目植物在中生代很發達，到了上白堊紀突衰，以後化石少見。現代只有銀杏(*Ginkgo biloba* L.)一種，俗名白果。在我國侏羅紀地層中，銀杏目化石葉子很多，最常見的叫做拜拉(*Baiera*)。葉

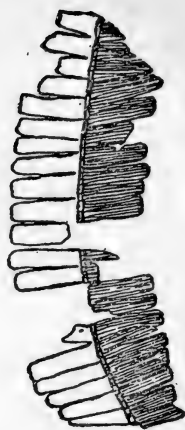


圖135. 一種本內蘇鐵的葉子 (*Pterophyllum aequale*) 上三疊紀



圖136. 苛得狄 (*Cordaites*) 再造圖

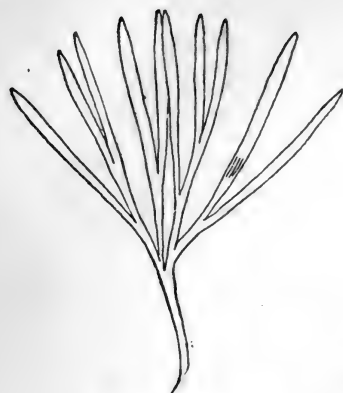


圖 137. 一种拜拉
(*Baiera pseudogracilis*), 侏羅紀
的葉子是披針形到綫形，
具單脈，互生枝上或接近
对生，葉的基部向下拖延



圖 138. 高枝杉的一种
(*Elatocladus manchurica*) 侏羅紀

扇形，有柄，葉片具許多裂片，各
具2—4 平行葉脈（圖137）。

5. 松柏目(Coniferae): 本目的植
物，多為喬木，往往成大森林。主
幹極其發達，具單葉。葉披針形、
鱗片狀或綫形。在中石炭紀開始出
現，到了上侏羅紀和下白堊紀極發
達。現代仍有 500 種左右。

中生代有高枝杉 (*Elatocla-
dus*)。自上三疊紀到下白堊紀地層
中皆有，但在上侏羅紀極多。這屬



圖 139. 苏鉄杉的一种

到枝面（見圖138）。

在我國中生代最常見的松柏目植物是蘇鐵杉屬(*Podozamites*)，這一屬的葉子也是互生。葉作寬披針形，螺旋形排列於枝上。葉脈纖細，平行，宛若竹葉(圖139)。

二、被子植物綱 (Angiospermae)

被子植物是最高等的植物，自上白堊紀開始繁盛。到了現代有8,000屬，125,000—150,000種。種類之多，佔全植物界一半以上。

被子植物的葉子在新生代地層中，保存很多。葉很寬闊，葉脈網形，和現代的闊葉樹的葉子極相似。

第五節 植物的地質的分佈

植物出現於震旦紀。在下古生代生有許多海藻保存為化石。在寒武紀和奧陶紀岩石中，保存有陸地植物類似苔蘚植物和裸蕨目的孢子。志留紀和泥盆紀植物多屬於裸蕨目。石炭紀和二疊紀是石松目、節蕨目、古真蕨科，種子蕨目和苛得狄目的世界。中生代植物羣則以蘇鐵目、本內蘇鐵目、銀杏目、松柏目和真蕨目植物為主。上白堊紀和新生代是被子植物的世界。

1. The first part of the paper is devoted to a general discussion of the problem of the existence of solutions of the system of equations

(1)
$$\frac{dx}{dt} = A(x) + B(x)u, \quad x(0) = x_0, \quad u(t) \in U, \quad t \in [0, T],$$

where $A(x)$ and $B(x)$ are continuous vector fields, U is a compact set, and x_0 is a given vector.

2. In the second part, the existence of solutions is proved for the case of a linear system of equations.

3. The third part is devoted to the case of a nonlinear system of equations.

4. The fourth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control.

5. The fifth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise linear control.

6. The sixth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control and a piecewise linear control.

7. The seventh part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control.

8. The eighth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control and a piecewise linear control.

9. The ninth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control.

10. The tenth part is devoted to the case of a system of equations with a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control and a piecewise linear control and a piecewise constant control and a piecewise linear control.

第二篇 歷史地質學

第一章 地史學的研究方法

第一節 確定地史的方法

一、研究地史學的目的和方法

歷史地質學簡稱地史學，根據地史變化過程，找出地殼發展的規律性，並且還要应用到地質勘探工作中去，以便保證國民經濟計劃的完成。

地史學的主要任務，不但要確定地層的層序，以便對比；還要不斷地分析岩層沉積的環境，來恢復古地理。這兩項工作又必須密切地結合，必須以實際資料，如岩層的物理性質、化學成分和厚度以及化石等為根據來分析各地區地殼運動的性質、沉積環境的變化、生物的演變等。中心內容不外乎是地質變化和生物變化二方面，而生物的變化又依賴於地質的變化（環境）。

層是地層的基本單位，十八世紀中期為 Füchsel 所創立。層可以很厚也可以很薄，代表在一定時期某一地區的沉積，多屬區域性質，常用地方、山、水等命名之。各層所佔沉積時間長短不一，它反映了一定的構造環境、沉積環境和生物組合情況。因此，每一層的研究具有一定意義。地質學的分析往往根據萊逸爾的以今証古的現實主義，但現實主義只有助於古代岩層沉積環境的推斷，還不能应用到每一時代；如碧石建造、含石油的建造等，尚無現代实例，可據以推斷當時實際沉積環境，所以只有努力學習蘇聯先進經驗，打下政治思想基

礎，用辯證唯物主義的觀點，不斷地尋求事實，找出發展規律，才是研究地史正確的基本方法。

二、沉積岩和火成岩的接觸關係

一個層(建造)可由一段沉積岩或火成岩所組成。沉積岩層的確定是根據上下界綫，特別是構造(不整合或假整合)界綫、層的厚度和所含的生物；更重要的还是要確定火成岩與沉積岩的接觸關係，就是要區分出侵入接觸和沉積接觸，這對確定地層層序是十分重要的。當火成岩侵入沉積岩層後，沉積岩接觸部分就會變質。這種現象為接觸變質(圖140)。

火成岩和被侵入岩層經長期侵蝕後再經海侵作用，沉積了新的岩層，通常在接觸處有侵蝕面，有時有底部礫岩。這種現象是沉積接觸(圖141)。

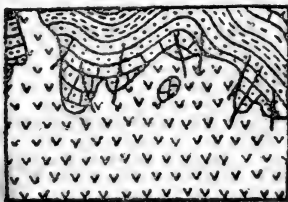


圖 140. 侵入接觸

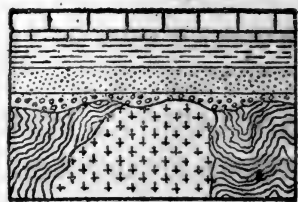


圖 141. 沉積接觸

三、应用古生物方法鑑定地層年代

鑑定地層年代常用放射性元素或古生物兩種方法：前一種是物理學家用以求得絕對年齡的；後一種是古生物學家用以求得相對年齡的。但因放射性元素較化石為難得，所以地層年代的鑑定通常以化石為標準。古生物方法又是一種比較直接和比較可靠的方法。例如，華北地台區的岩層岩相變化不大，化石分層比較明確，對比較易。我們固然可以用岩層性質比較法來鑑定地層年代，但在活動地區如秦嶺地槽

區，岩層的岩性變化很大，單純地应用岩層性質來比較就很困難。应用層位定律有時也可鑑定出地層年代，但只能指出大概年代，如某地區有 1, 2, 3 三層：1 代表奧陶紀，3 代表二疊紀，2 層如無標準化石，我們只能推測 2 層是在奧陶紀以後和二疊紀以前這一段時期沉積的，很難確定所屬的年代。古生物在地史時期中的出現，是有一定規律的，有些進化很快，不但可以看出漸變規律並且還可找出突變事實。例如，奧陶紀志留紀的筆石，侏羅紀的菊石等都可在地層中標誌出新種羣的開始，同時也指出某一時期的開端。新種羣的初現有決定性意義，它說明古生物的中斷。下圖兩中 a, b, …… 代表岩層（由下而上），每一直線代表一種化石種分佈情況。在第一種情況下，岩層是連續，古生物的分佈也是連續，其中並無顯著間斷（圖 142）；但在第二種情況下，下面（a—f）岩層的化石種從未在上面（o—t）發現，而上面層次化石種也未在下面層次出現（圖 143），這證明其中有過一個長時期

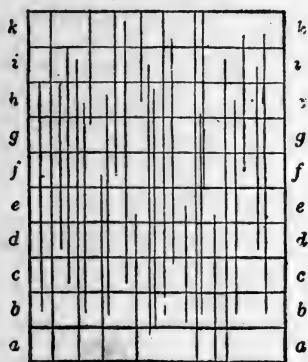


圖 142. 古生物的連續

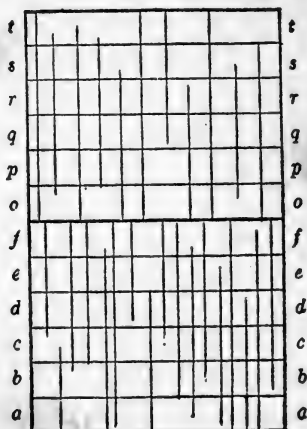


圖 143. 古生物的中斷

的侵蝕，因而才有古生物的中斷。層次中斷有時在野外不易找出，而古生物種羣的急劇變化可從古生物種羣的分析得出結論。一般來講，古生物方法是最易应用到地層年代鑑定的。

四、生物群的一般概念

地層年代的鑑定一般多以古生物的分佈為根據，但是關於生物羣的一般概念，也要有進一步的認識。

(一) 古生物的地層價值問題 生物分為陸相無脊椎動物，陸相脊椎動物，海相無脊椎動物，海相脊椎動物和植物五類，對於鑑定地層年代有不同的價值。海相無脊椎種類繁多，進化很快，如菊石和筆石等，尤其是海侵期中生物羣分佈很廣，在地層對比工作上幫助更大。

如二疊紀標準化石應選菊石類、紉錘虫類和腕足類三類。

(二) 地質年代的同時問題 地層固然是以標準化石為最好的標誌，但有時產生同種化石的地層未必同時，主要要看生物生活的環境來決定。漂流動物（正筆石）和游泳動物（菊石）分佈最廣，幾近同時，但各種動物種羣各有不同分佈中心，由甲處遷移到乙處需經過一定時期。因此，在各處所發現的同種化石就未必屬於絕對同時。例如，筆石發源於印度太平洋區後經遷移而達歐洲，*Cardiograptus*（心筆石）和 *Glyptograptus*（雕筆石）在中國發現較早。其他，如海林檎、腕足類、翼足類均有類似情況。地層工作者應進行各類化石種羣的定量分析，找出生物的遷移道路和分佈中心。

(三) 等列沉積（homotaxis） 它能指出兩個相隔很遠不同地區動物羣出現程序的相似並且可以對比出來。時代雖未必絕對同時，但其年代可藉此確定。例如，雲南上志留紀玉龍層可和英國上志留紀 Ludow 層相對比，主要由於這兩層屬於等列沉積。總起來說，特殊年代的確定，應根據古生物和岩層相結合的原則，這和過去忽而依靠一種忽而依靠另一種所進行的孤立的對比是有本質的差別。

第二節 地史的劃分和生物的分佈

一、地史的劃分概念

地球經過幾次比較平靜時期(海侵)和幾次變動時期(地殼運動)，因而大陸和海洋在不斷地交替着更迭着。每次大海侵就帶來一些新的生物，同時一些舊的生物也就被毀滅了。根據生物的特徵和演化，我們將地史分爲五個〔代〕：在一代內所沉積的岩層爲〔界〕，再由代、界分爲若干小的單位。代、紀、世、期代表時間的單位。界、系、統、層代表沉積單位。層爲基礎單位，主要根據上下構造界綫、生物羣、岩層性質和厚度來劃分。這都是屬於區域性，代表一段連續沉積。

帶(zone)是代表一化石層位，厚度不一。一般層包括一個帶或一個帶以上，而亞層(member)僅代表一個帶。因此，帶不應列在系統單位範圍之內。各系統的厚度不應一致：較古的系統一般厚得多，代表時間較長；較新的系統薄得多，代表時間也較短。

我們劃分地史，應結合古生物和岩石兩種方法，尤應以古生物方法爲基礎。如果僅以不整合爲分系根據，那末華北寒武系和奧陶系應併爲一系，因在其間並無不整合現象。英國下志留紀有多次不整合現象，似可分爲幾個系。同樣的，中國南部石炭系中間和二疊紀中間均有顯著間斷，各可劃分爲兩系。單憑區域地質構造來劃分系統——這是不全面的。因爲各個區域造山運動不是普遍的，我們就必須從整體去看問題，——就是要從每一大區域的地殼運動、沉積環境、海侵海退以及古生物發展的一般情況來看。例如，震旦系在中國最發達，上下界綫都清楚，並且下部界綫是不整合（呂梁運動），上部和寒武系也有間斷。從生物發展來看，震旦紀不應屬古生代，但也應和它以前地層分開，西歐前寒武紀的地層時代尚不易劃分，總稱爲前寒武紀；中國前震旦紀地層尚待研究。因此，中國地史年代表應列如下：

新 生 代 (界)	{	第四紀 (系)
		第三紀 (系)
中 生 代 (界)	{	白堊紀 (系)
		侏羅紀 (系)
		三疊紀 (系)
古 生 代 (界)	{	二疊紀 (系)
		石炭紀 (系)
		泥盆紀 (系)
		志留紀 (系)
		奧陶紀 (系)
		寒武紀 (系)
元 古 代 (界)	{	震旦紀 (系)
太 古 代 (界)	{	五台紀 (系)
		泰山紀 (系)

關於紀(系)以下分法應從實際出發，而以少創造新名詞為原則，因此建議寒武系(紀)分為上、中、下三世(統)，並可用 Cm_1 , Cm_2 , Cm_3 代表下、中、上寒武系。每統包括一層或幾個層，每一層又包括一個或一個以上的化石帶，如下表：

寒 武 紀 (系)	Cm_3	上寒武紀	鳳山層
			長山層
			崗山層
	Cm_2	中寒武紀	張夏層
			當十層
	Cm_1	下寒武紀	龍王廟層-饅頭層
			滄浪鋪層
			筓竹寺層

二、標準化石的概念

標準化石是地層層位的標誌。如 *Kaolishania* 帶，用以標誌上寒武紀一定層位。化石的地層價值不相等，有些化石如 *Textularia* (石炭紀—現代)，*Saccamina* (石炭紀—現代)，*Leptaena rhomboidalis* (奧陶紀—泥盆紀) 垂直分佈很長，不能做為標準化石。

只有地理分佈較廣，地史分佈窄狹，標誌清楚的化石才算標準化石。通常化石綱目較屬種代表時期長，例如三葉蟲綱是古生代標準化石，*Dikelocephalidae* 科則為上寒武紀標準化石；而 *Quadraticephalus walcotti* 種則為鳳山層標準化石。

又如筆石綱也是古生代標準化石，正筆石目 *Graptoloidea* 是奧陶紀和志留紀標準化石，單筆石科為志留紀標準化石，而 *Cyrtograptus symmetricus* 則為中志留紀一個層位(帶)的標準化石。就以筆石論，各種標準化石所代表的時期也不等，主要在分析動物種羣和慎重地選擇每一個標準化石，以便正確地劃分地層。

三、生物地理區和生物生態的分類

(一) 生物地理區

生物和它的生活環境有很密切的關係。大陸和淡水生物帶性質多易了解。海洋生物帶是按照海水深度和海底的地形分為下列四區(圖 144)：

1. **海岸區**：在漲潮和退潮界綫間地帶，海底陽光充足，生物最多。
2. **淺海區**：位於 0—200 米深的陸棚(台階)上的淺海區域，光綫充足，游泳和漂流動物均繁盛。
3. **陸坡深海區**：位於大陸斜坡上的地帶(200—1000 米)，陽光僅穿過上面，多游泳動物和漂流動物。

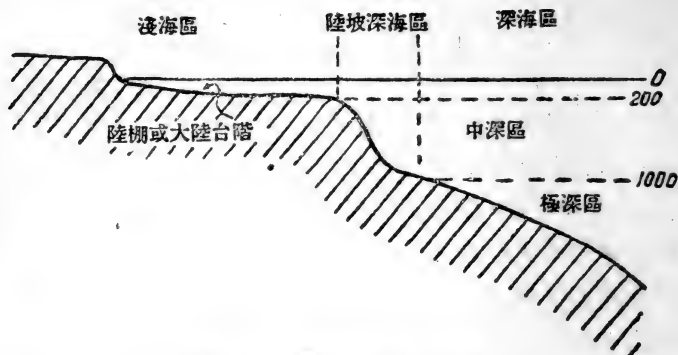


圖 144. 海洋深度及生物區

4 **深海區**：深度可自 1000 到 6000 米，黑暗，生物稀少。

(二) 動植物生態的分類

按海相動植物生活環境可別為三類：

1. **漂流生物**能在海中漂流，如現代水母和古生代筆石；
2. **游泳生物**，如墨魚和中生代菊石等；
3. **底棲生物**，其中又分**固着底棲生物**如珊瑚，和**移動底棲生物**如軟體動物和甲殼類。

漂流生物分佈地區較廣，多為標準化石。底棲生物的生活多為海底環境所控制。砂底、泥底和灰質泥中生物種類各有不同，必須將現代海底生物的研究結論应用到古生物方面去。這不但說明同時間同地岩層化石差別的原因，還可了解當時沉積的環境。所以說，底棲生物是相化石的主要代表，但分佈不一定很廣。

(三) 動物羣和植物羣

在同一地區和一定時期內所產生的動物種羣和植物種羣分別叫做**動物羣**和**植物羣**。據上節所述，海相生物的分佈決定於海洋深度與海底性質，因此不同地區就產生不同生物羣。

這類有區域性的動物又叫**區域動物羣**，而分佈比較廣泛的動物羣

叫做世界動物羣（如有孔虫的變科）。

我們必須考慮岩相的特殊性和研究動物羣與植物羣在具體的地質環境下的發展情況，決不能忽略岩相分析去進行地層的對比工作。就是說：不應將泥質與石灰質地層中不同性質的動物作對比，也不能以某一地區所觀察到的結果，總括到一個統一分帶表裏去。

生物和其生活條件是個統一整體。因為物質環境不同，生物在時間上和空間上所起的變化也就不同。此外，地形和氣候也影響到生物羣的組成。例如，具全口的腹足類多屬湖產，而具有前溝或後溝的腹足類多屬海產；具單柱的瓣鰓類多屬海產，而具雙柱的多屬淡水產。

研究各地區生物羣必須結合岩相分析才能對地層對比起作用。

第三節 海相和陸相沉積

一、海相沉積和變化

海相沉積的變化，決定於地殼運動性質（上升和下降）、沉積範圍的大小和地形的高低（圖145）。

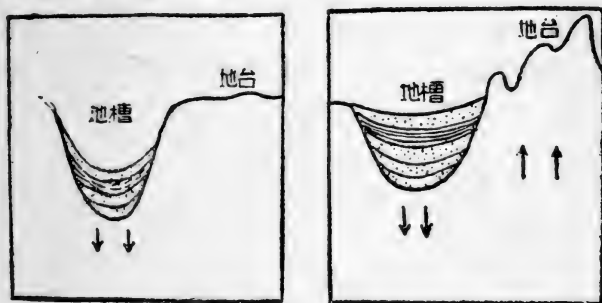


圖 145. 地槽區沉積的厚度

如果供給岩屑的地台在上升，就會有大量侵蝕物質沖刷下去，因此地槽區域就會有很厚沉積。這說明沉積的厚度並不決定於沉積區的下降幅度，而是決定於沉積環境。例如，英國蘇格蘭上奧陶紀沉積在 Girvan 州西邊為具殼相，主要為礫岩砂岩和頁岩，厚逾 1000 米，而

在 Moffat 地方沉積爲筆石頁岩，僅67米，但所沉積的時間則相等。此外，海底噴發岩往往造成很厚岩層，但所代表的時間並不長。例如，英格蘭 *Didymograptus murchisoni* 帶係正常淺海沉積，並不厚；如有火山灰噴發參雜，就會造成極厚的岩層。

雲南西部洱海之東，下奧陶紀的沉積，代表濱海相沉積。大理區靠近滇緬地槽邊緣的沉積屬濱海相，主要爲砂岩含濱海相瓣鰓類和舌貝 (*Lingula*) 極多；但在保山區代表地槽中央部分爲筆石頁岩相。(動物種羣有筆石和三葉虫，岩層厚度也就大) 所以一個地區的沉積岩相的分析首在層的研究。不但要研究層的旋迴是否完全，還要推究其改變原因。必須注意沉積旋迴不是重複而是發展中必經階段。例如複理式層 (建造) 自下而上分爲礫岩、粗砂岩、砂岩、灰岩等，但有時可能缺少底部或頂部。中國古生代各紀沉積各有一整套沉積——沉積旋迴。

例如，中國南部長江上游志留紀岩層，它的下部爲砂岩或砂質頁岩，中部爲頁岩和灰岩，上部又變爲頁岩和砂岩；又如雲南東部下奧陶紀不整合在下寒武紀之上，最初爲砂岩，產三葉虫和瓣鰓類，中部爲頁岩和灰岩，上部爲頁岩，都代表一個旋迴。

由此可見，系一般可分三部分：起初爲陸相、濱海相或淺海相；中間爲正常海相，代表最大海侵；最後復變爲較淺海相。特別是中間部分沉積，代表那時最大海侵期，動物羣也繁盛，最易確定地層時代，也很容易和其他地區作對比。例如中國中志留紀馬龍統或羅惹坪統產歐洲 Wenlok 統的動物羣，代表這紀最大海侵，可爲地層對比標誌。

中國古生代海侵共有九次以上，每次代表一段比較平靜沉積時期，這是和各期主要造山運動和造陸運動相間隔的。每一海侵期所造成的沉積叫做海進層，它的現象叫超覆；海退時所造成的沉積叫做海退層，它的現象叫做退覆。一進一退往往形成一旋迴，如中國下石炭紀有二次旋迴；中國二疊紀有兩次旋迴。由於超覆和退覆的關係，在同時期岩相性質雖有不同，如近古陸礫岩砂岩較多，較遠爲頁岩和

灰岩，但每一海侵期所帶來的另一種新動物羣常為年代劃分的根據（圖146）。但同時也要結合海底性質和動物羣所受到的控制或限制。例如，大理下奧陶紀濱海相沉積雖含有大量瓣鰓類和舌貝，而同時也產生極少三葉虫標準化石 *Dalymene birmanica*。

除此，還應區別出地槽區、地台區和過渡區沉積的類型（見第三章）。

例如，地槽區類型以複理石（一組或多組岩層，順序為礫岩、砂岩、頁岩、灰岩，最後為侵蝕面）、筆石層、矽質頁岩層為代表；地台區以大片玄武岩流紅色岩層為代表；過渡區以磨拉石（山前礫岩層）、瀉湖相煤系等類型為代表。

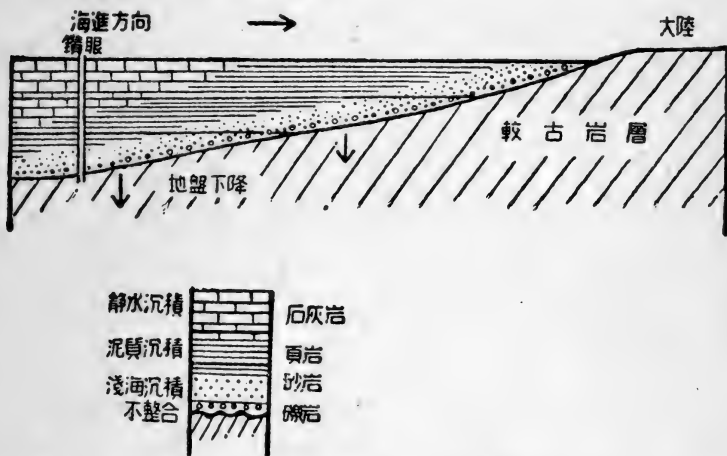


圖 146. 海進層（上圖表示超覆；下圖表示鑽眼處岩層次序）

二、沉積相和構造

1. 濱海相——以帶有波浪紋和動物爬行痕跡、貝殼碎屑層或砂岩層為代表。

2. 淺海相——生物和化學沉積為主；以筆石頁岩、珊瑚礁、介殼灰岩等為代表。

3. 較深海相——以粘土層、放射虫軟泥、瀝青質石灰岩為代表。
4. 瀉湖相——以各種鹽層、煤層為代表。鹽的沉積程序自下而上：(1)石膏；(2)岩鹽；(3)無水石膏；(4)母液。
5. 陸相——陸相沉積受氣候及地形條件的控制，可分潮濕平原及乾燥平原等沉積類型；又分殘積、坡積、靜積、淤積等（圖147）。此外三角洲沉積形成在江河出口處，其沉積構造如圖148。

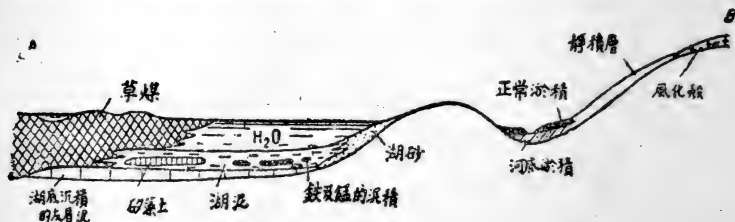


圖 147. 潮濕平原各種沉積類型綜合圖

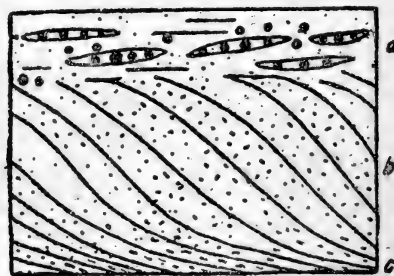


圖 148. 三角洲沉積構造

a—上層粗粒層；b—傾斜中粒層；c—底層細粒層

第四節 地層對比和古地理

一、地層對比和方法

地層對比是地史中最基本而最重要的工作。在地台區內岩相的變化比較小，對比也較易；在地槽區內由於地殼運動、岩相和岩層變

化比較複雜；但和地槽走向相平行的岩層的性質及厚度變化比較小。

在對比之前，先將各地一系列的實際剖面變為綜合柱狀剖面，計算其厚度並注意每一地點沉積變化的規律和程序。

(一) 動物羣發生的程序

各地動物羣出現程序有一定的規律，這和動物進化和沉積環境的特殊性是分不開的。根據生物的進化和出現程序，還可判斷每個剖面是否正確或錯誤。

在選擇剖面時，應多注意連續剖面。就是說，要好好地選擇標準剖面和標誌層，一般選構造不複雜地區。

(二) 建造的界綫

由於地殼運動發生的不整合和假整合是確定層的上下界綫的主要根據，同時也是同一盆地或一個構造單位各地剖面對比的主要根據之一。

(三) 沉積的形成

為了瞭解各地沉積的形成，就必須進行岩相分析，其中包括沉積旋迴、超覆和退覆、岩層的物理性質（受沉積時的溫度、濕度、氣候、鹽度、海水深度等的影響）以及離開大陸的距離和地勢的高低。

(四) 侵入體及其和礦脈的關係

有些侵入體是在不同時期侵入，也有兩種侵入體在相近同時侵入。前一情況是二種不同時代的侵入體侵入到不同層位中；後一種情況是兩種侵入體侵入到同一層位中。因此，侵入體相對年代以及由於接觸所產生接觸礦床和礦脈中礦物相對時代均可確定出來。

二、古地理圖

(一) 古地理圖

古地理圖就是代表在各地質時期的綜合性地理圖，應分析：(1)海陸的分佈；(2)各種沉積的分佈；(3)主要山脈；(4)海底噴發岩；(5)各地質時期的海岸綫。

從各期古地理圖的分析中，我們還可認識到各期古陸侵蝕面的範圍（如北方石炭紀和下覆奧陶紀岩層的關係等）和各時期海岸綫位置的變化。例如，法國海相第三紀海岸綫標誌着各期海侵分佈的範圍和海侵的方向。古生代和中生代海岸綫也可同樣地確定出來，主要根據菊石、海胆，箭石以及其他軟體動物的分帶化石。中國下寒武紀海侵範圍就確定了磷礦分佈的規律性。所以，古地理圖分得愈詳細愈有實際意義，主要靠標準化石和帶化石。

古地理圖代表某一個地質時期綜合性地理圖；它不但指出那時海陸分佈輪廓，同時還可說明各種沉積的分佈地形（湖泊、山脈、海岸綫）和古氣候的變遷。

(二) 生物海洋區問題

生物海洋區的劃分，在地層對比工作上，具有一定意義。例如世界上、中、下寒武紀均可按生物分為太平洋和大西洋（北極海）兩個不同動物海洋區。三葉虫 *Olenellus*, *Paradoxides*, *Olenus* 屬大西洋區；*Redlichia*, *Olenoides*, *Ptychaspis* 屬太平洋區。這兩個區域生物的差別主要由於生活環境的不同，不應太強調地軸的隔離。如美國東部南北奧陶紀動物羣的不同，不是因 Albany 地軸隔離而是為兩處環境所控制。一般古生代各紀海洋均係互相溝通，不過因各區沉積環境不同，才具有不同特別種羣。生物海洋區的劃分主要根據：(1)地殼升降運動和地勢，(2)沉積環境和生物羣發源的中心和(3)海侵的方向。

在中奧陶紀，中國南北是溝通的。由於生物發源中心的不同，所以北方盛產珠角石而南方盛產直角石。南方筆石相代表廣泛淺海區沉積；北方屬靜水的灰岩相，底棲筆石很少。但北方在下奧陶紀後期屬顫動海式，因而在冶里灰岩的泥質層夾層中也曾發現網筆石羣。過去人們多以最初發現化石地區為發源地，而以後來發現化石地區為遷移生物羣，實際上各處化石產地的增加，僅足豐富對生物羣的分佈知識，從而定出它們的發源中心。我們不但要進行種屬鑑定，還要對生物羣的分佈進行定量分析。例如，台灣海相第三紀含有北方寒帶種屬，人們就認為它屬北方動物羣，實因每年洋流（寒暖流）作用足以影響部分生物羣的組成，其情況和現代一樣。因此不同地區可有不同的生物羣，但同一地區在一定時期內也可有各區的混合生物羣的存在。

第二章 地球發展的幾個主要時期

第一節 行星地球發展的最古時期

一、三類學說

關於地球起源的學說分爲三類：

(一) 星雲學說 康德-拉普拉斯主張太陽和行星都是幾乎同時由於同一組物質所產生的；

(二) 潮汐學說 張伯倫主張是從太陽取一束物質的假說；

(三) 固體學說 也就是向着正確道路的施密特學說。他闡明了俘獲的理論並認爲地球的開始就是固體。

前兩種假說是以地球初由氣體而液體，可是都因違反能量守恆定律，所以在全太陽系中動量矩的分佈和質量分佈之間的分歧是很大的。太陽佔太陽系總質量的99%以上；但只佔有2%的動量矩，行星的質量只爲1/700，但是動量矩佔98%。很顯然的，這兩種學說並不能解釋動量矩的分佈問題。

二、施密特學說基本內容

施密特學說不僅和動量矩的準則相符合，而且能從數量上去解釋行星系的一切基本特徵。由於太陽在銀河系中的運動，就是說由於太陽參加在銀河系的轉動中：太陽是從一些黑暗物質雲俘獲了一部分塵埃和流星的固體物，也可能還有一部分氣體。

這樣就在太陽的周圍形成了粒子羣，它們在太陽引力作用之下，圍繞太陽作橢圓運動，並和太陽一同繼續其在銀河系中運行。後來從這些固體的物質，也就是從這些粒子羣形成了行星和衛星等。

(一) 地球的年齡

地球的年齡是從放射性物質的蛻變產物的計算所推定的，並且由此得出數字是20—40億年。這是根據地殼所含放射性礦物的計算而得出的地球年齡的最低數字。地球年齡應比地殼年齡古老得多。根據施密特的計算：地球的年齡是76億年。

(二) 熱的過程

地質事實，特別是地震波傳播的性質，早就指出：地球深處不可能完全處於液體狀態。由於放射性物質蛻變的發現和它在地球內部放出熱的計算，人們早在20世紀初期就已指出這些熱已經足夠使在地殼下面的個別區域變熱和熔化。為了解釋熔岩，無需假定地球的最初狀態是液體的。

A. 勃列基奧認為地熱不是原始熱的殘留而是局部放射能物質放熱的結果。由於在地球內部放射物質不均勻的分佈，完全可能產生局部的熱的策源地，產生熔化物質的個別地區，這就可充分解釋火山的噴發了。

(三) 山脈形成的問題

關於山脈的形成的原因，直到現在為止收縮假說是傳播最廣的。這個假說解釋山脈的形成是由於地球冷卻時地殼收縮的結果。如果地殼收縮是普遍存在的話，它只能普遍地形成不高的褶皺。但據事實證明：在各地質時代地球上的山脈是局部存在的並且還很高。山脈的形成主要由於地殼運動，其中最重要的是地殼昇降運動和火成岩活動。

別洛烏索夫認為地球分化作用是一個長期的過程。地球是在固體情況下形成的，而且分化作用進行得非常緩慢，悠久。分化作用主要

是多層的發展並由於垂直運動之複雜性所造成。分化作用極不平衡，始終在運動着。一般講來，上層分化作用的發生要比深層更快些。

(四) 結 語

過去的一些假說多不是從歷史發展過程去研究這些規律，那麼就難符合自然法則。蘇聯對於天體力學和地球的科學研究（地質學、地球物理學、地球化學）有飛躍的猛進。如施密特院士論證了俘獲的可能性和它的正的幾率。

這個學說也和地球化學、地球物理和地質學的資料都不矛盾，正走在正確道路上。

蘇聯烏索夫院士和奧勃魯契夫院士提出了脈動假說，也允許收縮階段和膨脹階段的互相交替的可變性情況。別洛烏索夫也認為地殼不均勻的相對冷卻，便引起了地殼下物質的不均勻相對收縮。這個不均勻的收縮又引起了地殼的不均勻的沉陷，結果便形成了大洋盆地。

放射物的蛻變作用，特別在地球形成的初期，可能使地殼部分暫時處於熔融狀態，後來在冷卻時水蒸氣變成了水，降低到適當溫度時，原始生物才在水圈中發生。施密特的地球固體學說是辯證的，值得我們學習的。

第二節 地殼和水圈的形成

一、地殼的形成

現在地殼最上部的岩石分佈可別為兩類：

(一) 矽鋁層 主要由花崗岩類和各種沉積岩所組成，分佈在各大洲上之地表部分，下接矽鎂層；

(二) 矽鎂層 係由基性岩類（如玄武岩）所組成，如在現代的太平洋的底部。

根據地質的觀測，我們明確了：決定地球發展的最重要的深層作用是構成地球的物質，大致係按照其密度分化成層，較輕的物質上浮，而較重的物質下沉。是不是地殼起初都是普遍為兩層——矽鋁層和矽鎂層——所組成，而後來一部分矽鋁層為其他天體的吸引力所破壞以致矽鎂層露出呢？這是葛利普的假說，是不正確的。

太陽起潮力遠不如地下層化作用力之大。同理達爾文的月球分離說也是毫無根據的。

別洛烏索夫的大地構造理論是符合於施密特的固体學說，他認為大地構造主要是由於放射物蛻變作用，以致地殼部分地起不均勻的軟化，甚至暫時呈熔融狀態。

凱爾文(Kelvin)也說過：地球好像玻璃球，或比鋼球還堅硬。因月球的引力不能對於地球像對液球一樣的起潮汐的影響。根據達爾文數理的研究，證明了比實際所觀察得到的還大，所以不能不得出這樣的結論：地球不是一個黏液體，而是一個堅硬的固体。凱爾文和達爾文的意見是有一定可取之點。在施密特以前關於地殼發展理論還是模糊的，施密特院士的新學說才正確地開闢了前進的道路。

二、水圈的形成和韋格納(Wegner)大陸漂流學說的批判

地球最初原來是固体；後經放射物作用，使地殼部分地呈熔融狀態；後來溫度降低，水蒸氣(後來是水)包圍地球，但那時還沒有山脈和海洋。因為在太古代地面大部分是水界，也可說多半是地槽。經過多次地殼運動，特別是地殼昇降運動和火成岩活動，地槽變為穩定的地台。地殼大部分充滿着花崗岩侵入和沉積岩也就形成了矽鋁層；但是，在另一區域，由於不均勻的冷卻和相對的收縮，後來又經下層玄武岩噴發，也就形成了一片矽鎂層，如太平洋。

別洛烏索夫假定了地球發展的深層過程是物質的分化作用，從地球形成的開始到今天一直在緩慢地進展着。這更證明地殼和水圈的形成應當決定於地殼物質的分佈和地殼運動的結果。

在地球水圈時期，各處海水都不深，差度很小，經各次造山運動，地槽區域多變為地台區域，同時結合斷裂作用，才能出現海洋和大陸。太平洋和北極洋可能在古生代形成，而大西洋的形成主要是由於白堊紀地殼運動、火成岩活動和大規模海侵的影響。因此，地殼陷落而為海洋所淹沒，部分滑動現象雖有可能，但決不能像韋格納那樣的說法漂流自如。

如果非洲和南美洲係一塊大陸因漂流才形成大西洋的話，那末，在白堊紀兩邊陸地邊緣就應互相吻合。恰恰相反，在白堊紀那時兩邊大陸邊緣根本就不相吻合，顯然那是受着白堊紀地殼運動和大海侵的影響。現在南美洲和非洲是在形式上的吻合，並不能作為那時大西洋形成的證據。

第三節 生物的起源

一、生命是甚麼

世界上一切生物，從人類到細小的微生物，都具有某種共同性，使他們互相結成親屬。就是最簡單的細菌也是有別於無機界的物体和物質的東西。一切生物都有生命。生命是由有機物演變產生的，而有機物不一定就有生命。例如碳的化合物是有機物組成的，但不等於生命。所以蘇聯奧巴林院士說：“生命不一定是什麼別的，而是發生於自然界發展史上某一定時期一定階段的物質存在的特殊形式。”

二、生命發展前一階段

碳元素是有機物的基礎。在煤和石墨中，碳元素是以純淨的游離狀態存在着。在有機物質中，它可和其他元素化合成為碳化合物，但必須在一定條件下（例如適當的溫度和濕度）才會形成的。各行星中也存在有碳元素，但由於各星球所處發展階段的不同，因而大氣中的碳也處於不同的形式。在最初海洋的水（水圈）中碳元素和水蒸氣相

互作用的時候，就構成了碳和氫的化合物——發生了蛋白質和其他複雜的有機物質。這樣便形成了構成動植物體的物質。起先這些物質處

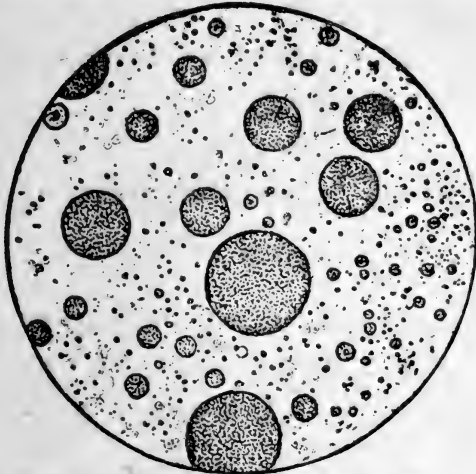


圖 149. 在顯微鏡下所見的凝聚體小滴

於簡單的混合狀態，以後分離為具有化學能的凝聚小滴的狀態（圖149）。最初的凝聚小滴的構造比較簡單，後來逐漸地在它們的結構中開始發生了複雜的變化（圖150）。這樣便產生辯證的飛躍，由於這種飛躍的結果在地球上便發生了最原始的生物。

只有這樣，原始植物（海藻）和單細胞的原生動物才能產生。後者細小或者具有不太發育的被殼而不易保存為化石，但海藻類化石在前寒武紀岩層中已找到了，這不過是生物的開始。太古代以後生物的有機體便開始變得更複雜，各門類動物開始發生，無脊椎動物界各門如水母、軟體動物、棘皮動物、蠕形動物都先後出現。

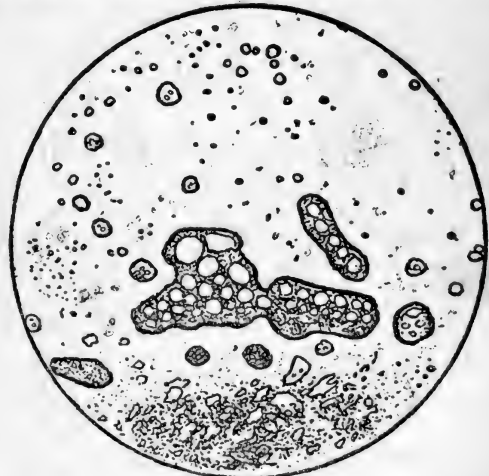


圖 150. 迅速長成着的具有複雜結構的凝聚體小滴

辯證唯物主義者是把生命看作物質的一種特殊運動方式。運動就是變化：不但有漸變還有突變。地台是經突變而來，生命也是經過突變而成。所以恩格斯給生命作了下列定義：“生命是蛋白體的存在形式，這種存在的形式，實質上就是在於把這些蛋白體的化學的構成的要素，以滋養和排泄的方法作經常的自我更新。”

第四節 生物發展的初期和生物進化的一般過程

一、生物發展的初期

地史的事實告訴我們：由於各地質時代地殼上沉積環境不斷地在變化着，生物也不斷地在產生着和消滅着。生物不是一成不變的而是具有規律性的變化。生命的變化在發展初期是這樣，現在仍然這樣。

在地殼冷卻至適當溫度以後，圍繞地殼的水蒸氣就以雨水形態下降到地面上，形成了地球上最古的水圈（海）。

在這些淺海裏，最初可由凝聚小滴漸變為構造複雜的凝聚小滴；後來由有機物變為具有化學能的蛋白質；蛋白質最後由於飛躍式變化發生原始的生物。

從有原始生物出現後，地球上氣圈、水圈、最後岩石圈的成分就開始不斷地起了生物變化。

植物開始從空氣中吸取碳酸氣。動物吸收氧氣，動物又從水中取得碳酸、鈣、硫、磷、矽、鐵、鉀等元素。成分上各式各樣的殼鞘開始由動物本身分泌出來，這種變化在今天已成為演化的主要論證。

最古地面都是水圈，並沒有海洋和大陸的分別。水的面積最廣，到前寒武紀以後好些地槽，才變為比較穩定的地台。這時海洋和大陸才開始出現。生物環境改變，生物也接着改變，因此生物也就由原始的水生（海生）生物，分化為海洋生物和大陸生物。

二、生物進化的一般过程

在達爾文以前，學術思想界大都受唯心主義者控制。當時認為生物是一成不變的，或者不是經演化出來的。只有拉馬克首先認識物种是由其他物种進化而來，但是遭到當時唯心派的反对。拉馬克擊破生物不變的唯心說法是有功的，但他對於生物是怎樣形成（新种怎樣形成）和形成的原因尚未能有所闡明。

達爾文的進化論進入一個劃時代的階段。他是進化論奠基者，他用自然選擇規律闡明進化原理，並認為万物出自共同祖先，各种生物是按進化規律演化而成的。但是他的主要缺點在於忽略突變事实，並且認為一种物种進化到另一物种只是由漸變而成，其中並經過許多中間類型，过程也是繼續不斷並無飛躍現象。因此他主要認為种是無一定界限的，而分類便屬人爲的措施。

苏联創造性達爾文主義者——米邱林學派用辯証法闡明進化的原理，掌握自然規律去控制自然而爲人民謀福利，用冬麥春化办法就是改造生物的一個好例子。李森科院士用辯証唯物主義的方法提出种的形成學說，並說到：“种是生活物質形態的一种特殊一定的狀態。個体之間一定的种內相互關係是植物動物和微生物种的体質上特有的特性”，但尚未獲得一致的認識。

在進化过程中突變是一個重要環節，就是以量變躍進爲根本質變的辯証法則爲基礎的。也就是說，新种可以在舊种內發生，並且在舊种和新种內部發生的新种之間觀察不到任何过渡的中間類型。

於此可見，从地球形成以來，地殼不斷地變化着，生物也不斷地在變化着。不但有漸變並且還有突變，不过有些突變階段的明顯程度並不相等。例如，地殼運動是繼續不斷存在的，由漸變而突變。各期地槽逐漸下降就是漸變；而由地槽轉變到地台階段的造山運動就是突變。生物由某一种進化到另一种，也是突變。

按照進化原理，生物由簡單進化到複雜，由低級到高級，由無脊

椎動物進化到脊椎動物，由營多種功能單細胞的變形蟲到具備多種器官各司一種作用的高級無脊椎動物，以至脊椎動物。

地史雖說殘缺不全，但已有足夠資料可以證明生物的總的進化過程。這一規律是劃分地史的主要根據。

第三章 現代地殼的構造

第一節 地台區和地槽區的概念

一、地台區、地槽區和过渡區

地台區和地槽區的觀念是以辯證唯物主義為基礎的。按照不同地殼運動、沉積情況、火成岩活動、礦產分佈等等，基本上我們區別整個地殼為兩個大單元——地台區和地槽區。各個地質時期應這樣劃分，現在也應這樣劃分。比如說，華北地台係指前震旦紀地台；喜馬拉雅地槽係指新生代地槽。它們形成的時期必須確定出來。此外，還有一類过渡區，位於地槽區和地台區的中間，兼有地台區和地槽區兩類的性質，事實上是屬地槽範圍（圖151）。

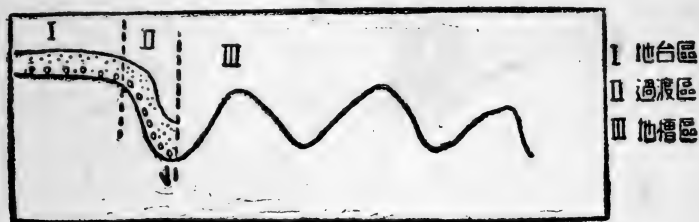


圖 151. 过渡區沉積的情況

过渡區是邊緣凹陷地區，有的很寬，如烏拉山地槽的过渡帶寬達100公里，有的極窄甚至不存在，如西伯利亞地台南面地區。這主要看發展情況，也就是說，發展過程分漸變和突變。如係漸變就會產生过渡帶區，如屬突變性質就沒有过渡帶。

地台區和地槽區的發展是有一定規律的。它們在不同階段上以一定形態出現，並且各具有一般特性。

在地殼運動影响下，地槽可以轉變為地台。前一階段主要是地槽下沉，後一階段主要是造山，特別是經過最後地突變，地槽就形成了地台。

二、地槽區的一般特徵

地槽區是相對的活動區域，也是向下沉的帶狀長槽，長達幾千公里，寬達數百公里。

褶皺帶面積非常廣大，代表過去地槽區域。地台上亦有小規模褶皺，但並不複雜。喜馬拉雅山是新生代地槽區，現在已變為褶皺帶。台灣山脈是在新生代形成的，但現在仍屬比較活動的地區，主要表現為火山活動和地震發生的區域。我們必須確定褶皺時期，如下古生代加里東褶皺（運動）期，上古生代海西褶皺（運動）期，中生代燕山褶皺期（即太平洋褶皺期），新生代喜馬拉雅褶皺期等等；更不應把褶皺帶和地槽混為一談。地槽總是圍繞地台而產生，後來變成了地台並且次第擴大地台外圍形成了廣大穩定地帶（地台區）。

地槽區的一般特徵分述如下：

1. 沉積岩層厚度大，往往近萬米；
2. 岩相變化大，所以在穿過地槽各層的厚度變化特大；
3. 地殼運動複雜，構造也複雜，包括逆掩斷層、劇烈褶皺和岩層擠壓現象；
4. 下沉幅度一般大，下沉時期也可有上升現象；
5. 有多式多樣的火成岩活動，包括侵入岩和噴發岩，以及強烈的地震；
6. 產生特殊礦床，特別是有色金屬，煤層多但較薄；
7. 區域變質。

三、地台區的一般特徵

地台是相對的穩定地帶，面積巨大，形狀不一，以長圓、橢圓形或盾形為最普通，長寬略等，約在幾千公里左右。如南美洲地台，

澳洲地台等均超过全洲面積一半以上。中國地台也佔中國一半面積左右。時間对地台形成的重要性也和地槽一樣。例如，前震旦紀地台，下古生代地台，上古生代地台，中生代地台和新生代地台等等。

中國地台最初爲一整體。在下古生代分爲四塊；經中生代燕山運動後，形成了一個面積廣大的地台。我們也應區別古老地台和青年地台，同時也應分別各個地台的穩定程度。一般說來，中國地台穩定性不算大，在一定時期內具有活動性，因此它的造山運動是屬多旋迴性質的（圖152）。

地台區一般特徵分述如下：

1. 沉積厚度不大，幾百米到幾千米，如我國揚子沉積區和北美的密西西比河上游地區下古生代岩層；
2. 岩相變化小，岩層厚度變化小；
3. 構造簡單，褶皺不強，擠壓現象少，但逆斷層、正斷層、地壘和地塹極多，裂隙現象也多；
4. 昇降運動相間，下沉幅度不大（和相鄰地槽比較）；
5. 火成岩活動少，噴發岩以大片玄武岩爲最常見；
6. 特殊礦產爲煤，層次少而特厚，黑色金屬如鐵、錳等；
7. 區域變質弱。

第二節 褶皺構造及其与地槽有關的發展歷史

褶皺構造是在地槽變成地台發展過程中的後一階段，由造山運動形成的。

褶皺作用發生於不同時期和地區，其強弱也不等。在地槽過渡到地台的过程中，起初在地槽區深處發生局部褶皺，後來在地槽區中間部分也發生褶皺。

褶皺構造由簡單到複雜，同時在不同地區的火成岩活動的強弱不同以及昇降運動的大小不等就會使構造複雜化，並形成了很多複向斜和複背斜。

褶皺構造是在古地槽中形成的。現代的褶皺帶就是過去的地槽區。褶皺形成的時期愈新，多成高山區，褶皺作用愈容易看出，如台灣山脈及喜馬拉雅山。相反地，褶皺形成的時期愈古老，山形愈不顯著，大多經侵蝕而消滅。但是這些古老山地如加里東褶皺殘餘遺跡，在蘇格蘭、挪威和加拿大還可看到。

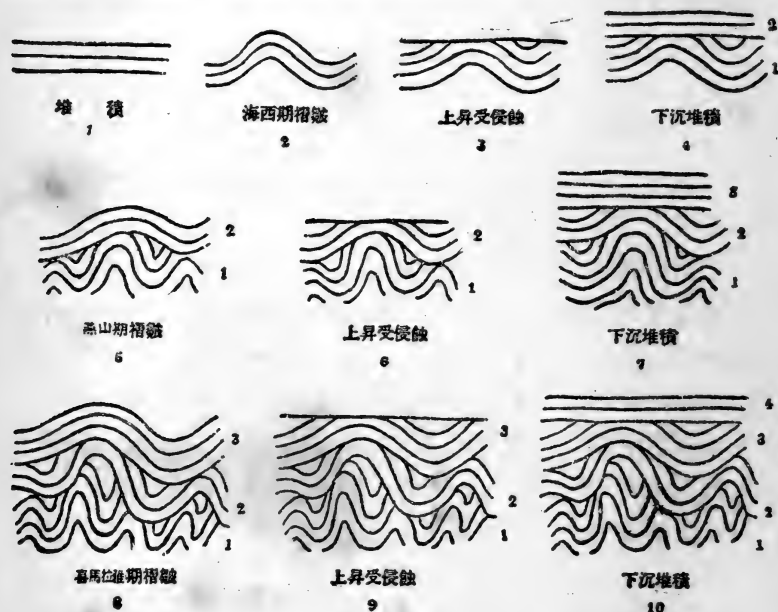


圖 152. 多旋迴造山運動演化的一般過程

地台上也有褶皺構造，但規模極小，褶皺多不劇烈，特別在古老地台上又進行一次或二次以上的造山運動。這種復活運動最初把古老地台（前震旦紀）分為幾個部分，再經褶皺作用使古老地台變成更廣大更穩定的年青地台。中國年青地台是在中生代燕山運動之後形成的。

中國造山運動的發展是分階段的。經過一次造山運動，地槽的面積減少而地台的面積增大。造山運動是繼續不斷的。經過一次突變

(顯著的造山運動)地台就更加鞏固。太古代(隱生代)的造山運動和火成岩活動次數現在尙未能十分肯定,因此太古代的地台和地槽均未能肯定。太古代以後造山運動可別爲下列五個階段(由古到新);元古代,下古生代,上古生代中生代和新生代。

1. 前震旦紀運動發生在前震旦紀(元古代);
2. 加里東運動發生在前泥盆紀(下古生代);
3. 海西運動發生在前三疊紀(上古生代);
4. 燕山(太平洋)運動發生在前第三紀(中生代);
5. 喜馬拉雅運動發生在第四紀以前(新生代)。

一、前震旦紀運動

在世界各處震旦紀的地層以顯著的不整合覆蓋在前震旦紀地層之上,因而後者是最古老的基底。這個不整合反映了一次劇烈造山運動,其影響幾乎遍中國全境。華北地台和揚子地台就是經過這次運動形成的。它包括遼寧、河北、山西、山東、河南、安徽以及四川、雲南、貴州。但在北美震旦紀也頗發育,其上和寒武紀有不整合隔開而下面界綫並不顯著,因此一般多稱前寒武紀運動。

二、加里東運動

就是下古生代運動,比較肯定,尤以志留紀和泥盆紀間的不整合爲顯著。這時期的褶皺帶,常沿古地台的邊緣而產生。加里東山系遺跡仍然存在,如俄羅斯地台西邊之蘇格蘭和挪威、西伯利亞地台南邊、北美兩岸和澳洲東部。新疆塔里木盆地南面的崑崙山系和秦嶺均屬加里東褶皺區。中國南部前震旦紀地台上也存有加里東褶皺遺跡,如浙江、福建、江西、湖南、廣西、廣東等省,尤以廣西爲著,稱廣西運動。

三、海 西 運 動

代表上古生代造山運動，取名於德國海西山；法國華力西山脈也在这期造成，又叫華力西運動。其他著名山系，如烏拉山、阿爾泰山、天山、外興安嶺、南山以及秦嶺均在这期形成了褶皺。這期運動的結果使海洋面積縮小，因而擴大了不少大陸上的山地。也就是擴大了陸台的面積。

這期褶皺區包括新疆、青海、甘肅、東北、西南以及秦嶺區和內蒙古自治區。運動主要分前後兩期：前一期叫做柳江及天山運動，發生在中國泥盆紀至石炭紀之間；後期叫做東吳運動，發生在下二疊紀和上二疊紀中間。

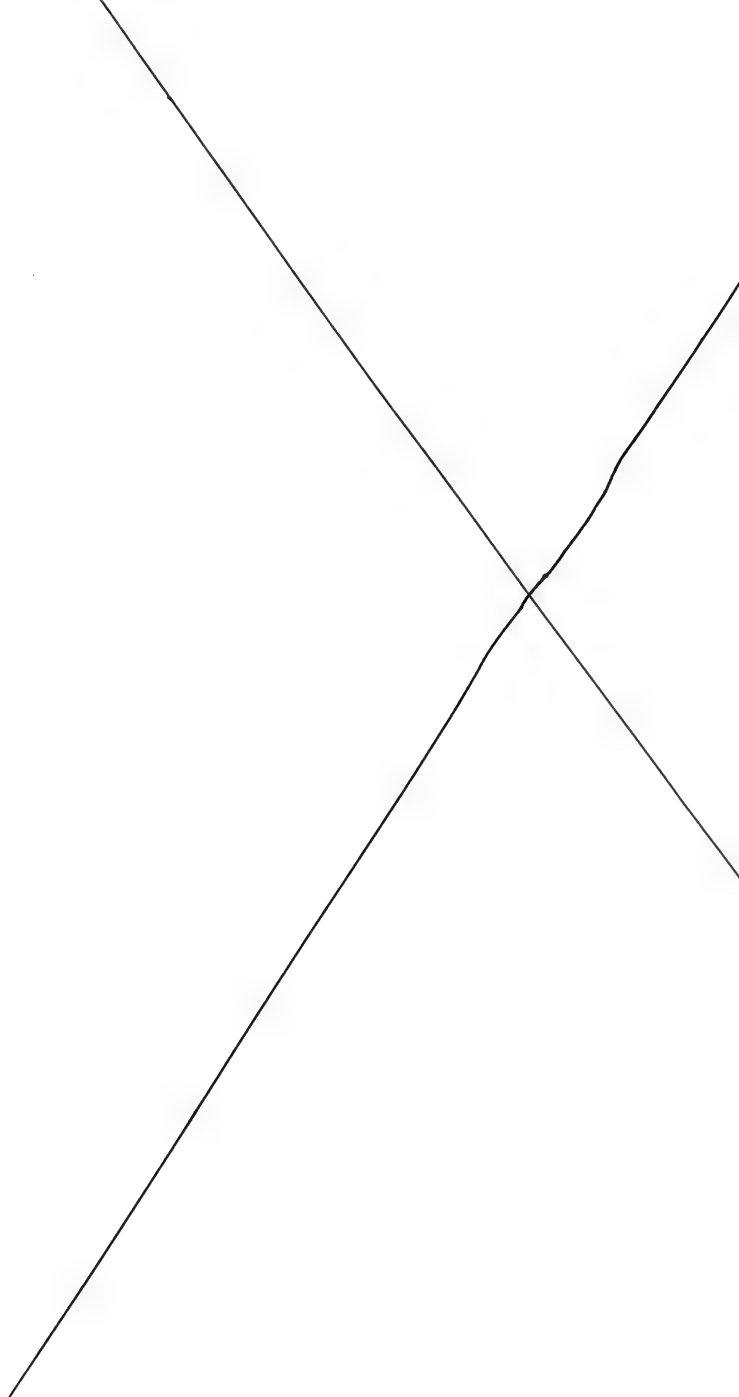
四、燕 山 運 動

代表中生代造山運動，這期運動以太平洋兩岸為劇烈，又叫太平洋運動。

這期造山運動在中國可分三期：第一期叫做印支運動，發生於三疊紀和侏羅紀中間，包括廣西、湖南、江西、廣東西部一些褶皺區；第二三期叫做燕山運動，發生在侏羅紀和白堊紀中間，和上白堊紀末期，包括華北、華南、華東、西南大部分。燕山構造區多分佈在地台上，包括華北、東北、東南、華中、和西南。喀喇崑崙地槽屬中生代主要褶皺區，分佈在崑崙秦嶺南面。經過這次運動，中國地台又合而為一，形成了東亞大陸的雛形。東非、南美和中亞大斷裂也在此期形成。

五、喜馬拉雅運動

這次運動包括新生代一段時期。台灣山脈和世界著名喜馬拉雅山也在这期形成，又名喜馬拉雅運動。阿爾卑斯山脈、高加索山脈、台灣山脈以及日本諸山脈多在第三紀後期形成。天山、祁連山、六盤山的





上升運動也應屬這期運動範圍。

六、現代地殼構造圖

現代地殼構造主要分矽鎂帶和矽鋁帶（圖153）。

現代太平洋、北極洋、印度洋部分屬矽鎂帶①；古老地台④和青年地台⑤⑥⑦⑧以及阿爾卑斯褶皺區⑨和現代地槽⑩均屬矽鋁帶；澳洲南面和非洲西南三面海洋屬海洋地槽區②；大西洋以北係新近沉陷地區③，也屬矽鋁帶，但和標準的矽鋁帶有別。中國地台最後是在中生代所形成的。

第三節 地台區的特點

地台區和地槽區雖然有一些共同性質，並且都是彼此互相結合。但從地殼運動，沉積厚度，構造要素，以及地台轉變類型另一方面研究，地台是有它的一定的特點。

一、地 殼 運 動

地台區的地殼運動以昇降運動為主要。它的下降幅度遠不及地槽區。地台區上升和下降時期相間，並且是有一定的穩定性。這就是說，地台區上升或下降比較緩慢，變化不大，範圍也比較廣泛；但地槽區則升降頻繁並且隨地不同。由於各式各樣火成岩岩漿的活動，地槽區同時有昇降現象。地台區下降幅度小，運動比較弱，所以它的運動是漸變的，比較有規律的。

二、沉 積 厚 度

沉積厚度是決定於地殼運動、地形和區域大小。

地台區上地殼運動幅度小，地形比較平緩，區域比較廣闊。因此地台上沉積的穩定性大，厚度薄，並且無大變化；相反地，地槽區岩相變化大，沉積岩層厚度變化也大。例如，華北地台上寒武紀、奧陶

紀各層和石炭二疊紀煤層的變化都不大，具有相當穩定性。一般說來，總厚度是不大的。

三、構造要素

地台上地塊構造的形態不是均勻發展的，而是有區域性的。因此，地台上的要素，按照它們特殊形態和構造關係，可分為地盾（盾形，無蓋層如淮陽地盾）、地軸（狹長形、無蓋層如康滇地軸）、地塊（不規則塊狀、無蓋層如山東地塊）、地壘（貴州地壘）、地塹（撫順地塹）、盆地（四川盆地、陝北盆地）、凹陷（蘇北凹陷）、地槽、複向斜和複背斜等等類型。這些地台上不同的類型的生成，主要是受着地殼升降運動不均勻發育的影響，同時它們也是地台區的基本構造要素。

四、雙層構造

地台的另一特性為雙層構造，就是地台一部分包括褶皺基底，和它上面的簡單的覆蓋沉積層（圖 154）。地台上僅有古老褶皺基底部分叫地盾（盾形）或地軸（長形）；另一部分包括古老褶皺基底和上

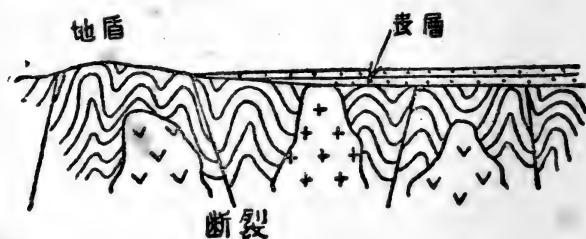


圖 154. 雙層構造

面沉積表層，叫雙層構造。例如，山東張夏區太古代褶皺的泰山雜岩被寒武紀地層覆蓋。又如雲南昆明和易門的昆陽板岩（前震旦紀）和上面的潞江砂岩（下震旦紀）均代表地台區雙層構造。

五、地台變動的類型

地殼運動在地台上比地槽中要微弱些。

在形成地台的初期地台上變動是繼續的。第一，斷裂作用繼續的發生，因而形成許多階梯和斷層，特別是正斷層；其次由於地層局部上穹和斷裂，鹽隨即侵入上面岩層，就形成了鹽丘。

這樣不均勻的地殼運動也就在地台上形成了內部隆起，而這些隆起是和花崗岩和鹽的侵入以及褶皺作用分不開的。通常地殼向上彎的部分斷裂比較多，並且多產生在褶皺和隆起地方；同時在它們的中間也就形成了廣大內部盆地和地塹，並為沉積礦床的沉積基地。

所以蘇聯卡賓斯基說過：“地殼變動，就是在地台上，也是繼續發展着，但代表另一種更穩定的形式。”

第四章 前寒武紀的沉積和前寒武紀的歷史

第一節 前寒武紀一般特徵

一、前寒武紀的特徵

前寒武紀歷史是寒武紀以前一段複雜的地史。地殼自形成以後，地槽佔優勢，一般海都很淺。經過好幾次強烈的地殼運動，多次的火成岩活動和褶皺運動，地殼才逐漸地鞏固起來。在這時期內，世界上出現了好幾塊古陸（中國地台、俄羅斯地台、西伯利亞地台、印非地台、南美地台、加拿大台地和澳西台地），造成了世界各地的最古基底。

首先在這時期（後期）植物中聚環藻已大量出現。低級無脊椎動物各門多缺少硬殼，並受劇烈的褶皺和強烈變質影響。因此，生物遺跡能保存者極少，尚難用做地層劃分的根據。

其次，前寒武紀地層是以變質岩為主，或由沉積岩變質，或由火成岩變質，並且不同地區岩相的變化也是很大。前寒武紀岩石種類包括各種沉積岩、侵入岩、噴出岩和變質岩，層次比較複雜。

再次，前寒武紀係代表一段長久歷史，其中經過多次褶皺作用，而每一次褶皺作用都是由於地面上不均勻的地殼運動和火成岩的活動而引起的。

二、前寒武紀劃分的根據

前寒武紀地層雖然缺少化石，構造雖屬複雜，岩相變化雖大，但從發展過程去看，它的發展歷史是有一定規律的。我們劃分這代地層主要是根據下列二點：

(一)構造旋迴 每一構造旋迴包括一套沉積、褶皺、火成岩活動和侵蝕作用。也就是說，首先是沉積岩的沉積，其次為褶皺作用和火成岩（如花崗岩）的侵入，最後遭受長期侵蝕作用而變成準平原地帶。就是說每一沉積旋迴是以顯著的不整合為它的上下界綫。

(二)變質作用的深淺 上面已經說過，變質分為接觸變質和動力變質二種。太古代岩層多具備二種變質。岩層經過一次火成岩的侵入和褶皺作用，變質就會加深一次。以泰山雜岩為例，主要為注入片麻岩。它代表最早的構造階段岩層，是經過褶皺作用和花崗岩的侵入影響所形成的變質岩。在後幾次構造旋迴它同樣地受到很大影響。因此，它的變質程度最深，從一小塊太古代片麻岩或片岩就可看出它的片理和其他複雜結構。

三、前寒武紀劃分問題

地史是按照生物發展去劃分的，如古生代、中生代、新生代等。前寒武紀生物發展的規律，不像寒武紀富產演變很快的三葉蟲類可比，所以只能歸入隱生代或太古代。

我國震旦系極為發育，震旦紀前總有一顯著不整合，而震旦系和寒武系間又有假整合（雲南昆陽）或不整合（開平盆地）。中國震旦系構造簡單，上下界綫顯明，應照葛利普建議，定為震旦系，同時也要確定震旦紀以前地層為前震旦系，因中國太古代泰山雜岩和五台系的關係以及五台系存廢問題尚未有統一的意見。代紀劃分的根據是和層的劃分一樣，應以地殼運動（特別是昇降運動）、生物羣性質、沉積旋迴綜合觀察的結果，而不能全部依靠構造界綫（不整合等）。由於地面上地殼運動的不均勻發展，各地區造山運動也就不可能一致，更不可能絕對同時。因此不應該認為構造關係為唯一對比和劃分的根據。

第二節 前震旦紀

一、前震旦紀一般概念

从地殼形成開始到大量最初生物在地面上出現為止，這一段時期叫做隱生代或太古代；它是震旦紀以前一段時期又叫做前震旦紀。

在這紀地層內都可找到那些由沉積岩和火成岩所變成的變質岩層，並且它們是受過非常劇烈的褶皺作用。主要的變質岩為組成最古老（前震旦紀）地塊、地軸和地盾的各種片麻岩和片岩。

二、前震旦紀的岩層和變質作用

震旦紀以前岩層大都屬變質很深的變質岩，或由沉積岩變成，或由火成岩中侵入岩和噴出岩變成。以片麻岩為例，有些是沉積岩變成，有些係侵入花崗岩變成。例如花崗岩起初侵入古老片麻岩和片岩中，後經變質才形成片麻狀花崗岩。

這期岩層是以片麻岩和片岩為主，約可分為前後兩期（紀）並以不整合面為劃分界綫。前期以注入片麻岩為主，變質較深，構造極為複雜，具有沉積的和火成的兩種來源，如我國泰山雜岩、蒼山片麻岩是。後期岩層以各種片岩（雲母片岩、結晶片岩、綠泥片岩等）為多。此外板岩、結晶石灰岩、大理岩、石英岩和火山岩（流紋岩）也不少見，層次比較清楚，構造也不如泰山雜岩那樣複雜，如昆陽板岩，五台、獲鹿綠泥片岩，開平雲母片岩等。

這兩期岩層係屬不同構造旋迴，並在每期結束前均伴有花崗岩的侵入。因此侵入花崗岩時代的確定具有重大意義。

三、前震旦紀的構造旋迴

構造旋迴不是重複而是代表另一階段。各期構造旋迴的確定，對於劃分太古代是有極大幫助的。現以加拿大和芬蘭為例，北美的前震旦紀

有兩次旋迴和兩次花崗岩侵入，同時也代表兩次造山運動（圖155）。



圖 155. 北美前震旦系
 †示第一次旋迴花崗岩侵入 ×示第二次旋迴花崗岩侵入

第一旋迴——基瓦丁系(Kewatin)為勞倫(Laurentian)花崗岩所侵入，相當於泰山系，第二次旋迴——蒂米開明系(Temiskaming)為亞岡曼(Algonian)花崗岩所侵入，相當於五台系。芬蘭(波羅的海地盾)前寒武紀地層經謝捷爾霍爾姆(Sederholm)研究，分為三個大旋迴(前、中、後三期)，各期均有花崗岩侵入。

前期和中期與中國泰山、五台紀相當；後期和中國震旦紀相當，中國和歐美都是以冰磧層為標誌層。

四、前震旦紀的劃分問題

根據世界前震旦紀相当地層和最近王曰倫等在五台區研究的結果，五台系大部分應為經過變質的震旦系。

又根據獲鹿和開平盆地剖面，呂梁運動前下伏岩層為綠泥片岩或雲母片岩，也在五台區和其他區域發現，其為五台系一部也应当肯定。但是泰山系和五台系的不整合關係尚無充分根據可以確定。所以暫時只能統稱為前震旦系，正如歐美稱前寒武系一樣。

中國前震旦紀地層可分為泰山系和五台系。泰山系以注入片麻岩為主，五台系以各種片岩(雲母片岩，綠泥片岩)為主，各代表不同時期沉積和構造旋迴並有不同時期火成岩的侵入。

山西方山地層代表中國前震旦紀標準剖面，該區泰山雜岩和五台

系均以不整合和上覆岩層震旦紀砂岩相接觸（圖 156）。



圖 156. 山西方山圪坨鎮至漢高山剖面
1-泰山雜岩；2-5-五台系；6-震旦系漢高砂岩

又山西滹沱系也就是震旦系。昆陽板岩和北方五台系相當，決不應更新，至於上覆的不變質的震旦紀冰磧層係和北美休倫期 (Huronian) 冰磧層相當，應劃歸呂梁運動以後的旋迴，屬震旦系（圖 157）。

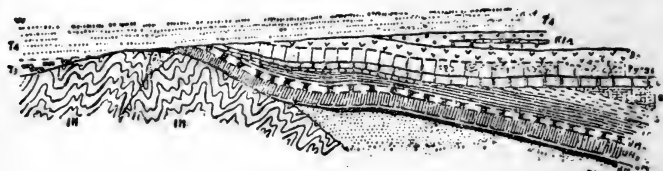


圖 157. 雲南東部震旦系假想剖面
五台系；1H-昆陽系；震旦系：mH-激江砂岩；uH-燈影灰岩；
Cm-寒武系；S-志留系；D-泥盆系；C-石炭紀；F-二疊系；B-玄武岩；T-三疊系

第三節 震 旦 紀

一、震旦紀一般概念

震旦紀是前寒武紀最後的一紀，它和前震旦紀區別很大，常含有低等生物遺跡，如聚環藻（植物，圖 120）、節肢動物、海綿、蠕蟲等化石。這紀中石墨礦和含藻石灰岩層也是有機體產物。

世界各處這紀岩層是以顯著不整合和下伏岩層分界，一般都不變質。岩層以淺海相沉積岩為主，火山噴發岩也有發現。英國的陶里登 (Torridon) 砂岩，北美的 Grand Canyon 系均係代表這紀的標準岩系。

中國震旦系分佈很廣，一般多不變質，北部以蔚縣剖面、南部以

滇东激江剖面為標準（圖 157）。

二、前震旦紀地台

經強烈呂梁運動以後，中國南北開始有廣大穩定的地台區出現，並且控制鄰近地槽的發展，總稱中國地台。但因地台穩定性的差異，又可區別為華北地台和揚子地台。

華北地台上有內蒙地軸、山東地塊、遼東地塊、東北完達山古陸、淮陽地盾、秦嶺地軸和西北的塔里木等盆地。

揚子地台主要包括四川盆地、貴州地壘、廣西盆地、滇东邊緣凹地和康滇地軸。在震旦紀中期（南沱冰期前）江南古陸也就形成了。

前震旦紀地層對比

地區 時代	華北和東北	長江中游(宜昌)	雲南東部、西部	北美
太古 界	~ ~ 呂梁運動 ~ ~ 桃科花崗岩 雲母片岩, 綠泥片岩	黃陵花崗岩 崆嶺片岩	~ ~ 晉寧運動 ~ ~ 雲弄峯花崗岩 石鼓片岩	~ Algomian ~ Temiskaming
	泰山花崗岩 泰山雜岩(包含注入 片麻岩)	美人沱片麻岩	蒼山片麻岩	~ Laurentian ~ Keewatin

中國南部地台區穩定性較北部差得多。由於華北地台區和揚子地台區穩定性不同，南北沉積也有很大區別，北部以蘄縣為代表，南部以滇东為代表。

內蒙地軸在震旦紀即已出露，經過很長的侵蝕，古陸南北邊緣地帶（過渡帶）有很好沉積環境。這個沉降帶的岩層多很厚，屬淺海相，是造成錳、鐵、銅、鎂沉積礦床的極其有利條件。在這沉降帶內岩層裏還有幾千米安山岩流。山西南部 and 河南西部也有相當厚的噴發岩。中國北部震旦系的厚度約萬米，南部亦達一千米左右。震旦系約

可分上下兩部：下部以石英岩和砂礫岩為主，上部以頁岩和石灰岩為主。北部火山活動較強，激江冰磧層下有一顯著不整合，代表另一造山運動（激江運動）。

中國震旦紀地層的劃分和对比

	冀	东	鄂	西	滇	东
震	薊	縣	統	灯 影 石 灰 岩 陡 山 头 層	灯 影 灰 岩	
旦				南 沱 冰 磧 層	激 江 冰 磧 層	
紀	長	城	統	南 沱 砂 岩	激 江 砂 岩	
	~~ 呂 梁 運 動 ~~			~~~~~ 晋 寧	運 動 ~~~~~	

第四節 前寒武紀的礦產

中國前震旦紀礦產以鐵、石綿、金和石墨為主；震旦紀礦產以鐵、錳、銅為主，尤以前震旦紀和震旦紀鐵礦最有經濟意義。

鞍山式鐵礦係熱液交代礦床屬鞍山統（五台系），分佈在遼東和五台區。

在向東西延長的內蒙地軸的南面屬過渡區地帶，有很厚的淺海相沉積，都是由於大陸受長期侵蝕，沉積了大量礦物，經集中和沉積作用，就造成有用礦層。如宣化鮎狀赤鐵礦產生在淺海相砂岩岩層中。華北錳礦產生在震旦紀淺海相砂質灰岩中。湖南上五都錳礦也產生在黑色砂質頁岩中，並均在冰磧層之上而屬海進層。

於此可見，鐵錳多產生在海相岩石中，尤以砂質灰岩或頁岩或鮎狀灰岩中最為有望。北方震旦紀鐵礦屬長城統；錳礦產生在薊縣統上部。沿內蒙地軸南面震旦紀沉降帶是我國鐵礦寶庫，所有著名鐵礦均分佈在這一條東西帶上。我國錳礦亦以上震旦紀薊縣世初期淺海相砂質鮎狀頁岩或灰岩內為最有希望。今後應沿這個古陸向東西延展甚至在這個地軸北面震旦紀沉降帶中勘探，必能獲得更大成果（圖 158）。

蔚縣興陽 開平盆地北 灤縣北 錦西 朝陽西

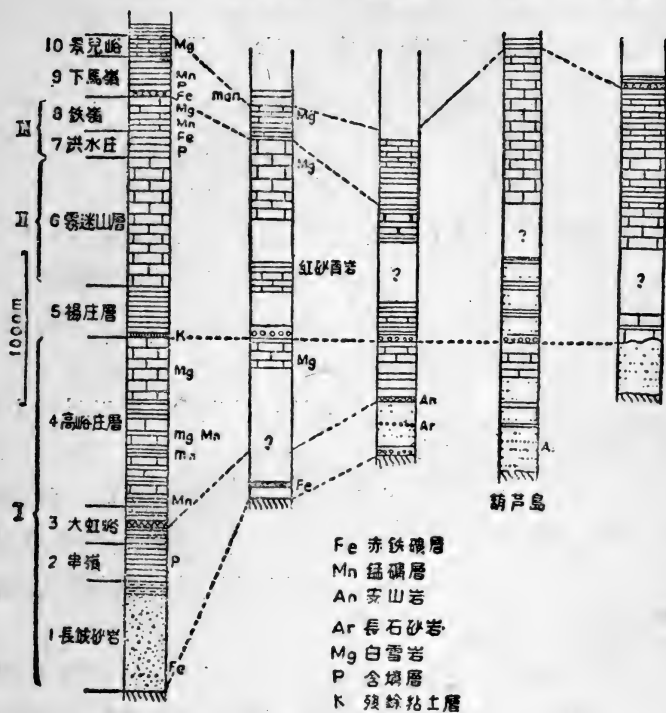


圖 158. 華北震旦系的對比

第五章 古 生 代

第一節 古生代的總述

古生代是在隱生代以後和中生代以前的一段歷史時期。它包括寒武紀、奧陶紀、志留紀、泥盆紀、石炭紀和二疊紀等六個紀。在這代地層內開始出現大批無脊椎動物，低級脊椎動物和低級植物化石，其發展階段可用做地層劃分的根據。

這一代生物羣代表地質年代中的第一批生物，所以叫做古生代。很多生物的綱、目、科、屬、種在這代內多已絕滅。例如，三葉蟲和筆石盛產於古生代初期，但是在中生代已完全絕跡。其他如珊瑚、海胆、腿口類和魚各科目，或是絕種，或是數目減小，並且不斷地為另一種生物所代替。所以爬行動物、鳥類和哺乳動物在古生代以後才開始繁盛。

在前寒武紀後期（就是前震旦紀和震旦紀中期），經過強烈的造山運動，中國開始出現原始古陸——地台區。古生代海侵和震旦紀海侵範圍大体相同，並且均是有週期性的。前一段（前震旦紀）代表褶皺時期，主要作用是侵蝕，後一期（震旦紀以後）代表比較平靜時期，主要作用是沉積。寒武、奧陶、志留三紀代表古生代第一次大海侵時期。泥盆紀代表古生代第一次造陸時期。石炭紀代表古生代第二次大海侵。二疊紀後期代表古生代第二次造陸時期。

古生代地殼運動是和海侵海退作用分不開的。中國主要造山運動有三，就是志留紀末加里東運動（廣西運動）和泥盆紀末和二疊紀中間的海西運動（柳江運動和東吳運動）。古生代海侵至少在八次以上，而每一次海侵的開始又是代表一紀或世的開端。

古生代各紀沉積是決定於大地構造單位上地殼運動和火成岩活

動。地台區、地槽區和過渡地帶各有一套沉積，並且是決定於沉積環境。寒武紀奧陶紀砂岩、竹葉狀灰岩和筆石頁岩代表淺海相，石炭紀紡錘蟲灰岩屬較深的海相，煤層屬沼澤相。二疊紀的硬石膏層、石膏層、岩鹽層、泥灰岩和紅色砂岩均屬瀉湖相。

奧陶紀和泥盆紀的火山灰和岩流屬火山岩相。古生代岩相縱的和橫的變化，均可從岩相分析出來。

北歐、北美和中國的奧陶紀，英國的泥盆紀，蘇聯的二疊紀岩相變化均十分顯著，詳細情況將分別在下面各節敘述。

第二節 寒 武 紀

一、一 般 概 要

寒武紀代表古生代第一紀，約 90,000,000 年，最初在英國威爾斯（威爾斯在羅馬時代稱為寒武）發現，因此，這紀地層叫做寒武系。這紀產生豐富化石羣，三葉蟲佔首要地位，種類繁多，演化最速，是劃分寒武紀地層的唯一標準，也可稱寒武紀為三葉蟲紀。

當時世界古陸（地台區），南面有貢瓦納（Gondwanaland）古陸；北面有加拿大古陸，格林蘭古島，北歐古陸，西伯利亞古陸和中國古陸。在寒武紀開始，無論是地台區或地槽區，地殼均開始下降，海侵範圍就逐漸地擴大。淺海慢慢地侵入古陸上，同時淺海相沉積（砂泥以及灰質泥）漸次沉積在沉降帶中。中國、格林蘭和摩洛哥均發現有古盃海綿，世界各處也盛產藻類，均足證明當時一般氣候是溫暖的。陸相寒武紀在世界各處也不常見，陸地尚少生物證據。1946年蘇聯那烏馬娃在列寧格勒下寒武紀耐火粘土中發現了植物硬皮碎片。這對陸相寒武紀的報導具有重大意義。寒武紀海在世界分佈頗廣，並且互相溝通，主要分為兩個生物區。沉積屬海相，分為上中下三個統，中國分為宜良統 G_{m1} 、張夏統 G_{m2} 、和炒米店統 G_{m3} 。

二、生物群和標準化石

寒武紀生物羣幾乎包括所有無脊椎動物中主要部門，如筆石、海綿、蠕形動物、軟體動物、腕足動物、棘皮動物和節肢動物等，顯係代表一種淺海相生物。海綿類以古盃海綿為代表，筆石以樹筆石為代表，腕足類以無孔目和新孔目為代表，三葉虫類以後類目為代表。

這紀標準化石是三葉虫、筆石、海綿、和腕足類，尤以三葉虫為最重要。

1. 三葉虫——下寒武紀三葉虫多屬小尾類如 *Olenellus*（北極區），*Redlichia*（太平洋區）；中寒武紀有 *Paradoxides*（頭鞍向前擴大，北極海區）和 *Damesella*（頭鞍三分，具七對長尾刺，太平洋區）；上寒武紀有 *Olenus*（具橫眼脊，北極洋區）和 *Ptychaspis*（頭鞍分節，太平洋區）。中國上寒武紀頗發達，分為三層以崑山層的蝙蝠石 (*Drepanura*)，長山層的蒿里虫 (*Kaolishania*) 和鳳山層的方頭鞍虫 (*Quadricephalus*) 為代表。

2. 筆石類——僅在上寒武紀末期發現有樹筆石 (*Dendrograptus*) 和網筆石 (*Dictyonema*)，但正筆石目從未發現過。

3. 腕足類——以 *Obolus*, *Lingulella*（無孔類）和 *Orbiculoidea*（新孔類）為代表。

4. 海綿——以古盃海綿 (*Archaeocyathus*) 為代表。

5. 上寒武紀後期產渦濬狀灰岩，可能屬藻類化石。

寒武紀的海分佈很廣，彼此互相溝通，惟因環境不同，三葉虫羣也有顯著區別。現時按三葉虫羣只能分為北極區和太平洋區兩個不同區域，個別屬可能為兩個海區域所共有。中國寒武紀三葉虫羣屬太平洋區。新疆羅布諾爾上寒武紀三葉虫種羣，雖和北極區類似，但仍屬印度太平洋起源而和北極區有異。最近在湖南和貴州均發現新疆種羣更可証明了這一點。

三、寒武紀沉積和地層的劃分

(一) 寒武紀沉積

寒武紀代表古生代第一次海侵，多屬淺海相，為各種生物繁盛的極其有利條件。例如，在地槽區（北歐地槽和阿帕拉契亞地槽）均不算深。至於地台區（如中國地台、加拿大地台）岩層一般均不厚，變化也不大。寒武紀海侵入世界各處頗為普遍。岩層沉積程序也極有規律，由砂岩、頁岩到灰岩。華北地台區燕遼沉降帶和揚子地台沉積以砂岩、黑色或紫綠色頁岩、鮞狀灰岩、竹葉狀灰岩以及薄層灰岩和頁岩的互層為主。

寒武紀有兩次造陸運動：一在下寒武紀末期，以揚子地台區雲南東部為最顯著。該處中上寒武紀沉積的缺失，係受雲貴上升運動的結果。這種現象也發生在北歐寒武紀後期。例如，在北歐地槽區挪威首都上中下寒武系俱備，而在波羅的海附近蘇聯愛沙尼亞共和國北岸僅有下寒武紀而無中上寒武紀，因該區下奧陶紀 *Obolus-Dictyonema* 頁岩超覆在下寒武紀岩層之上。華北上寒武系（崗山-長山-鳳山各層）和北美密西西比河上游上寒武系均代表海進層。這種造陸（升降）運動，表現在沉積和生物羣階段中都非常明顯，實具有很大的地層意義。

滇東下寒武紀底部含軟舌螺 (*Hyolithes*) 的磷礦層，係經風化所形成的濱海沉積，假整合於震旦系之上，在西南分佈較廣。今後應按下寒武紀古地理海濱界綫尋找更多的農業主要肥料——磷礦。河北、遼東等處上寒武紀的厚層白雲灰岩也有工業上的價值。因此，磷和白雲灰岩是中國寒武紀沉積中的主要礦產，具有一定經濟意義。

(二) 寒武紀地層的劃分

世界寒武紀地層主要分為印度太平洋區和北極區。它的海侵範圍頗廣並且互相溝通。中國寒武紀屬印度太平洋區，地層完整，化石丰

富。遼東煙台、雲南昆明宜良、山東張夏、河北開平都是中國寒武紀地層標準地區（見對比表，圖159,160）。

寒武紀地層對比表

	統	層	帶	北美	歐洲
寒 部 Cm ₃	炒 米 店 統	鳳 山 層	<i>Calvinella-Tellerina</i> <i>Quacraticephalus</i> - <i>Ptychaspts</i>	Croixin	統
		長 山 層	<i>Kaolishania</i> <i>Chuangia-Changshanic</i>		
		崗 山 層	<i>Blackwelderia-Drepanura</i>		
中 部 Cm ₂	張 夏 統	張 夏 層	<i>Damesella</i> <i>Dorypyge</i>	Albertan	統
		當 十 層	<i>Baisiella</i>		
下 部 Cm ₁	宜 良 統	龍王廟層（饅頭層） 滄浪舖層 節竹寺層 （底部磷礦層）	<i>Redlichia chinensis-</i> <i>Archaeocyathus</i> <i>Palaeolenus</i> <i>Redlichia walcotti</i> <i>Hyolithes</i>	Waucobian	統 Olenellus

第三節 奧陶紀

一、一般概念

奧陶紀仍代表比較平靜（海侵）時期，屬古生代第二個紀。“奧陶”係英國北威爾斯古代民族的名字，本紀約有 55,000,000 年長的時間。當寒武紀末期，部分地區海水開始退却，就形成了一些陸地。奧陶紀初世界各處又開始海侵，兩系間的沉積間斷非常明顯，如波羅的

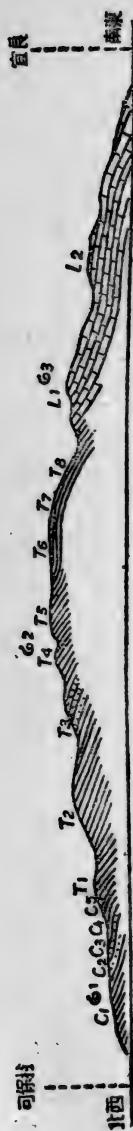


圖 159. 雲南宜良至可保村下寒武系剖面 C₁₋₅ 筲竹寺層; T₁₋₃ 滄浪鋪層; L₁₋₂ 龍王廟層-

6₁ *Redlichia carinata*; 6₂ *Palaeoimms laterosii*;

6₃ *Redlichia chinensis*

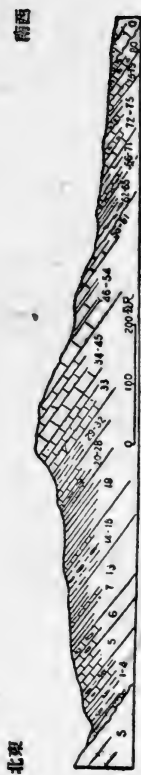


圖 160. 遼陽烟台當十嶺寒武紀地層剖面

1—18. 饅頭層 *Radlichia chinensis*—*Ptychoparia* 帶;

19—32. 當十層 *Baishiella* 帶;

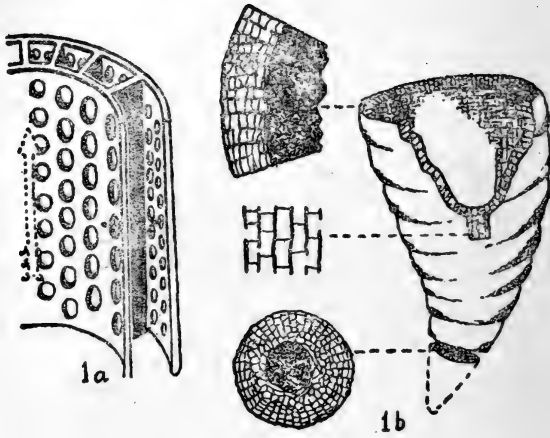
33—61. 張夏層 *Dorypyge* 帶;

62—65. 箇山層 *Blackwelderia*—*Drepanura* 帶;

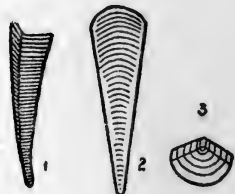
66—71. 長山層 *Chuangia*—*Changshania*—*Kaolishania* 帶;

72—80. 鳳山層 *Ptychaspis*—*Quadratrephalus*—*Calotme* 帶

寒武紀化石 (1)



2



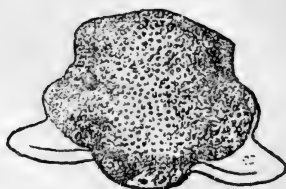
3

1. 古盃海綿 (*Archaeocyathus*), 1a—特別放大部分示皮孔, 1b—古盃海綿各部分;
2. 擬舌貝 (*Lingulella*) 鳳層山;
3. 軟舌螺 (*Hyolithes*)

寒武紀化石(2)



4



7



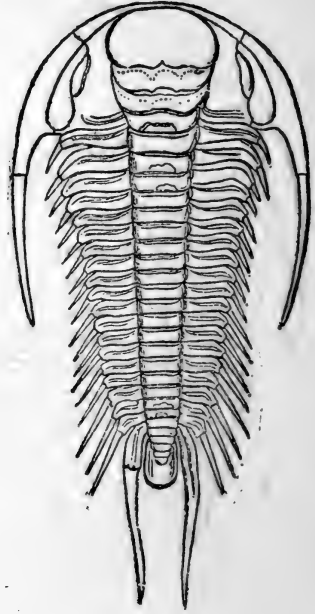
5



6

4. 雷氏三葉虫 (*Redlicha chinensis*);
 5. 古火神三葉虫 (*Palaeolenus*);
 6. 小火神三葉虫 (*Olenellus*);
 7. 刺尾三葉虫 (*Dorypyge*)

寒武紀化石(3)



8



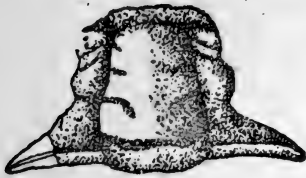
9

8. 奇形三葉虫(*Paradoxides*);
 9. 蝙蝠石(*Drepanura*), 头盖(左上),
 尾部(下)

寒武紀化石 (4)



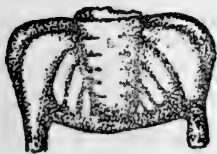
10



b

a

12



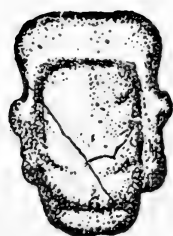
11

10. 長山三葉虫 (*Changshania*);
 11. 蒿里山三葉虫 (*Kaolishania*);
 12. 裸盾三葉虫 (*Ptychaspis*)

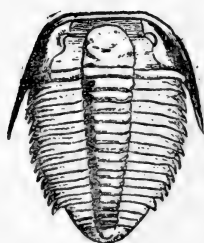
寒武紀化石 (5)



13



15



11

13. 濟南三葉虫 (*Tsinania*), 鳳山層;
 14. 火神三葉虫 (*Olenus*);
 15. 方頭鞍三葉虫 (*Quadricephalus*)

海附近和雲南昆明二村的下奧陶紀地層均以不整合位於寒武紀之上；在河北開平盆地、山東新泰、河南宜陽兩紀間的假整合也非常明顯。但是，地槽區或地台區的沉降帶中，兩紀沉積間的整合現象是可能的。華北各處寒武奧陶紀岩層多呈連續現象。

奧陶紀的海侵範圍最廣，生物種類繁多。一類沉積類型富有碳酸鈣和碳酸鎂物質，代表一種溫暖氣候；另一類型是砂岩和筆石頁岩沉積，代表淺海相沉積。

世界各處奧陶紀岩相的變化很大，共分貝殼相、筆石相和火山岩相三種類型。中國奧陶紀也分貝殼相和筆石相，但無火山岩相。

奧陶紀古地理、地台地槽位置和輪廓大致與寒武紀一樣，不過奧陶紀的海侵的面積較廣，特別在中國地台和加拿大等地台上，這樣就擴大了奧陶紀海侵的範圍。中國奧陶紀分為南北兩個生物區，主要是受沉積和生活環境的控制，其次也受到古陸（特別是淮陽地盾）的阻礙和限制。因此，中國奧陶系分為上中下三個統，南北岩相互異。

二、動物群和標準化石

奧陶紀氣候溫暖，生物繁盛，海相無脊椎動物發展達到高潮，植物有灰藻（Stromatolith）。雲南昆明下奧陶紀已發現甲冑魚骨片。無脊椎化石以筆石、三葉虫、頭足類、腕足類和海林檎為最重要。

動物羣因岩相而異。廣闊的淺海相黑色頁岩中以筆石羣為代表；濱海相碎屑岩（砂岩）以軟體動物貝殼相的混合動物羣為代表；靜海灰岩相以頭足動物羣為代表。

主要動物羣分述如下：

（一）筆石綱——下奧陶紀產網筆石（*Dictyonema*），樹筆石（*Dendrograptus*），刺筆石（*Acanthograptus*），均分筆石（*Dichograptus*），對筆石（*Didymograptus*）；中奧陶紀產雙頭筆石（*Dicranograptus*）和絲筆石（*Nemagraptus*）；上奧陶紀產叉筆石 *Dicellograptus* 和肋筆石 *Pleurograptus*。

(二)三葉虫綱——下奧陶紀產光甲虫(*Megalaspis*)、大洪山虫(*Taihuangshani*)、小隱虫(*Asaphellus*)、桐梓虫(*Tungtzella*)；中奧陶紀產(*Illaeus*)；上奧陶紀產三瘤虫(*Trinucleus*)。

(三)頭足類綱——下奧陶紀產枕角石(*Piloceras*)；中奧陶紀產珠角石(*Actinoceras*)、假壁角石(*Stereoplasmoceras*)、*Armenoceras*、直角石(*Orthoceras*)、內角石(*Endoceras*)。

(四)海林檎綱——主要有亞力士多海林檎(*Aristocystis*)和中國海林檎(*Sinocystis*)，產於下奧陶紀後期。球形海林檎(*Echinosphaerites*)產於中下奧陶紀。

(五)腕足類——中奧陶紀有正形貝(*Orthis*)、*Clitambonites* 和揚子貝(*Yangtzeella*)。他如苔蘚虫和腹足類也在中奧陶紀岩層中發現。

三、奧陶紀沉積和地層的劃分

陶奧紀的沉積岩相的變化很大，劃分比較困難。我們必需從整體看問題，也必需注意到岩相的分析、構造單位和各種生物羣綜合性研究，尤應特別地注意到各個層(建造)的組成和分佈以及它們的相互的關係。各地區地殼運動(造山和造陸)有強弱遲早的差異，生物羣也受到岩相的控制。在一定時期內各個不同岩相沉積厚度相差很大。其中以火山岩相厚度最大，不能和貝殼相和筆石相岩層的厚度相比擬。

中國在奧陶紀初期，無論在地台區或地槽區，均係緩慢地下降，

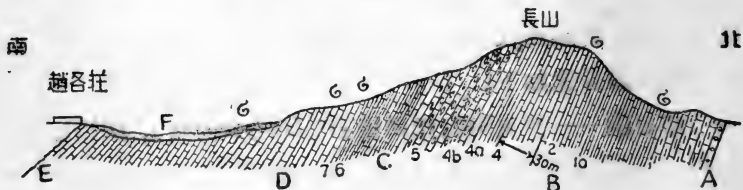


圖 161. 開平盆地奧陶紀剖面

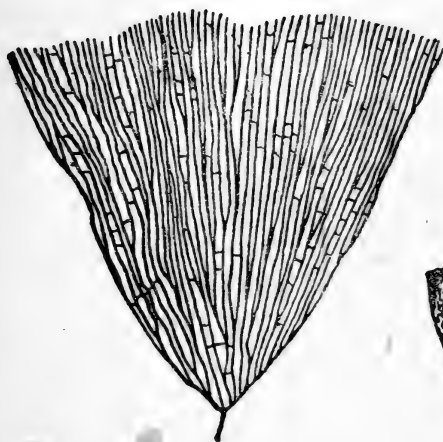
A—B—治里層；B—C—亮甲山層；C—E—馬家溝灰岩；
G—示化石層位

奧陶紀地層對比表

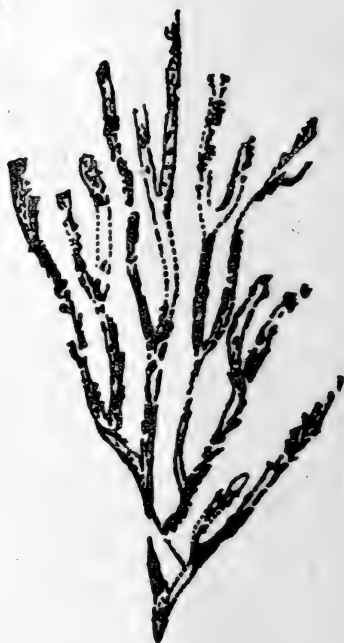
華北及東北 (華北地台区)	西南和揚子上游 (揚子地台)	皖南及浙西 (加里東褶皺區)	西 北 (海西褶皺帶)	歐洲	北美
上奧陶系 O ₃	鹽津層 <i>Pleurograptus</i>			Caradocian	Cincinnati
中奧陶系 O ₂	雷家山層 <i>Endoceras</i> <i>Orithoceras</i> <i>Yangtzeella</i>	胡樂頁岩 <i>Glossograptus</i> <i>Dicellograptus</i> <i>sexans</i>	庫魯克達層 <i>Nemagraptus</i> <i>gracilis</i> <i>Glyptograptus</i> <i>terestitusculus</i>	Landeilian	Champlainian
下奧陶系 O ₁	亮甲山層 <i>Dicellograptus</i> <i>Pithoceras</i>	十字鋪層 <i>Aristocystis</i> <i>Didymograptus murchisoni</i> 湄潭頁岩 <i>Didymograptus hirundo</i> <i>Tahungshanta</i>			Canadian
陶系 O ₁	冶里層 <i>Asaphellus</i> <i>Dictyonema</i>	宜昌灰岩 <i>Tungtzeella</i> <i>Dicelloccephalina</i>	寧國頁岩 <i>Didymograptus</i> <i>hirundo</i>	Skiddovian	
			譚家橋層 <i>Clonograptus</i> <i>Asaphellus</i>		

奧陶系

奧陶紀化石(1)



1



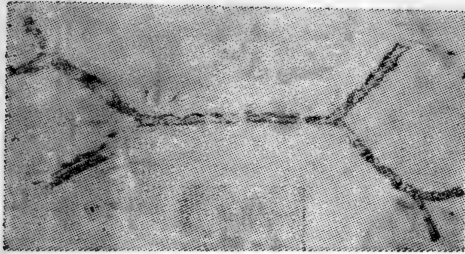
2



3

1. 網筆石 (*Dictyonema flabelliforme*);
2. 樹筆石 (*Dendrograptus grabaui*), 冶里層;
3. 勞氏筆石 (*Loganograptus*), 冶里層

奧陶紀化石(2)



4



5



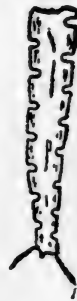
6



7



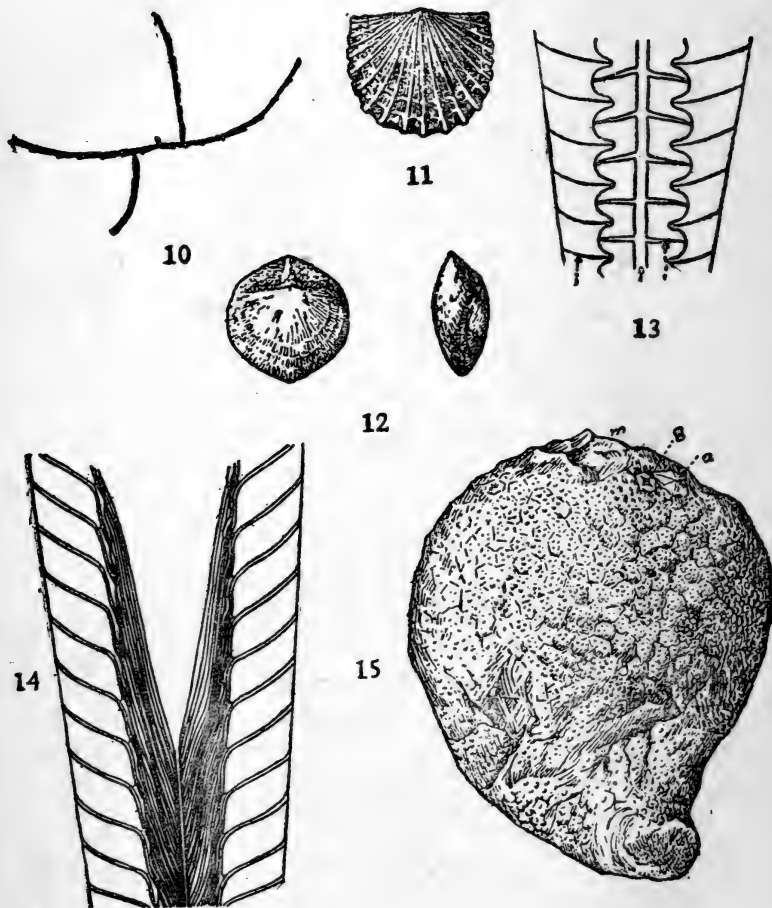
8



9

4. 八筆石 (均分筆石) (*Dichograptus*);
5. 四筆石 (*Tetragraptus*), 亮甲山層;
6. 莫氏對筆石 (*Didymograptus murchisoni*) 十字鋪層;
7. 叉形對筆石 (*Didymograptus bifidus*);
8. 葉筆石 (*Phyllograptus*), 寧國頁岩;
9. 小刺柵筆石 (*Climacograptus supermus*), 五峯頁岩 (上奧陶紀?)

奧陶紀化石(3)



10. 肋筆石 (*Pleurograptus*);
 11. 正形貝 (*Orthis*), 雷家山層;
 12. *Clitambonites*, 雷家山層;
 13. 珠角石 (*Actinoceras*);
 14. 內角石 (*Endoceras*);
 15. 中國海林檎 (*Sinocystis*), 十字鋪層

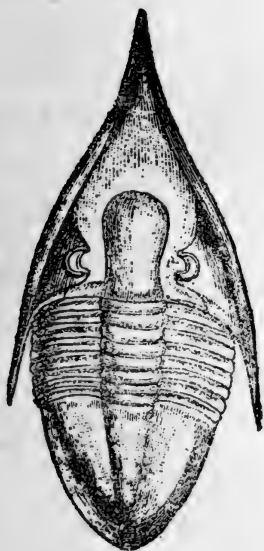
奧陶紀化石(4)



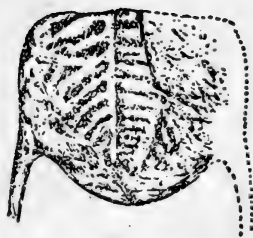
16



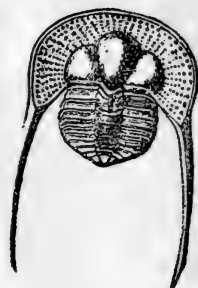
17



18



19



20

16. 小隱虫 (*Asaphellus*);
 17. 桐梓虫 (*Tungtzeia*);
 18. 光甲虫 (*Megalaspis*), 亮甲山層;
 19. 大洪山虫 (*Tahuangshania*);
 20. 三瘤虫 (*Trinuclaus*)

所以奧陶紀的海侵區域較廣，到中奧陶紀達到最高潮。這期沉積環境複雜，沉積岩相就隨着地區和時間而變化。例如華北地台區開平盆地奧陶紀地層屬灰岩相（圖 161），以頭足類珠角石為代表；揚子地台區（雲貴等省）下奧陶紀下部為碎屑岩貝殼相，以軟體動物瓣鰓類為代表。中奧陶紀沉積多為淺海筆石相，如甘肅平涼和新疆中奧陶紀筆石相。英國奧陶系部分為火山岩相，但中國尚未開發現。

華北奧陶紀含有竹葉狀灰岩，為淺海相的標誌。

奧陶紀的沉積岩相是多式多樣的，大都屬淺海相。華北地台區厚度變化不大。南北兩個生物羣區也是十分明顯。北極區以珠角石為代表，太平洋區以直角石為代表。由於地殼運動，也和世界各地區一樣，各世（統）間的階段顯明程度（整合和假整合）又不一致，也不應一致。主要在分析各地區沉積岩相，定出地殼升降時期、海侵方向和範圍以及各期代表性的動物羣。由於奧陶紀是古生代中一次較長的海侵，所佔面積最廣，而每次海侵總是帶來新的動物種羣，所以奧陶紀地層的劃分應以海相無脊椎動物羣為主要依據。中國奧陶紀沉積礦產有石膏和燒石灰的石灰岩。

第四節 志留紀

一、志留紀一般概念

志留紀是古生代第三個紀。它的來源係從羅馬時期威爾斯南部志留民族 Silures 而來，本紀大約有 30,000,000 年。

這系上下界綫非常明顯，它的主要生物是單筆石而為前後兩紀所無，所以又叫做單筆石紀。

它和寒武奧陶兩紀同屬一個平靜的海侵時期，但在奧陶紀末期各處多呈海退現象，甚至個別地區發生造山運動，如北美在奧陶志留紀間有一次顯著造山運動名塔康（Taconian）運動，係屬加里東運動範圍。

志留紀一開始底盤就繼續地下降，起初沉積爲碎屑岩相（砂岩、頁岩等），到中志留紀達到海侵高潮，因而有石灰岩的沉積。到上志留紀後期又發生海退期並沉積有泥質灰岩和砂質頁岩的互層。每一層本身又是代表一個小旋迴，因此在這紀發現有次一級沉積旋迴。在上志留紀海退期間中國西南也就形成了一些內海盆地。

這紀氣候溫和，生物繁殖，個別地區屬沙漠氣候，一般沉積多屬淺海相。

志留紀古地理情況和奧陶紀相似，火成岩活動以烏拉爾和東澳塔斯曼(Tasman)地槽區爲顯著，但終不像奧陶紀那樣強烈。這紀主要岩相分貝殼相和筆石相。志留紀現分爲上中下三個統；岩相以貝殼相和筆石相爲主。

中志留紀大海侵是世界普遍現象。

二、動物群和標準化石

(一) 動物羣

志留紀沉積屬淺海相，比較溫暖，並且多爲陽光所能到達地區。其中又分平靜和動盪兩類地帶。平靜區地區是最適宜分泌石灰質的生物大量生存，如海藻、珊瑚、層孔蟲、苔蘚蟲等，有時還形成石礁；但在動盪地區，灰泥是主要沉積物，適合三葉蟲、腕足類、單體珊瑚、海百合、海林檎等生活。

這紀生物區分爲南北兩區——北極區和太平洋區（或稱印度太平洋區）。北極區以五房介爲代表，其次爲珊瑚，如鏈珊瑚、泡沫珊瑚等爲多，主要係受氣候和靜水所控制。太平洋區以小形腕足類爲代表。這兩區生物羣，來自不同分佈中心，故有顯著區別。

到中志留紀，海侵達到高潮，北美尼亞加拉(Niagara)地區爲南北兩區生物羣會合場所，產生混合動物羣。到志留紀後期，海水又分別向南北退却，因而南北兩區生物又開始分異。例如滇緬地槽區、滇東

盆地、古地中海，喜馬拉雅地槽均屬印度太平洋區；興安嶺、天山、南山地槽區屬北極區。這並不是說兩個海侵區互不相通，恰恰相反，由於志留紀的海侵比較廣泛，當時的海洋（特別是在中志留紀）彼此互通，不過各處地殼運動的性質，沉積區的大小、地勢的高低控制了動物羣組成部分。就中國志留紀海進和海退方面來說，印度太平洋仍是主要分佈中心之一。

(二) 標準化石

志留紀標準化石以筆石、珊瑚、腕足類和甲冑魚為主要。

1. 筆石——下志留紀產耙筆石(*Rastrites*)和各種單筆石(*Monograptus*); 中志留紀產弓筆石(*Cyrtograptus symmetricus*) (廣東連灘產)和網格筆石(*Retiolites*); 上志留紀產 *Monograptus leintwardinensis*;

2. 珊瑚——中志留紀產鏈珊瑚(*Halysites*); 蜂房珊瑚(*Favosites*)和泡沫珊瑚(*Cystiphyllum*);

3. 腕足類——中志留紀產 *Pentamerus oblongus* (北極區), *Eospirifer radiatus*, *Eospirifer tingi*; 上志留紀產 *Eospirifer crispus*;

4. 三葉蟲——中志留紀產 *Encrinurus* (*Coronocephalus*) *rex*;

5. 腹足類——上志留紀產 *Hormotoma* 和 *Tentaculites elegans*;

6. 瓣鰓類——中志留紀產 *Pterina*;

7. 豆石類——中志留紀產 *Leperditia* (豆石);

8. 腿口類——上志留紀產巨形闊翅類(*Eurypterus*);

此外，志留紀上部也發現過陸地植物遺跡和甲冑魚骨片。

三、志留紀的沉積旋迴和地層的劃分

(一) 沉積旋迴

從震旦紀到志留紀末期這一段沉積代表一個沉積旋迴，可叫加里東或下古生代旋迴。其中志留紀的沉積包括下志留紀碎屑層（礫岩—

砂岩)、中志留紀頁岩和灰岩、和上志留紀的海退層(砂頁岩爲主), 又是代表一個次一級旋迴叫做志留紀旋迴。但是, 各处的地殼運動不是均勻的。有些地區在奧陶紀末期發生局部隆起。因此, 在一世(統)中就会有假整合或不整合。例如, 英國錫羅甫謝爾(Shropshire)區域的

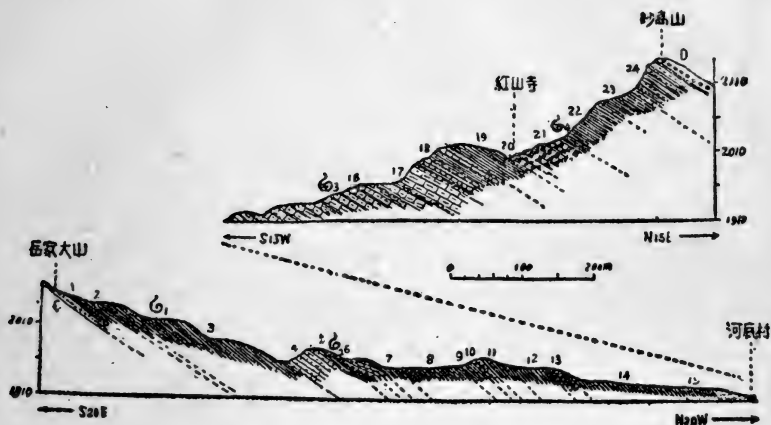


圖 162. 雲南曲靖妙高山剖面

1—19—馬龍層; 20—24—玉龍寺層; ①—*Lisatrypa*; ②—*Favosites*, *Eospirifer tingi*; ③—*Eospirifer radiata*; ④—*Eospirifer crispus*

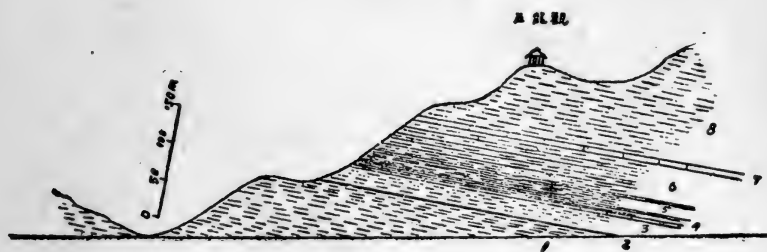


圖 163. 宜昌羅惹坪志留紀剖面

1—龍馬溪頁岩(單筆石, 耙筆石);
2—7—羅惹坪統(蜂窩珊瑚, 鏈珊瑚, 王冠三葉虫);
8—紗帽層(古石燕)

表 比 對 地 層 紀 留 志

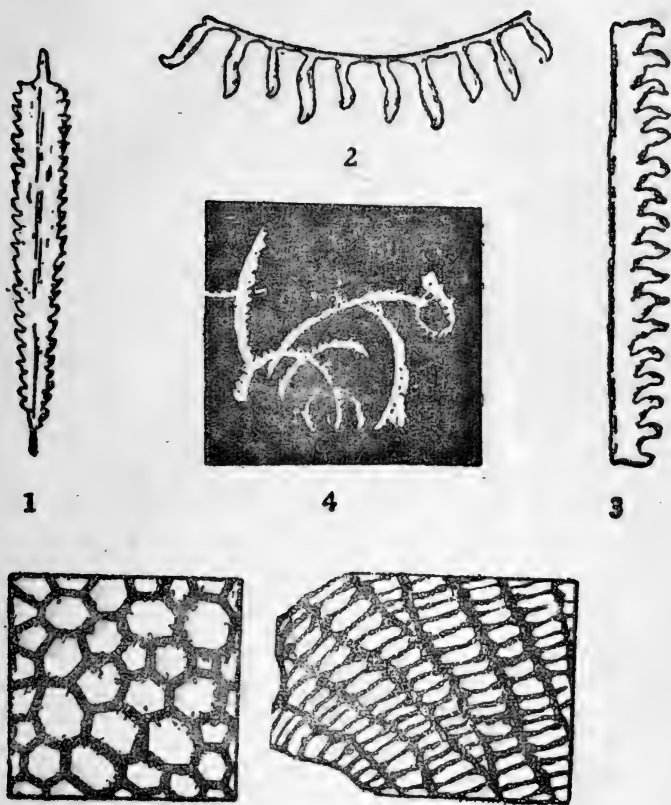
時 代	滇西保山 槽 緬甸 地 質 石 相	雲南曲靖 昆明邊線 地 質 石 相	廣東連灘 加里東 地 質 石 相	湖北宜昌 揚子盆 地	吉 林 貝殼相	歐 洲 貝殼相	北美 貝殼相
S ₃ (上)	挖 色 統 <i>Stropheodonta</i> <i>comitans</i> <i>Tentaculites</i> <i>elegans</i>	玉 龍 寺 統 <i>Eospirifer crispus</i> <i>Holopea</i>	廣 東 連 灘 加 里 東 地 質 石 相	紗 帽 統 <i>Stropheodonta</i> <i>Coronocephalus</i>		Ludlovian 統 (不包括Downton)	Cayugan 統
S ₂ (中)	上 仁 和 橋 統 <i>Cyrtograptus</i> <i>rigidus</i>	馬 龍 統 <i>Eospirifer</i> <i>raciatus</i> <i>Eospirifer tingi</i> <i>Favosites</i> <i>Cystiphyllum</i>	文 頭 山 統 <i>Cyrtograptus</i> <i>symmetricus</i>	羅 惹 坪 統 <i>Pentamerus borealis</i> <i>Halysites</i> <i>Favosites</i> <i>Coronocephalus rex</i>	二 道 溝 灰 岩 <i>Favosites</i>	Wenlockian (=Wenlock + Wenlock 灰 岩)	Niagaran 統
S ₁ (下)	下 仁 和 橋 統 <i>Rasirites</i> <i>Monograptus</i> <i>Camarcocrinus</i>		連 灘 統 <i>Rasirites</i> <i>Monograptus</i>	龍 馬 溪 統 <i>Rasirites</i> <i>Monograptus</i>		Llandoveryan (=Llandovery + Tarannon)	Alexanderian 統

志

留

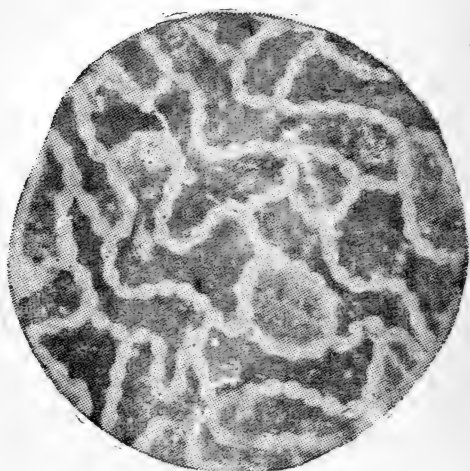
系

志留紀化石(1)

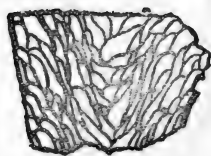


1. 双(劍)筆石 (*Diplograptus*), 龍馬溪頁岩;
2. 耙筆石 (*Rastrites*);
3. 塞氏單筆石 (*Monograptus sedgwicki*);
4. 对称弓筆石 (*Cyrtograptus symmetricus*);
5. 蜂窩珊瑚 (*Favostites*)

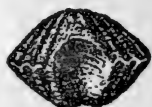
志留紀化石(2)



6



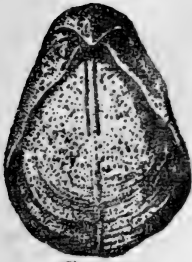
7



8

6. 鏈珊瑚 (*Halysites*);
 7. 泡沫珊瑚 (*Cystiphyllum*);
 8. 丁氏古石燕 (*Eospirifer tingi*)

志留紀化石(3)



9



10



11



12

9. 長方五房貝(*Pentamerus oblongus*);
 10. 心介(*Cardiola*), 馬龍層;
 11. 王冠三葉虫(*Coronocoephalus rex*);
 12. 夏石(*Leperditia*), 玉龍寺層

下志留紀就会有三次小的沉積旋迴，但在中國南部奧陶志留紀間的沉積多呈整合現象。

這紀的沉積，不管是灰岩或黑色頁岩或砂岩和礫岩，均代表一次旋迴，屬淺海相沉積。例如英國文洛克 (Wenlock) 灰岩具有裂痕和浪跡，下志留紀 (Llandovory) 筆石頁岩和硬砂岩格利特 (Grit) 和頁岩的互層均是濱海沉積的證明。

這紀岩相橫的變化也很大。例如，在英國威爾斯中志留紀為灰岩相但在湖城和蘇格蘭灰岩就不存在。又如加里東地槽挪威奧斯陸地方志留紀沉積為頁岩相和砂岩相，但往東到波羅的海區附近志留紀沉積幾為灰岩相所代替。同樣地，中國志留紀沉積也代表一次旋迴，分貝殼相和筆石相。滇西保山區、廣東連灘代表筆石相，滇東盆地區雲南曲靖 (圖 162) 代表貝殼相，均屬印度太平洋區。東北吉林二道溝石灰岩產蜂房珊瑚和腕足類，代表北極區貝殼相。宜昌羅惹坪代表混合相，下部為筆石相，中部為貝殼灰岩相，上部為砂質頁岩 (圖 163)。中國志留紀海侵方向有二：一支由印度太平洋往北；另一支由西北向東南侵入；我們從海進層，海退層的分佈和沉積厚度的變化均可獲得證明。

(二) 地層的劃分

志留紀地層的劃分是以西歐英國為標準，共分為 Llandoveryan (S_1)、Wenlockian (S_2) 和 Ludlovian (S_3) 下中上三個統。每一統包括 2—3 層並且代表一次旋迴，界綫非常明顯。雲南曲靖志留紀代表貝殼相 (圖 162)，廣東連灘岩層代表筆石相。

沉積礦產以鹽 (北美) 為主要，鐵、磷為次要。

第五節 加里東運動及其發展的範圍

加里東運動是發生在下古生代範圍內的造山運動。這期造山運動 (特別在志留紀末) 所形成的山系以蘇格蘭為最發育，而蘇格蘭古稱

加里东 (Caledon)，所以叫做加里东運動。美國阿帕拉契亞地槽區與陶系和志留系中間的不整合，代表塔康運動，也是屬於加里东運動範圍之內。

在寒武紀以前世界古老地台都已形成了。北面有俄羅斯地台（或稱西歐地台）、西伯利亞地台、中國地台和加拿大地台，南面有橫亘東西的貢瓦納地台，這些都是代表穩定地帶。古老地台形成以後它們的底盤和圍繞它們的地槽區一樣，均逐漸下降，同時也就沉積了下古生代海相沉積。根據葛羅夫金斯基，世界海侵和海退期不是同時而是有週期性。大體上是同時的，在下古生代——特別在志留紀末期——各區地台昇降極端不均勻，局部基底昇降情況各區也各不同，地形起伏也不一致，因此各期地層常有缺失和超覆現象。

加里东山系主要是在志留紀末，由世界各古老地台周圍地槽沉積帶所褶皺成的。它們的方向大約和古老地台邊緣一致。在西歐（加里东）地槽區，它們成爲SSW—NNE方向，蒙古地槽褶皺方向也是圍繞西伯利亞地台而形成的。其他如澳洲東部的塔斯曼地槽，阿帕拉契亞、科迪勒拉(Cordilleran)和古安第斯(Pre-Andean)地槽均受加里东運動影響而形成了山系。但是，這些山系因受長期侵蝕而被削平，甚至消滅。現在我們僅可在某些特別發育地區找出它們的殘跡。例如，蘇格蘭和挪威京城附近和烏拉爾、天山等地區均是這期運動比較顯著的地區。

中國古老地台會受到加里东運動影響，所以在地台上發現一些加里东褶皺帶遺跡，尤以中國南部較爲顯著。例如，廣西、湖南、廣東、等處泥盆紀以前的不整合現象均足證明加里东運動的存在。這種地台上復活現象是中國地台的基本特徵。又中國北部志留泥盆紀的缺失就是代表華北地台上升徵象，並且和加里东運動有關。

崑崙和秦嶺均代表加里东褶皺區。

第六節 泥盆紀

一、一般概念

泥盆紀代表古生代第一次大變動時期，約有 40,000,000 年。它的名字來源是出自英國泥盆州。在英國西南泥盆州原始地區，該處泥盆紀地層受變質很深，產化石極少，以致層序比較混亂，因此標準海相泥盆紀地區是以歐洲大陸剖面為依據（法國北部、德國西部和德國南部）。但是，泥盆州一帶沉積相的變化很大，藉此可說明這紀古地理情況。

由於志留紀末期發生了主要的加里東運動，世界各地區海陸的分佈就起了巨大變化。由於地殼運動的不均勻性，世界各區經過造山運動而形成了山系，也有經過造陸作用而形成高原和盆地等地帶。因此，地形和氣候均起了顯著的變化，動物羣也隨着起了變化，如三葉蟲和筆石的突然衰弱，大陸植物和魚類的大量出現，就大大地改變了生物的面貌。

除正常海相沉積外，這紀地層還有淺海、瀉湖相沉積和陸相老紅色砂岩系沉積。因此，泥盆紀沉積可別為三種類型，海相、海陸交替相和陸相。這三種類型在西歐（特別是英國西南泥盆州和蘇格蘭）各處和中國均可見到。雲南霑益婆兮下泥盆系（妙高層）是代表老紅色砂岩系。中國泥盆系可分為霑益統(D₁)、婆兮統(D₂)和一打得統三部，因老紅色砂岩系中常產甲冑魚，所以又叫甲冑魚時代。

二、生物群和標準化石

（一）泥盆紀生物羣

1. 植物羣——這紀開始有大量陸地植物，以裸蕨植物為主：如裸蕨 (*Psilophyton*) (中、下泥盆紀)，古鱗木 (*Protolpidodendron*) 和

古蘆木 (*Archaeocalamites*), 產陸相或瀉湖相沉積中。

2. 魚類——以無顎綱頭甲魚 (*Cephalaspis*) 和鱗甲魚 (*Pteraspis*) 爲代表, 產淡水或瀉湖相沉積中。中泥盆紀開始有魚綱, 以溝鱗魚 (*Bothriolepis*) 爲代表。

3. 海相動物羣——淺海相無脊椎動物羣仍佔主要地位, 其中腕足類、頭足類和珊瑚類尤具有地層意義。珊瑚多生靜水中, 有時形成石礁, 種類繁多, 常成爲化石帶, 如中泥盆紀的鞋珊瑚, 上泥盆紀的費氏珊瑚 (*Phillipsatraea*)。

腕足類以終穴目的石燕 (*Spirifer*) 和鵝頭貝 (*Stringocephalus*) 爲代表, 頭足綱以稜菊石 (*Manticoceras*) 和海神石 (*Clymenia*) 爲代表。

他如大批昆蟲、蜘蛛和千足蟲等均在這紀發現。

(二) 標準化石

泥盆紀生物, 種類複雜, 一切均爲沉積環境所控制。每一沉積岩相均各有一定特殊的標準化石, 用做地層對比實有極大幫助。

腕足類佔首要地位, 尤以石燕科爲重要, 計有 (*Spirifer paradoxus*, *Spirifer tonkinensis* (廣西下泥盆紀), *Spirifer speciosus*, 鵝頭貝 (*Stringocephalus*) (廣西中泥盆紀) 和 *Spirifer verneuili* (滇西上泥盆紀), *Sinospirifer* (中國石燕, 中國南部上泥盆紀), *Hypothyridina*, *Productella* (小長身貝, 上泥盆紀) 和 *Yunnanella* (上泥盆紀) 均極重要。

其次是珊瑚, 如中泥盆紀多角珊瑚 (*Prismatophyllum*) 和內板珊瑚 (*Endophyllum*), 上泥盆紀費氏珊瑚 (*Phillipsatraea*); 頭足類之稜菊石 (*Manticoceras*) 和海神石 (*Clymenia*) 是上泥盆紀帶化石。但中國上泥盆紀僅發現稜菊石而無海神石, 其他稜菊石也少。這主要是受當時沉積環境的限制, 而海神石的缺失或係代表泥盆紀末期的間斷。

海百合以 *Hexacrinus* 和 *Cupresocrinus* 爲代表, 產雲南中泥盆紀。溝鱗魚代表瀉湖相岩層中產物, 在世界和中國中上泥盆紀均有發現,

是中上泥盆紀標準化石。

最後泥盆紀古植物以裸蕨和古鱗木為代表。這些植物常發現在陸相或海陸交替沉積中。例如湖南長沙中泥盆紀古鱗木殘片常和海相化石在一起發現。這些陸地植物，無疑問地，沉積在濱海相或瀉湖相中，其理和近海煤田的成因相同。

三、泥盆紀沉積和地層的劃分

(一) 沉 積

泥盆紀沉積可別為三個主要類型：海相、混合相和陸相。

泥盆紀相變情況以英國泥盆州一帶為最顯著（圖 164），泥盆州南

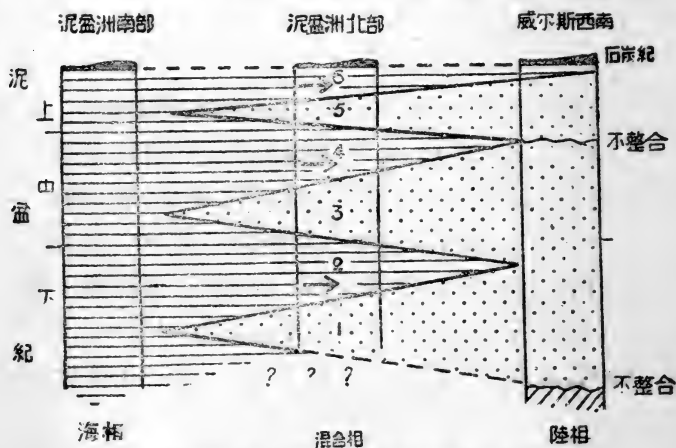


圖 164. 英區西南泥盆紀沉積示岩相的變化

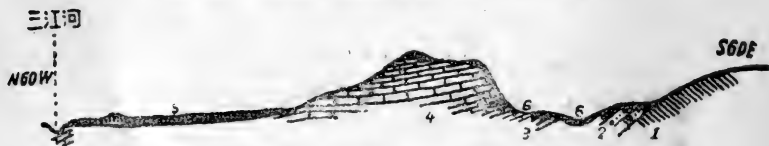


圖 165. 廣西北部融縣泥盆紀剖面示加里东運動

1—龍山系（奧陶紀）；2—蓮花山層（碎屑岩相，下泥盆紀）；3—榴江層（中泥盆紀）；4—古化灰岩（上泥盆紀）；5—紅土；6—沖積層

部代表海相；泥盆州北部代表混合相；而威爾斯西南完全代表陸相老紅色砂岩系。中國泥盆沉積情況也相類似。廣西融縣下泥盆紀蓮花山層和龍山系間的不整合表示加里東運動（圖 165）。廣西修仁一帶泥盆系代表海相類型；江西、湖南和廣東北部靠近東南古陸，屬混合相，成犬齒交錯情況，中上泥盆系均產溝鱗魚。雲南婆兮泥盆系代表標準剖面，上中下泥盆系均發達。南盤江下泥盆系分妙高山層和南盤江灰岩。前者岩石性質和化石類似老紅色砂岩系，但後者是產海相化石的灰岩。所以這種沉積類型仍屬混合類型（圖 166）。地槽區泥盆



圖 166. 雲南婆兮泥盆紀剖面

- 1—2—志留系；3—4—下泥盆系；5—16—中泥盆系；17—18—上泥盆系；19—石炭系；
 3—*Gypidula (Sieberella) yunnanensis*；
 6—*Protolepidodendron*；10—*Caseoia sandalina*；
 12—*Stringocephalus burini*；18—*Sinospirifer, Manticoceras*

紀是以海相沉積為主要，如崑崙、秦嶺、蒙古和滇緬地槽等區。雲南保山何元寨泥盆紀代表地槽區海相沉積，以厚層灰岩和安山岩為主，盛產腕足類珊瑚和海百合等化石，屬印度太平洋區（圖 167）。

這紀沉積礦產是鐵礦，分佈很廣，都產生在湘西一帶上泥盆紀混合濱海相沉積中。

(二) 地層的劃分

蘇聯學者對於烏拉爾和阿爾泰泥盆系研究闡明了岩相分析的重要性。所以泥盆紀地層的劃分應以沉積岩相和生物羣為依據。歐洲泥盆系的劃分是採用老的分法，並應將 Downton 砂岩歸入下泥盆系。

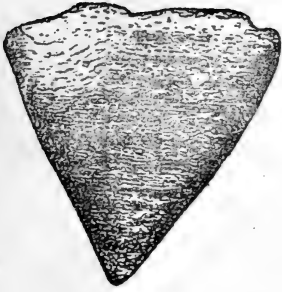


圖 167. 雲南保山何元寨到陳家寨泥盆紀剖面: H—何元寨灰岩; An—安山岩; Hg—汞礦

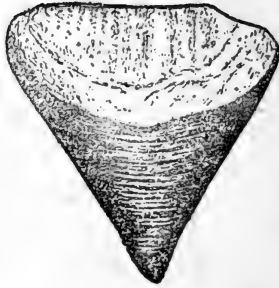
泥盆紀地層對比表

時代	雲南	廣西	西歐 (德法比)
上打泥盆系 D ₃	一打得層 <i>Yunnanella</i> <i>Manioceras</i>	何元	融縣 Yunnanella 桂林 <i>Sinospirifer sinensis</i>
中泥盆系 D ₂	曲婆龍 <i>Stringocephalus burtoni</i> 峯 <i>Calceola sandalina</i> 山 <i>Protolepidodendron</i> <i>Bothriolepis</i>	寨灰岩 Spirifer padank-pinensis Spirifer vernui	東吳小 崗嶺村 <i>Stringocephalus</i> <i>Calceola sandalina</i> <i>Plectospirifer</i> 山 <i>Protolepidodendron</i>
下泥盆系 D ₁	南盤江層 (坡脚層) Siebereilla 妙高山 無類甲胃魚		四蓮 排花山 <i>Spirifer paradoxus</i> <i>Spirifer tonkingensis</i> 頁山 <i>Spirifer sp.</i>
			岩層 岩層 岩層 岩層 岩層 岩層
			Famennian Frasnian Givetian Eifelian Coblenzian Giedinnian

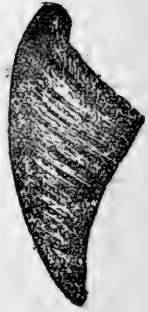
泥盆紀化石(1)



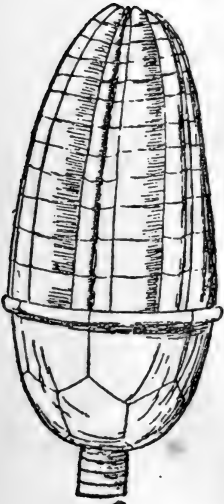
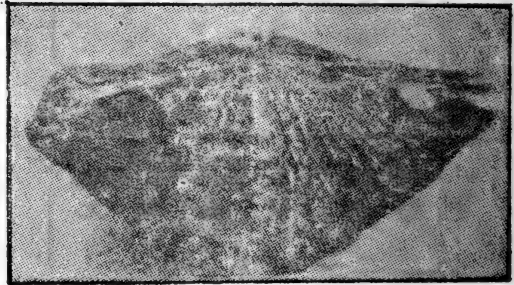
1a



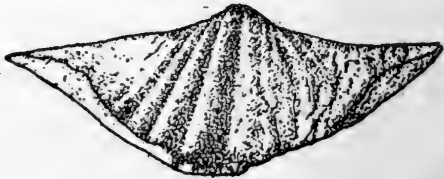
1b



1c



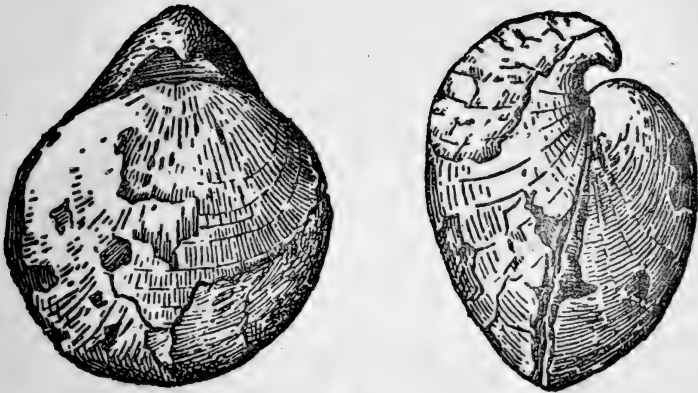
2



4

1. 鞋珊瑚(*Calceola sandalina*);
2. 毯百合(*Cupressocrinus*);
3. 長翼石燕(*Spirifer paradoxus*);
4. 東京石燕(*Spirifer tonghinensis*)

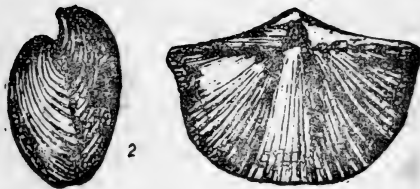
泥盆紀化石(2)



5



6

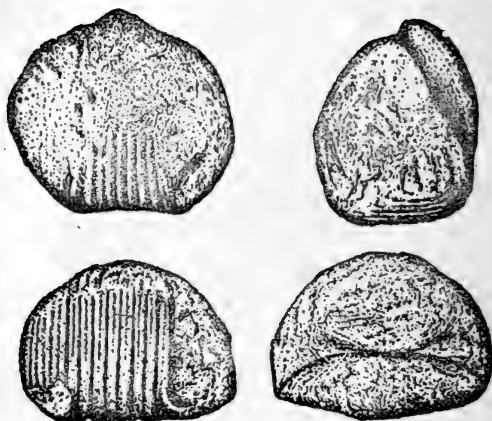


2

7

5. 布氏鵝頭貝(*Stringocephalus burtoni*);
 6. 雲南貝(*Yunnanella*);
 7. 中國石燕(*Sinospirifer sinensis*)

泥盆紀化石(3)



8



9

8. 下褶貝(*Hypothyridina*),一打得統;
 9. 小長身貝(*Productella*),一打得統

泥盆紀化石(4)



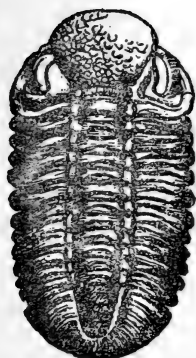
10



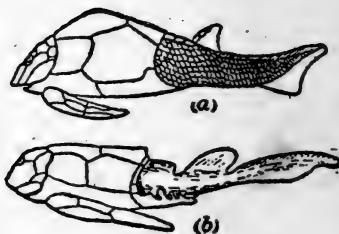
11

10. 無孔貝(*Atrypa desquamata*);
 11. 尖稜菊石(*Manticoceras*)

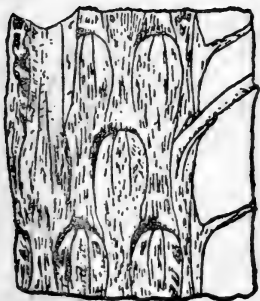
泥盆紀化石(5)



12



13



14



15

12. 鏡眼三葉虫(*Phacops*), 志留泥盆系;
 13. (a) 翼甲魚(*Pterichtys*), (b) 溝鱗魚(*Bothriolepis*);
 14. 古鱗木(*Protoleplidodendron*);
 15. 裸蕨(*Psilophyton*), 中、下泥盆系

第七節 石 炭 紀

一、一 般 概 念

石炭系因產石炭而得名，代表古生代時間最長的一系（約 115,000,000 年）。由於這紀地層太厚，有主張將下石炭特別分出另成一系，歐洲經常叫做第南(Dinantian)系(紀)，英國叫做阿粉(Avonian)系(紀)，美國叫做米西西比(Mississippian)系，中國稱為丰寧系。

如果把下石炭系劃出，那末狹義的石炭系就被分為上下兩部——莫斯科統和烏拉統，莫斯科統也就会被人誤會地歸到下石炭系，但是莫斯科統是代表中石炭系，決不能叫做下石炭系。為了避免系統混亂起見，仍應總稱為石炭系。

下石炭紀代表靜水淺海相灰泥沉積，在世界各處分佈頗廣，主要岩層為灰岩、砂岩、頁岩、煤系和鋁土礦。珊瑚礁和煤層表示氣候的潮濕和溫暖。到下石炭紀以後，整個北半球升起，這是主要現象。由於局部下降和上升我國北方就形成了許多陸相的湖沼和瀉湖，為造成煤田有利條件，同時南方仍然多屬海侵區域。這紀世界海陸分佈為：南方為橫亘東西的貢瓦納古陸；北面有勞蘭特和安格拉古陸，中間隔以古地中海地槽區；東面的中國古陸是世界有名產煤區域（圖168）。石炭系分為第南(Dinantian)統、莫斯科統和烏拉統三個統。

二、生物群和標準化石

(一) 生 物 羣

按不同的沉積環境，石炭紀生物羣分為：

1. 海相動物羣； 2. 陸相淡水動物羣； 3. 植物羣三大類：

1. 海相動物羣 產生在地槽區或地台區，其中以珊瑚、紡錘蟲、頭足類和腕足類為主要，如中國南方淺海地區和天山、南山、滇緬地

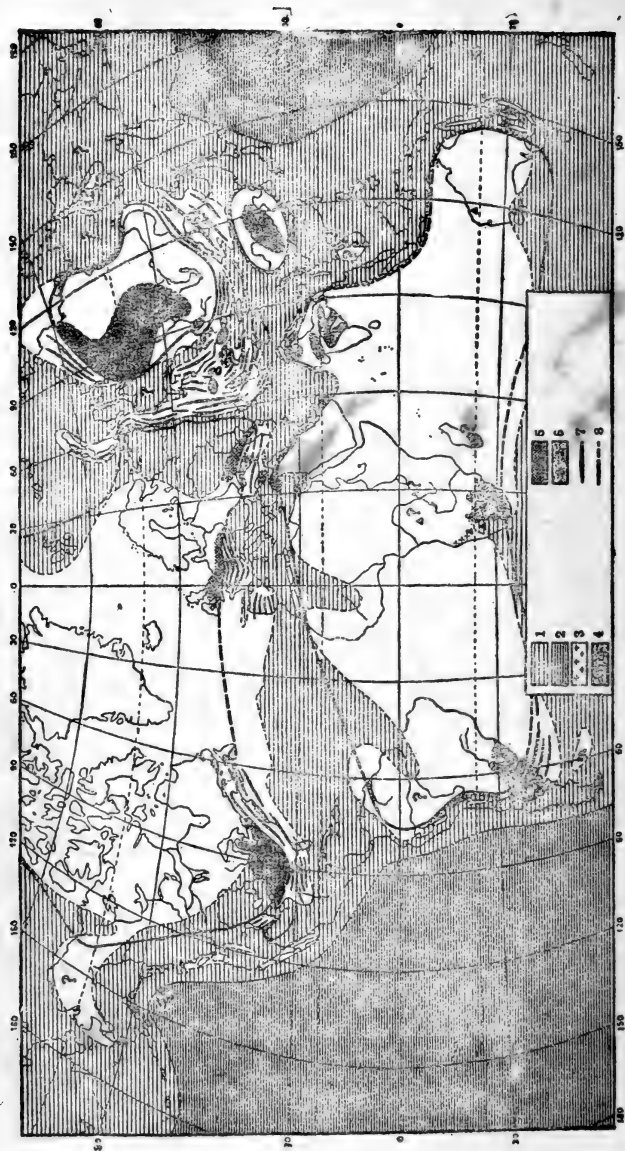


圖 168. 上石炭紀古地理

1—砂礫帶海洋區；2—砂礫帶海洋區；3—噴發岩；4—陸相沉積；5—煤沉積；6—冰期沉積；7—山脈；8—地台界綫

槽區的海相動物。

2. 陸相淡水動物羣是以淡水產瓣鰓類為主，常常集中排列成帶，對於陸相地層的對比幫助頗大。例如英國〔煤系〕(Coal Measures) (上石炭紀) 產 *Carbonicola* 和 *Anthracomya* 及德國 Kulm (下石炭紀) 的 *Posidonomya*。我國北方石炭紀後期陸相岩層中也產有 *Carbonicola* 和 *Anthracomya* 等屬。

3. 下石炭紀植物羣和泥盆紀相類似，鱗木和羊齒以及由石灰質分泌而成的海藻仍佔主要地位。在中石炭紀和上石炭紀北半球沼澤中植物繁盛達於極點，均為造成煤層的主要植物，其中以鱗木、封印木、蘆木以及各種羊齒為最主要。

(二) 標準化石

石炭紀標準化石是以海相腕足類、珊瑚、紡錘虫、淡水瓣鰓類和植物為主。

1. 腕足類——下石炭紀有古分喙石燕 (*Eochoristites*)，巨長身貝 (*Gigantella*) 和細絲貝，中石炭紀有莫斯科分喙石燕 (*Spirifer* (*Choristites*) *mosquensis*)，上石炭紀有邊緣長身貝 (*Marginifera*) 和太原長身貝 (*Productus taiyuanfuensis*)。

2. 珊瑚類——英國下石炭紀的劃分主要是以珊瑚為根據。中國下石炭紀分帶工作也是根據珊瑚的研究。下石炭前期有內溝珊瑚 (*Zaphrentis*)、叢板珊瑚 (*Clisiophyllum*)、中板珊瑚 (*Dibunophyllum*)、貴州珊瑚 (*Kueichouphyllum*)；中石炭紀有刺毛珊瑚 (*Chaetetes*)。

3. 紡錘虫——無論在華北海陸交替相或華南淺海相以及地槽區中，我們均可發現這類微體化石。特別在南方石炭紀厚層石灰岩的分層主要是根據紡錘虫研究。中石炭紀有斯氏筵 (*Staffella*)，小筵 (*Fusulinella*)；上石炭紀有假希氏筵 (*Pseudoschwagerina*)。

4. 頭足類——黃河角石 (*Huanghoceras*) 為太原統標準化石，英國〔煤系〕也有發現。三葉虫類之 *Phillipsia* 為世界各處上石炭紀標準

化石。

5. 淡水瓣鰓類以炭介(*Carbonicola*)爲主。

6. 植物——下石炭紀有星蘆木(*Asterocalamites*)和楔羊齒(*Sphenopteris*)。中上石炭紀以羊齒爲主要，如櫛羊齒(*Pecopteris*)和翅羊齒(*Neuropteris*)等。

三、石炭紀的沉積和地層的劃分

(一) 沉積和礦層

在石炭紀時世界和中國發生巨大地形變化，一方面形成了許多內陸盆地、沼澤區、凹地、槽地以及瀉湖等等；另一方面仍然有地槽區。因此，各區石炭紀沉積岩相均有顯著不同。

下石炭紀時期整個華北是上升，所以沒有海相沉積。但華南則處於海侵狀態；到中石炭紀，華北變爲顫動海，因而形成凹地，盆地以及瀉湖，主要沉積爲陸相，瀉湖相和海陸交替相。其中有很多薄層灰岩，產腕足類和紡錘蟲，成爲煤系的標誌層。那時我國南北是被淮陽、秦嶺地軸所隔開。北方屬海陸交替相，南方屬海相。主要煤田在北方並且多半在地台區，淮南煤礦屬淮陽地盾前山前凹地，具有地台和地槽性質，屬過渡帶，這是由於地槽區褶皺隆起的影响並且以地台爲基礎所形成的。這一構造單元產煤最富，駕於其他大地構造單元之上。至於純地槽區決不會沉積具有工業價值的煤田，例如秦嶺地槽區和滇緬地槽區就決不會有工業價值煤田的發現(圖 169)。

石炭紀淺海相鋁土礦在西南分佈頗廣。昆明石炭紀大部分均產有鋁土礦，質量均佳，爲重要資源之一。此外華北本溪統底部(中石炭紀)產鐵礦，並位於奧陶灰岩侵蝕面之上。

(二) 地層的劃分

我國石炭紀，也和世界石炭紀一樣，可區別爲上中下三部。由於

上升運動而隆起，下石炭紀華北主要作用是侵蝕，同時天山、西北、外興安嶺、滇緬地帶均為地槽區並有海相沉積。

到中上石炭紀，中國北部屬顫動海區。因此，北方地層為海陸交替相，同時天山、南山和滇緬等地槽仍多為海相沉積。

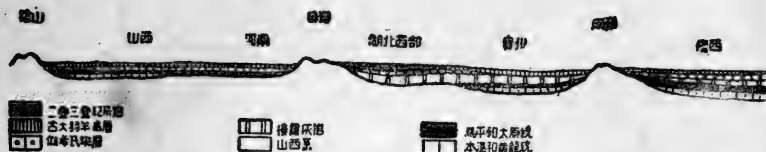


圖 169. 中國南北中石炭紀至二疊紀地層想像圖

中國北方下石炭系以甘肅臭牛溝灰岩為代表，產巨長身貝；中石炭系以華北本溪統為代表，產莫斯科石燕；上石炭系以山西太原統為代表，產黃河角石和假希氏筳。

中國南部石炭系分為丰寧統、黃龍灰岩和船山灰岩。南京黃龍山代表這紀標準剖面（圖 170）。

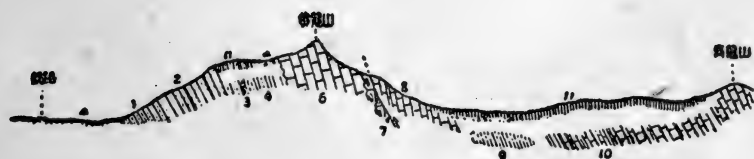


圖 170. 南京黃龍山石炭二疊紀剖面

- 1—志留系； 2—烏桐系； 3—金陵灰岩； 4—高驛山系； 5—黃龍灰岩；
6—船山灰岩； 7—棲霞灰岩； 8—龍潭煤系； 9—青龍灰岩； 10—第三紀地層

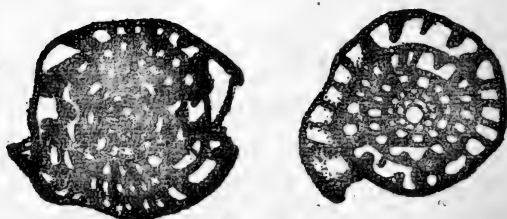
石炭紀化石(1)



1



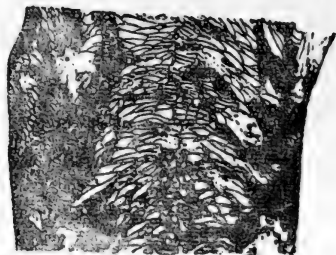
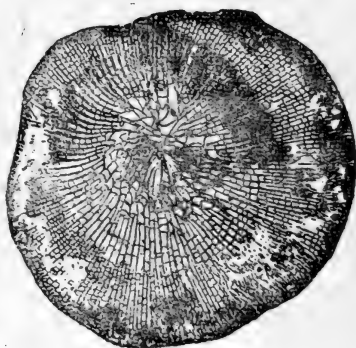
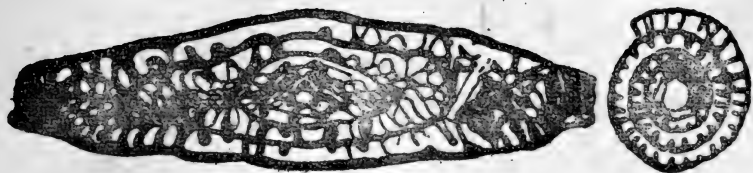
2



3

1. 小蠟(*Fusulinella*), 黃龍灰岩;
2. 假希氏蠟(*Pseudoschwagerina*);
3. 斯氏蠟(*Staffela*), 黃龍灰岩

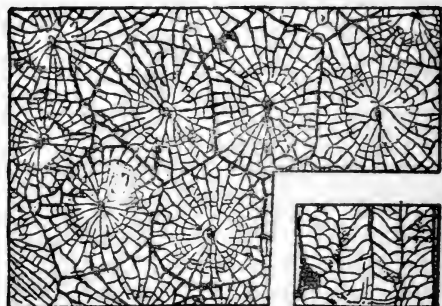
石炭紀化石(2)



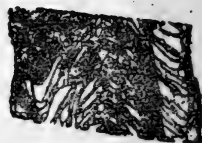
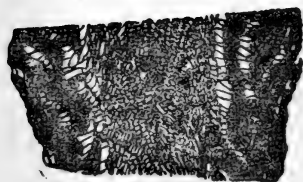
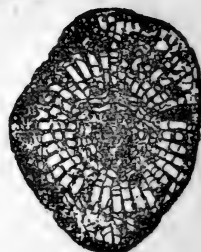
5

4. 蠶(紡錘虫) (*Fusulina*), 黃龍灰岩;
 5. 貴州珊瑚 (*Kueichouphyllum*), 上司層

石炭紀化石(3)



6

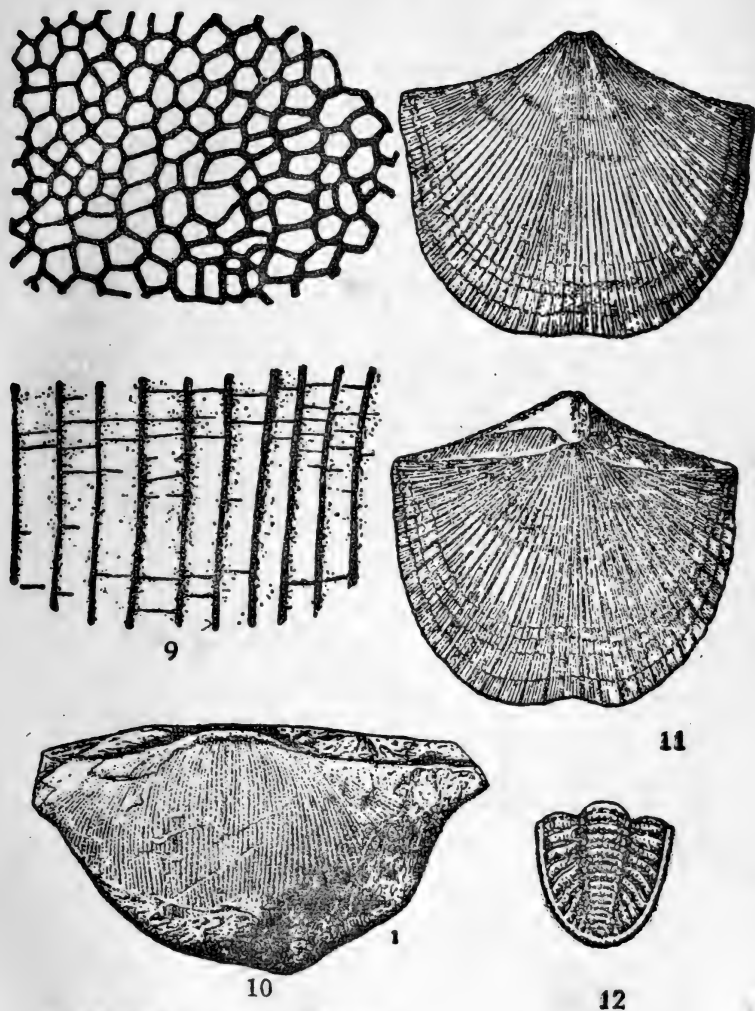


8

7

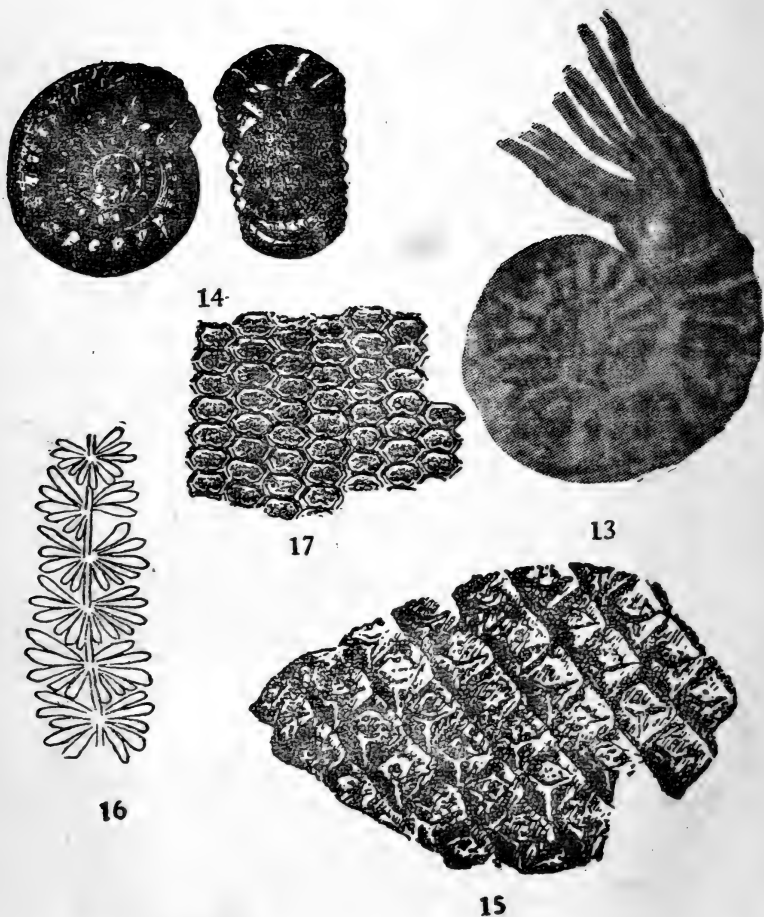
6. 石柱珊瑚(*Lithostrotion*), 本溪統;
 7. 蛛網珊瑚(*Clisiophyllum*), 上司層;
 8. 棚珊瑚(*Dibunophyllum*), 上司層

石炭紀化石(4)



9. 刺毛珊瑚(*Chaetetes*), 黃龍灰岩;
 10. 巨長身貝(*Gigantella*), 臭牛溝灰岩;
 11. 莫斯科分喙石燕(*Spirifer*(*Choristites*) *mosquensis*), 本溪統;
 12. 費氏虫(*Phillipsia*), 太原統

石炭紀化石(5)



13. 黄河角石(*Huanghoceras*), 太原統;
 14. 腹稜菊石(*Gastrioceras*), 馬平統;
 15. 鱗木(*Lepidodendron*), 上石炭系到下二疊系;
 16. 輪木(*Annularia*), 上石炭系到下二疊系;
 17. 封印木(*Sigillaria*), 石炭系到下二疊系

石炭紀地層對比表

時代	華及西北	揚子下游	貴州	化石帶	歐洲	北美
石炭系 上石炭系 C ₃	山西系 太原統	船山灰岩	馬平統	<i>Pseudoschwagerina</i> <i>Huanghoceras</i>	烏拉統	Pennsylvanian
中石炭系 C ₂	本溪統	黃龍灰岩	威寧統	<i>Choristites</i> <i>mosquensis</i> <i>Staffella</i>	莫斯科統	
石炭系 下石炭系 C ₁	臭牛溝灰岩 老君山礫岩	和州灰岩 金陵灰岩	丰上司層 寧 革老河層 統	<i>Gigantella</i> <i>Dibunophyllum</i> <i>Kueichouphyllum</i> <i>Zaphrentis</i> <i>Cystiphrentis</i>	第南統 Dinatian	Mississippian

第八節 二疊紀

一、一般概況

二疊紀是古生代的最末一紀，約有 40,000,000 年。二疊一名是從德國字 Dyas 而來，即係二疊意思，因為德國該紀地層顯然被分為二部——紅底統（陸相）和苦石統（海相）。

二疊紀的另一外文名稱 (Permian) 係蘇聯蓬萌省名 Perm。

二疊紀中名稱頗不妥當，照理應為蓬萌紀。不過二疊紀名稱採用已久，不便再改。

海西運動開始在石炭紀，二疊紀末期運動更加劇烈，那時世界各處形成許多大的山系如烏拉爾、阿爾泰和天山等山系。由於山系的形成和海洋面積的縮小，地台上也就擴增了不少大陸盆地。

北半球因大陸拗曲的結果形成了許多湖沼，沉積了碳酸鈣和碳酸鎂及海藻、海綿、苔蘚蟲等石礁，其中尤以鉀礦的沉積為重要。氣候變化也不一致，紅色岩層和鹽層表示熱和乾燥氣候，而成煤沼澤區又

是潮濕和和暖氣候的證明。那時中國華北地台上也形成了幾個陸相盆地（鄂爾多斯、晉南、淮南、開平和本溪等盆地）。

南半球貢瓦納大陸高原上存在着冰蓋，這就是後來低地冰川的源泉，也是二疊紀下部冰期存在的原因。中國南方和西南均為主要海侵區域，當時滇緬地槽一方面是經過喜馬拉雅地槽和南歐古地中海相通，而印度太平洋是生物羣發源中心。另一方面是和南洋和澳洲相通，同時主要生物為新希氏筳（*Neoschwagerina*），所以又叫新希氏筳海。華北多為瀉湖相，為混合沉積相。中國海相二疊系分為陽新統和樂平統。

二、生物群和標準化石

根據沉積情況，二疊紀生物羣分為下列植物羣、海相動物羣、生物礁和脊椎動物羣：

（一）植物群 二疊紀植物羣主要分為四種：

1. 大羽羊齒植物羣——以大羽羊齒植物為主，分佈在中國北部和南部以及南洋一帶；

2. 舌羊齒植物羣——以舌狀羊齒（*Glossopteris*）為代表，分佈在印度；

3. 安格拉植物羣——以北極植物為主，分佈在西伯利亞全部；

4. 歐美植物羣——以歐洲石炭紀遺留下的植物羣為主，以各種蕨類及種子蕨類為主，松柏類次之。分佈在中歐等區。

（二）海相動物群 以紡錘虫、珊瑚、腕足類和菊石類為主。紡錘虫有擬筳（*Parafusulina*）（棲霞層）、新希氏筳（*Neoschwagerina*）和瓜筳（*Doliolina*）（茅口層）；珊瑚有方管珊瑚（*Tetrapora*）、瓦氏珊瑚（*Waagenophyllum*）（棲霞層）、文氏珊瑚（*Wentzelella*）（棲霞層）；腕足類有長身貝（整個二疊紀）、蕉葉貝（*Leptodus*）（上二疊紀）；菊石類有 *Girtyites*, *Stacheoceras*, *Medlicottia* 和葛氏菊石（*Grabauites*）（均產樂平統）。上二疊紀錳礦層中菊石具有鋸菊石式縫合綫，屬鋸菊石

科，尤有經濟和生物的意義。

(三) 生物礁 如 *Fenestella* 礁。

(四) 脊椎動物群 主要有骨魚如 *Palaeoniscus* (德國苦石統底部)。

此外我國開平盆地二疊紀煤系產闊翅類 *Eurypterus*。近代昆虫綱綱也開始在世界二疊系發現。

三、二疊紀沉積和地層的劃分

(一) 二疊紀的沉積

二疊紀的沉積岩相變化很大。以苏联烏拉爾地槽 (Perm 省) 爲

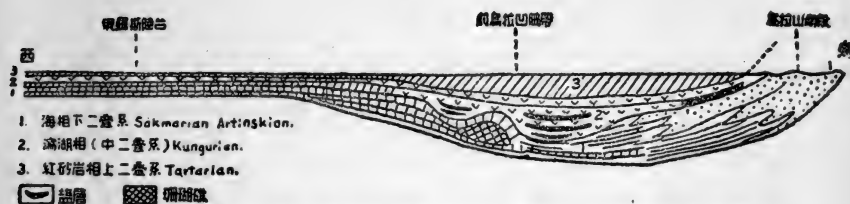


圖 171. 烏拉爾地槽及俄羅斯地台二疊紀時沉積情況意想圖



圖 172. 南京青龍山剖面

1—烏桐層；2—黃龍灰岩；3—棲霞灰岩；4—*Parajusulina*帶；5—龍潭煤系；6—青龍灰岩。c—示下二疊和上二疊間的不整合；a, b, d—示各層間的間斷

例，更可看出沉積岩相縱的和橫的變化。其中有海相沉積、瀉湖沉積、鹽層、珊瑚礁以及陸相沉積（圖 171）。中國二疊紀沉積岩相變化也很大。華北地台上鄂爾多斯、淮南、晉南、開平等盆地屬陸相沉積區；秦嶺地槽和滇緬地槽屬地槽式海相沉積區。

中國南方多屬淺海區；西南區二疊紀玄武岩分佈範圍尤廣。

南京棲霞山青龍山一帶是二疊紀標準地點，該區下二疊和上二疊間有顯著不整合代表造山運動，叫做東吳運動，為劃分上下二疊系主要根據（圖 172）。

雲南昆明西山下二疊紀前期棲霞層、後期茅口灰岩和玄武岩總稱為陽新統（圖 173）。在滇東一帶也有和棲霞、茅口層同期的玄武岩噴發。

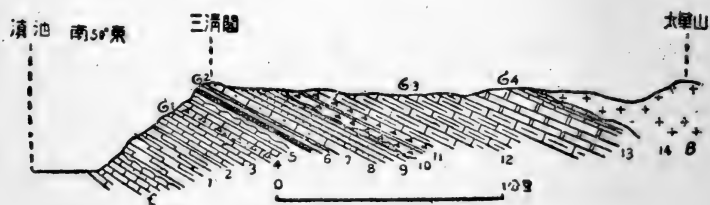


圖 173. 昆明西山石炭二疊紀剖面

1—2—下石炭系；3—5—中石炭系；6—10—下二疊紀下部（棲霞層）；

11—13—下二疊紀上部（茅口層）；14—玄武岩

⊗₁—*Staffella* 帶；⊗₂—*Styliodophyllum* 帶；⊗₃—*Wentzellia* 帶；

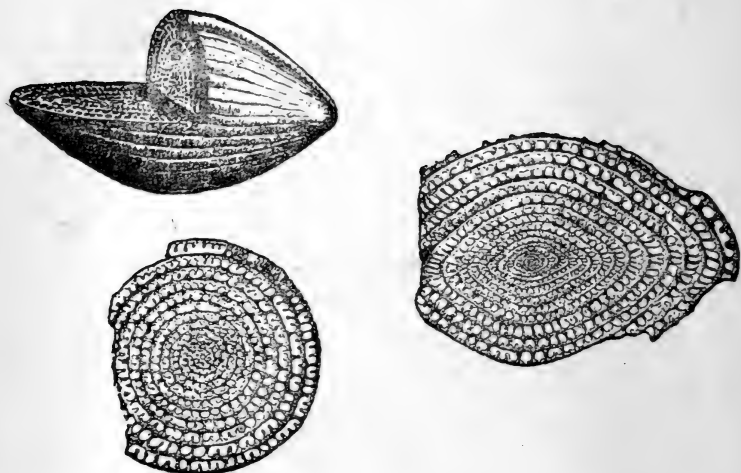
⊗₄—*Dololonia-Misellina* 帶

二疊紀礦產當以華北山西統、華南樂平統煤田為最有工業價值，並且在中國分佈很廣。中國南部（特別在西南）樂平統砂質頁岩內產錳礦層，其價值僅次於華北震旦紀錳礦，代表靜水海進層的沉積並和 *Stacheoceras*, *Medlicottia* 等菊石共生。

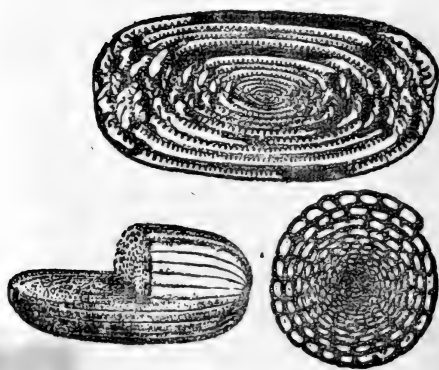
二疊紀地層對比

時代	華南	華北	蘇聯	德國	印度	北美	化石帶
上二疊系 P ₂	大壩層 樂平統	下石千峯系 大羽羊齒植物羣	Kazanian Kungurian	苦石統 Zechstein	中上長身貝灰岩	Capitan	<i>Grabauites</i> <i>Lepidodus</i> <i>Porparaceras</i> <i>Siacheoceras</i>
	陽新統 (峨眉山玄武岩) 茅口灰岩 樂平煤系 棧橋灰岩 (底部煤系)	下石盒子系 下石盒子系	Artinskian	紅底統 Kotligendes	下長身貝灰岩 Talechir冰碛層	Leonard-ward	<i>Neoschwagerina</i> <i>Parajurina</i>
下二疊系 P ₁							

二 疊 紀 化 石 (1)



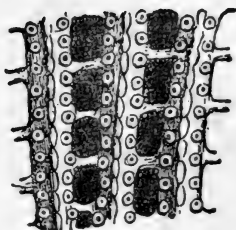
1



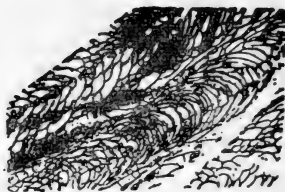
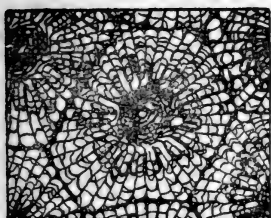
2

1. 新希氏瓣(*Neoschwagerina*), 茅口灰岩;
2. 瓜瓣(*Doliolina*), 茅口灰岩

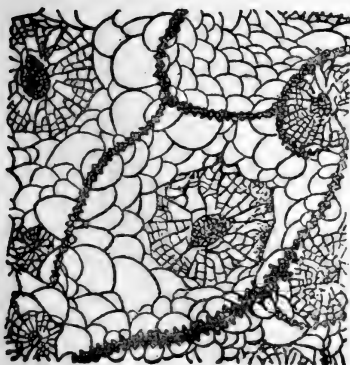
二 疊 紀 化 石 (2)



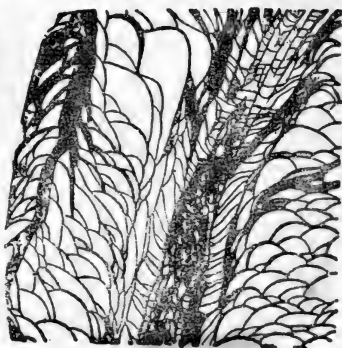
3



4

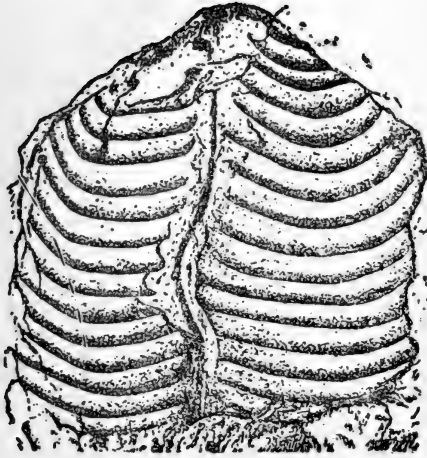


5



3. 網格苔藓虫(*Fenestella*);
 4. 文氏珊瑚(*Wentzeella*), 棲霞層;
 5. 多壁珊瑚(*Polythecalis*), 棲霞層

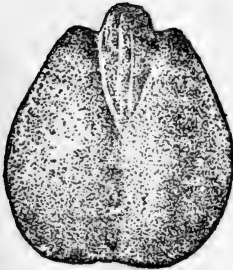
二疊紀化石(3)



6



7



8



9

6. 俄氏貝(俄氏蕉葉貝)(*Oldhamina*), 樂平統;
 7. 蕉葉貝(*Leptodus*), 樂平統;
 8. 方形貝(*Squamularia*), 樂平統;
 9. 神螺(*Bellerophon*), 樂平統

二 疊 紀 化 石 (4)



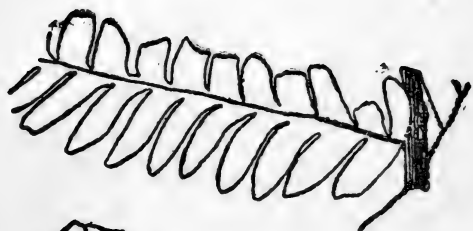
10



11

10. 葛氏菊石(*Grabaulites*), 樂平統頂部;
 11. 瓦家松(*Walchia*), 石盒子系

二叠纪化石(5)



12



13

12. *Alethopteris*, 石盒子系;
13. 舌羊齿 (*Glossopteris*)

二 疊 紀 化 石 (6)



14

14. 大羽羊齒(*Gigantopteris*), 上石盒子系, 樂平煤系

第九節 海西運動和海西褶皺帶的形成

一、海西運動和分佈

海西運動代表上古生代的造山運動，較前一期運動（加里東運動）更爲顯著。那時期所形成的山系現在仍然保存它的體系，和加里東山系殘跡相比，有顯著的區別。

海面褶皺帶分佈頗廣，在西歐比較明顯，分爲兩個主要山系，西面一支叫做阿莫利加山系，包括英國和法國中央高原，走向爲西北——東南；東邊一支叫做華力士山系，分佈在德國哈士山一帶，走向爲東北——西南。哈士山(Harz)在羅馬時代稱爲海西(Hercynia)，所以上古生代造山運動又叫做海西運動。

海西褶皺帶是在海西運動時期所造成的山系，在世界各處分佈很廣，包括西歐烏拉地槽區、天山地槽區、祁連山地槽區、大興安嶺地槽區以及北美阿帕拉契亞地槽區和東澳地槽區。除此之外，中國地台區有海西褶皺帶。這說明中國地台的復活現象，同時又是中國地台的特點。

二、海西運動的分期

上古生代海西運動褶皺帶是劃分地層系統界綫，在歐洲分爲五期，各地區強弱不等。中國的海西運動，以上泥盆紀和下石炭紀間的柳江運動（或稱南山運動）、下石炭紀至上石炭紀間的天山運動以及下二疊紀和上二疊紀間的東吳運動爲顯著。這三次運動恰和歐洲古海西運動初期（下石炭紀），中海西運動初期（中石炭紀）和新海西運動中期（二疊紀）相當。茲列表如下：

上二疊紀

~~~~東吳運動~~~~

下二疊紀

上石炭紀

中石炭紀

~~~~天山運動~~~~

下石炭紀

~~~~柳江運動（南山運動）~~~~

泥盆紀

### 三、海西火成岩的活動和礦產

世界各處上古生代不但有褶皺運動，並且還有火成岩的活動。例如，我國南山地槽區南山系（前丰寧系）的變質係受花崗岩侵入的影響。這種侵入體可能屬於海西運動範圍。因此南山地區的著名斑狀銅礦和其他有色金屬以及阿爾泰地槽的鉛、鋅和鐵當和海西運動侵入體有關。中國西南玄武岩分佈頗廣，開始於下二疊紀，常和陽新世同期。在茅口層之上為厚約 200—300 米峨嵋山玄武岩，到上二疊紀樂平世這種玄武岩仍然繼續活動（雲南宣威）。

### 四、中生代初期的地台和地槽構造

到中生代初期世界上陸地大大地擴增了。

南半球仍為貢瓦納大陸；北半球歐亞大陸相連接形成了歐亞大陸。中國北部為華北地台；南部仍屬海侵範圍，尤以太平洋西岸和南洋一帶所受影响為大。

此外，滇緬地槽古地中海以及南北美洲太平洋東岸一帶均屬活動的地槽區。

## 第六章 中生代

中生代是承繼古生代的另一個地史階段，約佔 11,500 萬年。在這個階段中，地殼繼續發生變化，造陸、造山均各有顯著表現，形成另一個變動期（老阿爾卑斯）。隨着自然環境的改變，生物界相應地起了大的變化。古生代最發達的三葉蟲和筆石完全絕跡，其他如頭足綱的鸚鵡螺目、腕足動物中的石燕類和甲冑魚類或大大減少，或趨死亡。爬行動物成爲當時主要生物，或居海中，或生淡水中，或在陸地上。鳥類也開始發育。無脊椎動物以頭足動物的菊石和箭石最爲發達。植物則以銀杏目，蘇鐵目和松柏目爲主，至中生代末期始有顯花植物。中生代生物是古生代和新生代及現代生物的橋樑。

中生代造山運動，在歐洲方面比較平靜，但在太平洋兩岸則非常劇烈，尤其中國東部均受到燕山運動的影響，其結果使中國陸台復合而爲一，並且更加鞏固。在這代末，北半球除我國大部地區外，遭受大海侵。南方貢瓦納大陸進一步陷落而爲海水分割，並形成了大西洋和非洲大斷裂。燕山運動時期大規模的火成岩活動是造成有色金屬極其有利的條件。

中國中生代地層以陸相沉積爲主，分佈在中國北部和南部。到侏羅紀以後，除西藏、香港、台灣及滇西一部分有海相外，餘均屬陸相沉積。

中生代分爲三個紀——三疊紀、侏羅紀和白堊紀。

### 第一節 三疊紀

#### 一、一般概念

三疊紀是中生代的第一紀，約 25,000,000 年。由於古生代末巨

大的變動，三疊紀時的地理情況及生物內容，一般講來，與古生代比較，有很大改變。但在中國北方地區二疊系與三疊系的陸成層成整合的關係，中國南方的三疊紀海侵，其進程亦如二疊紀，不過範圍較小而已。根據生物的發展階段，即足以劃分三疊紀與二疊紀。

三疊系在德國南部勘察最早。根據它的三分的特性，即下部雜色砂岩，中部介殼灰岩及上部含煤鹽雜色，所以叫做三疊紀（圖174）。

## 二、三疊紀生物界和標準化石

就動物方面說，中生代最主要特點是爬行動物和菊石目的高度發展。就植物方面來說，主要是松柏目和銀杏目的繁盛及羊齒類的衰弱。

三疊紀時植物羣和二疊紀晚期相似。爬行動物已經進一步發展，在生態方面，向着各種方向演化。無脊椎動物中，三葉蟲已經完全絕跡，腕足類和珊瑚也殘存無幾。軟體動物佔主要部分（腹足類和瓣鰓綱更趨重要）。在三疊紀已經開始出現鋸菊石（*Ceratites*），為頭足綱的標準化石。

由兩棲動物堅頭目演化而成的原始爬行類，四足尚難支持體重，常以腹匍匐行動。但這些動物骨骼構造，尤其是較大的頭骨及分化的牙齒，具有一些哺乳類的性質，因而稱為獸形目。在三疊紀早期，有二齒獸（*Dicynodon*）（三疊紀圖版4），其與犬齒相當的牙齒發育特大；水龍獸（*Lystrosaurus*），頭骨與二齒獸相似，顯然營兩棲生活，在新疆、山西分佈甚廣。三疊紀最後期已經有了兩足行走、頭高尾長的恐龍類，中國所產，可以雲南的祿丰龍或雲南龍（三疊紀圖版5）為代表。

無脊椎動物以鋸菊石及瓣鰓綱為主。下三疊系產蛇菊石（*Ophiceras*）、米氏菊石（*Meekoceras*）。中三疊系產鋸菊石（*Ceratites*）（三疊紀圖版3）及原始菊石類粗菊石（*Trachyceras*）（三疊紀圖版3）。瓣鰓

類可作分層依據，下三疊系有王氏假髻介(*Pseudomonotis wangi*)及克氏介(*Claraia*)，中三疊系多有海燕介(*Halobia*)及魚鱗介(*Daonella*) (三疊紀圖版1)。三角介類中的褶翅介(*Myophoria*)，三疊系下中上三部均有(三疊紀圖版2)。腹足類中以似玉螺(*Naticopsis*)及瓦登螺(*Worthenia*)為代表。

二疊紀末，四射珊瑚衰亡，其絕少屬種演變而為六射珊瑚，至三疊紀中期以後，又能形成小型珊瑚礁，如同星珊瑚(*Isastraea*)及互通珊瑚(*Thamnastraea*)。海百合類石蓮(*Encrinurus*) (三疊紀圖版1)，及腕足動物中小嘴貝類(*Rhynchonella*)均屬標準化石。

植物化石中，松柏、蘇鐵及羊齒植物幾乎同樣重要。羊齒類中以格拉多蕨(*Cladophlebis*) (三疊紀圖版5)最為常見，陝西格拉多蕨(*C. shensiensis*)為上三疊系延長層所特有。他如松柏目的福茲松(*Voltzia*)、蘇鐵目的尼松尼亞(*Nilssonia*)、蘆木(*Podozamites*)、銀杏目中的古銀杏(*Baiera*)亦很普遍。中三疊系灰岩中雙孔藻(*Diplopore*)屬標準化石。

### 三、三疊紀的沉積和地層的劃分

三疊紀的沉積岩相變化很大，主要分為陸相、混合相和海相三種類型；以西歐為例，自北而南，由英國至阿爾卑斯山區，岩相變化顯著，整個三疊系由二分變為三分(圖174.175)。我國三疊系的岩相同樣具有變化，分述如次。

西北

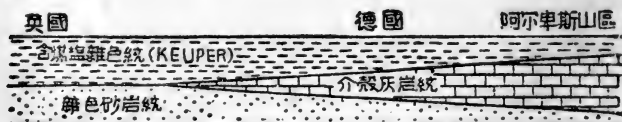


圖 174. 西歐三疊系岩相的變化 (三分和二分)



(一) 歐洲英國三疊系，代表純陸相沉積，可分上、下兩層；德國三疊系為混合相（三疊下、上為陸相，中為海相）阿爾卑斯區完全為海相（圖 174）。

根據菊石類及斧足類，海相三疊紀的分層如下：

- |      |   |                                                      |
|------|---|------------------------------------------------------|
| 上三疊紀 | } | Rhaetic (瑞替克層) (過渡層) 含蝶介 ( <i>Avicula contorta</i> ) |
|      |   | Noric (諾列克層) 含 <i>Pinacoceras</i>                    |
|      |   | Carnic (卡尼克層) 含粗菊石 ( <i>Trachyceras</i> )            |
| 中三疊紀 | } | Ladinic (拉丁尼克層) 含原粗菊石 ( <i>Protrachyceras</i> )      |
|      |   | Anisic (安尼西克層) 含鋸菊石 ( <i>Ceratites</i> )             |
| 下三疊紀 |   | Scythic (斯西克層) 含假髻介 ( <i>Pseudomonotis</i> )         |

(二) 華北 中國北部地台沉積多為紅色砂岩，陝西分為上石千峯統和延長統。延長統產石油，極有經濟價值。西藏喜馬拉雅山沙沙 (Shal-Shal) 崖壁，由海相三疊系造成，代表地槽區海相沉積，產菊石等化石，可完全和阿爾卑斯山三疊系對比。

(三) 中國南部 (四川、雲南、貴州) 中國南部三疊紀代表淺海沉積，尤以西南四川、鄂西和貴州中部較為發達。岩相變化顯著，自西至東其下部從泥頁岩橫向變為灰岩，而上部則自灰岩變為頁岩 (圖 176)。

貴州三疊系發育較全，化石較為豐富，其綜合剖面的層次如下：

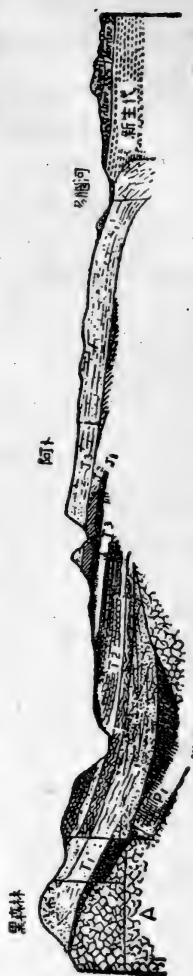


圖 175. 德國南部三疊系和侏羅系一般剖面  
A—古老岩系；P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>—二疊系；T<sub>1</sub>—T<sub>3</sub>—三疊系；J<sub>1</sub>—J<sub>3</sub>—侏羅系

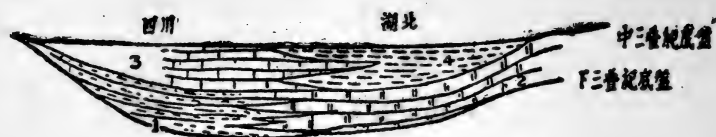


圖 176. 四川、鄂西盆地的三疊系

- 1—飛仙關泥頁岩相；2—玉龍山灰岩相（大治灰岩）；  
3—嘉陵江灰岩相；4—巴東泥頁岩相

上三疊系：三橋灰岩，下部灰色白雲灰岩，上部黃灰頁岩及薄層灰岩，產穿孔貝(*Terebratula*)和褶翅介…………… 580 米

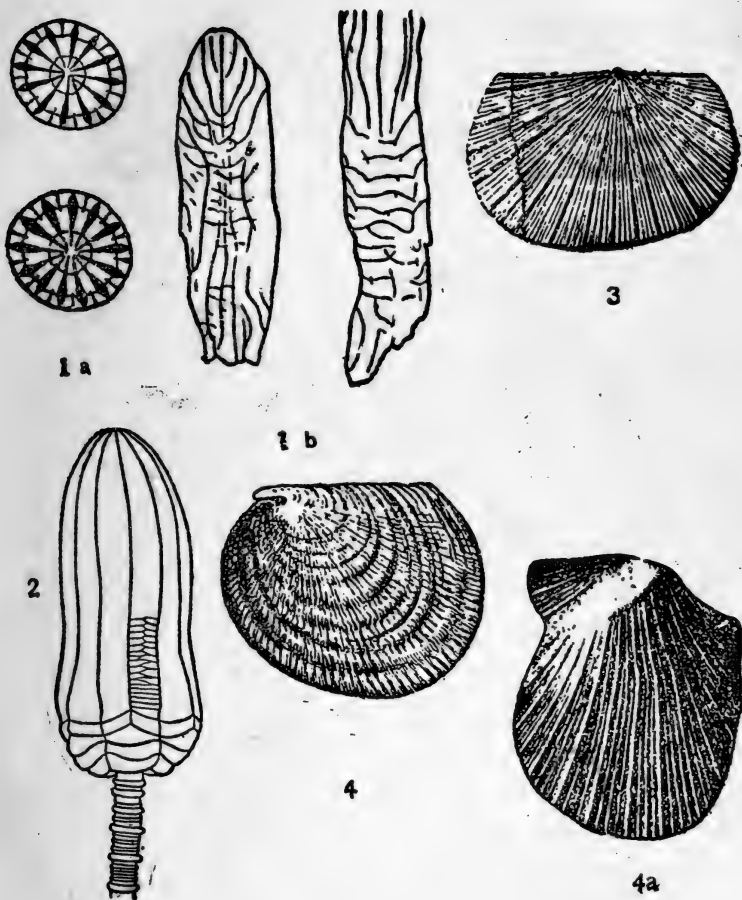
中三疊系：青岩層 灰色塊狀灰岩夾雜色頁岩…………… 400 米  
塊狀粉紅灰岩和黃綠頁岩，產小石燕(*Spiriferina*)…………… 600 米

下三疊系：玉龍山灰岩，下部黃綠頁岩和薄層灰岩互層，上部粉紅薄層灰岩和塊狀灰岩互層，產蛇菊石(*Ophiceras*)及王氏假髻介(*Pseudomonotis wangi*)。

### 三疊紀地層對比表

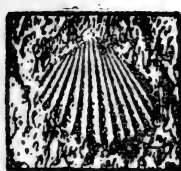
| 時代                                      | 陝西<br>(陸相)                                                                     | 四川盆地<br>(主要海相)              | 雲南中部<br>(陸相)      | 阿爾卑斯地區<br>(海相)                    | 德國<br>(三分式)             |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 三<br>上<br>三<br>疊<br>系<br>T <sub>3</sub> | 延<br>長<br>統<br><br><i>Volzia</i><br>( <i>lacophlebis</i> )<br><i>Danaopsis</i> |                             | 祿丰層，<br>一平浪煤<br>系 | Rhaetic<br>產 煤<br>Noric<br>Carnic | Keuper<br>(上疊統產煤、<br>鹽) |
| 中<br>三<br>疊<br>系<br>T <sub>2</sub>      | 石<br>千<br>峯<br>統<br><br>水<br>龍<br>獸                                            | 嘉陵江灰岩<br>雷口坡<br>嘉陵江<br>銅街子層 |                   | Ladinic<br><br>Anisic             | Muschelkalk<br>(介殼灰岩統)  |
| 下<br>三<br>疊<br>系<br>T <sub>1</sub>      | (上部)                                                                           | 飛仙關頁岩<br>(大治灰岩)             |                   | Scythic                           | Bunter<br>(雜色砂岩統)       |

## 三 疊 紀 化 石 ( 1 )

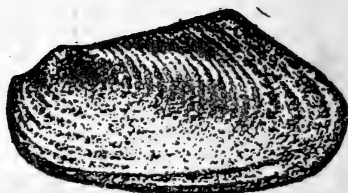


1. 厚壁珊瑚(*Thecosmilia*), 橫切(1a)及縱切(1b), 嘉陵江灰岩;
2. 石蓮(*Encrinurus*), Ladinic (貴州產);
3. 魚鱗介(*Daonella*)左瓣; Ladinic (貴州產);
4. 4a. 兩種假鬚介(*Pseudomonotis*), 飛仙關層

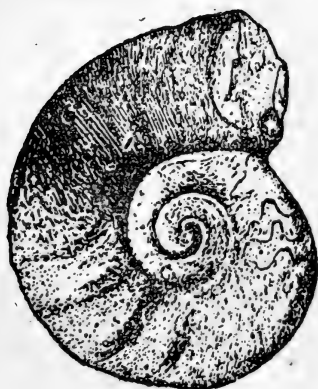
## 三 疊 紀 化 石 ( 2 )



5



6

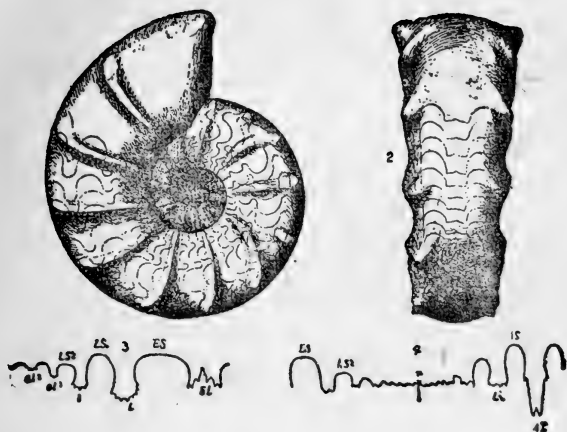


7

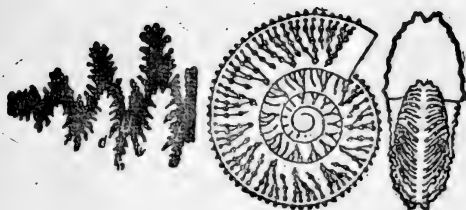


5. 褶翅介(*Myophoria*), Anisic層;  
 6. 蝶介(*Avicula*), 左瓣, Anisic-Rhaetic層;  
 7. 蛇菊石, (*Ophiceras*) 臍面, 口面及縫合綫, 大冶灰岩

## 三疊紀化石(3)



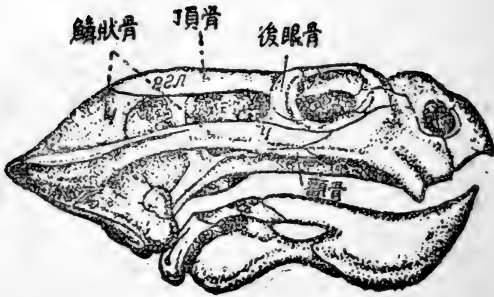
8



9

8. 鋸菊石(*Ceratites nodosus*), Ladinic層(麗江產);  
 9. 粗菊石(*Trachyceras*), Ladinic層

三 疊 紀 化 石 ( 4 )



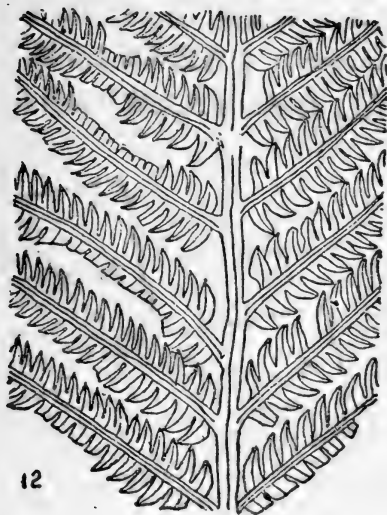
10

10. 二齒獸(*Dicotyles*), 上——頭骨; 下——復原圖, 新疆 Selyth 層

## 三叠纪化石(5)



11



12

11. 雲南龍(*Yunnanosaurus*), 祿丰層;  
 12. 格拉多蕨(*Cladophlebis*), 延長統

三疊紀主要礦產以石油、鹽和煤為主，如陝西延長的石油，雲南一平浪的煤和鹽均有一定經濟價值。其他華北各地區陸相砂岩中石膏也產有相當數量。這些礦產層位大致均和西歐層位時代相當。

## 第二節 侏羅紀

### 一、一般概念

侏羅紀屬中生代的中期，約有 30,000,000 年。在生物內容方面，最突出的代表了中生代的特點。中生代稱爲爬行動物的時代，也稱爲菊石的時代，侏羅紀即以爬行動物和菊石的大量繁育爲特徵。瑞士侏羅山爲侏羅系發育的地區，所以定名侏羅紀。

德國南部 Alb 山區地層完整，菊石豐富，並經 Quenstedt 分爲黑侏羅、棕侏羅和白侏羅三個統。黑侏羅代表下侏羅紀，又稱 Lias，主要化石爲菊石如 *Phylloceras* 和魚龍；棕侏羅代表中侏羅系，又稱 Dogger 產菊石和箭石 (*Belemnites*)；白侏羅代表上侏羅，又稱 Malm，產菊石 *Perisphinctes* 和始祖鳥。每統地層又按菊石和箭石分爲 18 個帶，爲侏

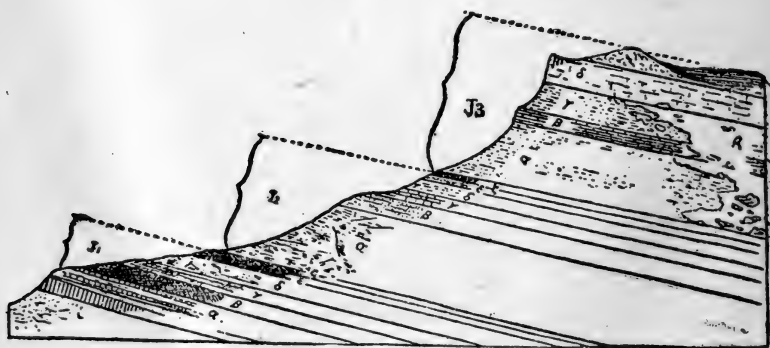


圖 177. 德國南部 Alb 山侏羅系  
 J<sub>1</sub>. 黑侏羅 (Lias); J<sub>2</sub>. 棕侏羅 (箭石統); J<sub>3</sub>. 白侏羅 (Malm)



羅系發育的標準地區（圖 177 Alb 剖面）。

在侏羅紀時，中國除了西藏、雲南邊境和香港有海相沉積以外，其他地區完全上昇爲陸。中國侏羅紀地層分爲三部，以煤系和火山岩系爲主。它是中國地質歷史上的第二個主要成煤時期。在中國北方，侏羅紀時也是重要火山活動時期。

## 二、侏羅紀生物界和標準化石

侏羅紀是爬行動物和菊石的時代，植物界則以蘇鉄、銀杏等爲主。

爬行動物中有在海中生長的，如下侏羅紀的魚龍 (*Ichthyosaurus*) 和蛇頸龍 (*Plesiosaurus*)；有在陸地生長的，如梁龍 (*Brontosaurus*) (侏羅紀圖版 2) 和劍龍 (*Stegosaurus*)；也有在空中飛翔的，如上侏羅紀的飛龍 (*Rhamphorynchus*)。我國侏羅系中最重要爬行動物化石爲四川威遠的三巴龍和宜賓的馬門溪龍。

上侏羅紀時始祖鳥的出現，是生物演化史上一件大事。始祖鳥具有牙齒，有爪，代表由爬行動物進化到鳥類的過渡型。

海產無脊椎動物中，以菊石爲主，菊石類的縫合綫和殼飾都很複雜。如白羊石 (*Arietites*)，巴氏菊石 (*Parkinsonia*)，香港菊石 (*Hong-kongites*) (侏羅紀圖版 1) 屬於下侏羅紀。其他軟體動物有三角蛤 (*Trigonia*) (侏羅紀圖版 1) 及灣喙蠣 (*Gryphaea*) 等。

侏羅紀的複體珊瑚常形成淺海灰岩礁，如互通珊瑚 (*Thamnastraea*) 在西藏已有發現。雲南西部怒江谷的中侏羅系產有腕足類之小嘴貝 (*Rhynchonella*)。節肢動物中的葉肢介 (*Estheria*)，也是重要的化石代表。

侏羅紀的植物界在科目上與三疊紀時沒有顯著的區別，主要爲屬種的變化。三疊紀的植物羣如銀杏目、蘇鉄目、松柏目、蕨目等在侏羅紀時仍然繁盛。

侏羅紀前期世界各地植物羣的分佈，呈現極大的均一性，自北極

至赤道各處植物羣沒有顯著的區別。上侏羅紀時植物分區的現象比較明顯。

歐亞大陸的主要部分如瑞典南部、西歐、中美、高加索、伊朗、南亞及東南亞（包括中國，印度）等地以蘇鐵目及蕨目為最盛，銀杏目尤其是松柏目居次要地位，代表熱帶及亞熱帶氣候的植物羣。蕨目中分佈最廣者為錐羊齒(*Coniopteris*)、真羊齒(*Alethopteris*)及格拉多羊齒(*Cladophlebis*)。蘇鐵目以翼羽木(*Pterophyllum*)及蕁木(*Podozamites*) (侏羅紀圖板 2) 為代表。銀杏目中最常見者為銀杏(*Ginkgo*)。

北極地區如斯匹茲貝爾根(*Spitzbergen*)等地，植物羣以松柏目最盛，蕨目次之，再次才是蘇鐵目和銀杏目，代表溫涼氣候下的植物羣。

在上述兩種地帶之間的地區如西伯利亞等地植物羣的典型代表為蕨目及銀杏目，松柏目、蘇鐵目很少，均代表溫和及溫熱氣候帶。

### 三、侏羅系的沉積和地層的劃分

三疊紀末發生了印支運動使中國地台整體上昇，海水全退，結束了自震旦紀以來海侵的情況。由於這個重要的變化，中國境內，除一二特殊地區外，就沒有再受過海侵。因此，侏羅紀沉積幾完全屬於陸相。由於印支運動的影響，侏羅系底部在許多地區都與下伏岩系呈不整合接觸。

在地殼運動強烈的地區，新成山系的前緣，常發生沉降帶，或者地殼經過斷裂拗折，有了顯著的起伏，形成山間盆地或大規模的內陸盆地，在這些地方就可以造成山麓堆積或盆地沉積。我國的侏羅系多為盆地沉積，普遍夾有煤層，形成重要的煤礦資源，如大同煤系、萍鄉煤系、門頭溝煤系和香溪煤系。因此，侏羅紀是我國第二個重要的造煤時期。

由於內陸盆地彼此隔絕，發展的歷史又不完全相同，因此，岩相變化顯著。同一岩層分佈極不穩定，陸相化石保存較差，因此，相距

較遠的岩層不易對比，並且常因火山活動，而使沉積物中夾有大陸噴發岩。這些都是我國侏羅系的特點。

在我國北部，河套陝西一帶侏羅系為大規模的盆地沉積，包括湖相的淡水灰岩。在宜君一帶，上侏羅系安定層係粗砂岩及紫紅色頁岩，底部含厚層礫岩，此層在陝西北部安定一帶則以紅色薄層灰岩為主，代表淡水沉積的泥灰岩。中侏羅系為衣食村煤系，其底部灰色砂岩為含油層。下侏羅系為瓦窰堡煤系，煤系中夾有油頁岩，含蕁木及格拉多羊齒等化石。北京西山侏羅系下部為門頭溝煤系，含可採煤層十三層，門頭溝煤系之上為九龍山一碧鬚山層，前者以紫及綠色凝灰砂岩及粗礫岩為主，後者為火山岩系，以安山岩、粗面岩、凝灰岩及火山角礫岩為主，二者的關係有一部分屬橫相變化。

甘肅境內侏羅系分佈甚廣，在東部六盤山以東為廣佈的煤田稱隴東煤田，下侏羅系為華亭煤系，中及上侏羅系稱崆峒山層，後者下部為砂岩及頁岩，上部為礫岩，和六盤山系成不整合（圖 178）。

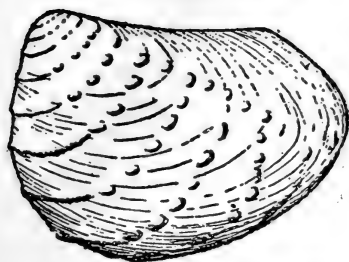


圖 178. 甘肅平涼二道溝剖面圖

O—奧陶紀灰岩；J<sub>1</sub>—華亭煤系（下侏羅紀）；  
J<sub>2-3</sub>—崆峒山系（中上侏羅紀）；K—六盤山系（白堊紀）

在我國南部與北方的河套陝西盆地相對的為川鄂盆地，侏羅系下部為香溪煤系，產格拉多羊齒、蕁木、翼羽木等植物化石。在四川境內煤系為紅色的泥岩砂岩系所覆，稱下自流井層，內產岩鹽及鹵水。在湖北境內香溪煤系為歸州系所覆。歸州系為一砂岩頁岩系，下部屬侏羅系，上部屬白堊系。

## 侏羅紀化石(1)



2

1. 三角蛤 (*Trigonota*), 左瓣, 西藏 Dogger 統;
2. 香港菊石 (*Hongkongites*), 香港菊石層;
3. 始祖鳥 (*Archaeopteryx*), 德國 Malm 統

## 侏羅紀化石 (2)



4



5



6

4. 梁龍 (*Brontosaurus*), 美國西部上侏羅系;  
 5. 楔羊齒 (*Sphenopteris*);  
 6. 蘆木又名蘇鉄竹柏 (*Podocarpus*)

最近在四川宜賓馬門溪發現巨型蜥脚類恐龍，名為馬門溪龍，和梁龍相似，長 13 米，生長在濕熱湖沼地帶中，以植物為食。

侏羅紀地層對比表

| 系統                     | 香港<br>(海相) | 西藏<br>(海相)                                           | 滇西<br>(海相)                                           | 川鄂盆地<br>(陸相)                                      | 北京西山<br>(陸相)       | 熱河<br>(陸相)    | 河套陝西盆地 | 歐洲          |
|------------------------|------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------|-------------|
| 上侏羅系<br>J <sub>3</sub> |            | 西藏<br><i>Ferispurcates</i>                           |                                                      |                                                   | 髫髻山層<br>(火山岩系)     | 赤峰層           | 安定層    | 慕<br>Malm   |
| 中侏羅系<br>J <sub>2</sub> |            | 海相層<br>( <i>Ingonia</i><br><i>Belamites</i><br>灰岩為主) | 怒江石灰岩<br><i>A. crebratula</i><br><i>Rhycolonella</i> |                                                   | 九龍山層<br>(紫綠頁岩及粗粒砂) | 北票煤系          | 衣食村煤系  | 慕<br>Dogger |
| 下侏羅系<br>J <sub>1</sub> | 香港菊石層      |                                                      |                                                      | 香溪煤系<br><i>Pterophyllum</i><br><i>Podozamites</i> | 門頭溝煤系              | 興隆溝層<br>(凝灰岩) | 瓦窰堡煤系  | 慕<br>Lias   |

### 第三節 白堊紀

#### 一、一般概念

白堊紀是中生代最末一紀，約有 60,000,000 年，並且是由岩性命名的。英法海峽的英國海岸白堊土造成白色的斷壁為白堊紀沉積，因命名 Cretaceous，就是白堊的意思。

上白堊紀代表廣泛的海侵時期。這時，世界上許多地區又形成地形低平的情況，海侵範圍之廣，大可与下古生代奧陶紀相比。但是中國的情形却是例外。在白堊紀時，中國境內除新疆西部喀什各、烏查及西藏的中西部以外，已經完全沒有海侵，而在東部及南部則為一個

主要的地殼運動及火山活動的時期，也就是一個重要的金屬礦產生成的時期。

白堊系有顯著的二分性。就沉積情況及植物演化來說，上白堊系與下白堊系有明顯的不同，因其間有一個顯著的造山運動。同時上白堊紀又是一個大規模的海侵期。

## 二、白堊紀的生物界和標準化石

下白堊紀與上侏羅紀相近，植物以蘇鐵目和松柏目為主，至上白堊紀被子植物的突然繁盛，預示了第三紀及近代植物的性質。所以，若按照植物劃分地層，其主要界限不在白堊紀第三紀之間，而在下白堊紀與上白堊紀之間。後期白堊紀最常見的高級植物具有清楚的網狀葉脈，以 *Credneria*，木蘭 (*Magnolia*) 及櫟樹等為主。蘇鐵目有 *Zamites*，松柏目有 *Brachyphyllum*。

無脊椎動物中菊石目呈現顯著的變化。主要表現是殼面瘤刺的不正常的發育，殼旋鬆開，甚或變為平直。最突出的代表直殼狀的為桿菊石 (*Baculites*)，半弛開狀的如船菊石 (*Scaphites*)。頭足綱的箭石開始繁盛，為海相白堊系的分帶標誌。

瓣鰓綱中有兩瓣不等的蚌蛤 (*Inoceramus*) (白堊紀圖版 1) 及尖錐狀的馬尾介 (*Hippurites*)。淡水軟體動物中在中國常見的有蜆 (*Cyrena*) (白堊紀圖版 1) 及蚌 (*Unio*) 等。

上白堊紀不規則海胆有 *Micraster* 等，可作分層的標誌。有孔蟲目有圓片虫 (*Orbitolina*) 及抱球虫 (*Globigerina*) 等。

中國南部及北部的湖沼沉積中常產有甲殼類的葉肢介 (*Estheria*) (白堊紀圖版 2) 昆蟲綱的 *Samarura*。脊椎動物中硬骨魚類的狼翅魚 (*Lycoptera*) (白堊紀圖版 3) 也是湖相沉積中的主要化石。

脊椎動物中哺乳動物開始發展。恐龍是本紀主要動物，以山東產的盤足龍和蒙古產的原角龍為代表。

白堊紀末期生物界不論在陸地上或在海洋中都發生了巨大的變

化，巨大的恐龍走向絕滅。此外，有孔虫与海胆大為減少，菊石目則趨於滅絕。白堊紀末生物大量滅絕的原因是由於受急烈的運動（燕山運動第二期）的影响。

### 三、白堊紀的沉積和地層的劃分

中國白堊紀沉積分爲海相、陸相和火山岩相三種類型。海相沉積僅在西藏發現，海胆層產三角蛤 (*Trigoni*) 和鈎菊石 (*Hamites*) 等化石，屬白堊紀下部；陸相沉積分佈甚廣，在華北、河套陝西一帶仍屬大規模的盆地沉積；華北的东部以火山岩系及急流沉積爲主，可以北京西山及山東爲代表；南方川鄂一帶的白堊系和河套陝西盆地相似，不含火山岩；东南一帶以火山岩及湖相沉積爲主，並含侵入岩。

1. 河套陝西盆地 在白堊紀時仍爲主要的沉積盆地，主要爲紅色砂岩及頁岩，頂部夾有石膏礦層，代表乾燥氣候下的沉積，總厚在1,500米以上。

2. 山東盆地 山東盆地的白堊系經譚錫疇氏研究分爲上下兩部——在山东东部白堊系下部爲萊陽層及青山層，上部則爲王氏層。萊陽層爲黃棕色頁岩、砂岩及礫岩、粘土和薄層硬頁岩等，產大量昆蟲、狼翅魚、葉肢介和植物化石 *Brachyphyllum* 等；青山層爲火山岩，以安山岩、粗面岩、凝灰岩及火山角礫岩等爲主；王氏層爲紅色粘土和砂岩礫岩，產譚氏龍化石。青山層与王氏層之間有石英斑岩和花崗岩侵入體，爲上下白堊紀界綫。至山东中西部蒙陰寧陽一帶白堊系称蒙陰層，屬下白堊系，爲砂岩頁岩系，產盤足龍化石（白堊紀圖版3）。

3. 四川盆地白堊系分爲上下兩統——上自流井統和嘉定統。上自流井統包括砂質頁岩、粘土、砂岩、油頁岩及淡水石灰岩，含 *Cyrena* 化石，在重慶一帶本統頂部曾發現龜化石。嘉定統由磚紅色的粘土和砂岩組成，常有交錯紋。

4. 中國东南部（浙、皖、閩） 我國东南沿海，苏皖浙閩等地白



聖系主要是火山岩相，並常有湖相沉積，例如蘇皖的建德統以安山岩及凝灰岩為主，浙西一帶白聖系下部為湖相沉積的頁岩、砂岩及礫岩，產中脢魚 (Mesoclupea) 化石，上部為流紋岩系。

世界各地除亞洲大陸外，白聖系以海相沉積為主。西歐如英國南部下白聖紀沉積多屬淺海相，以砂岩和粘土為主；根據菊石化石劃分為：Neocoman, Aptian, Albian 等層。上白聖紀海浸 (Cenomanian) 加廣，因此上白聖系超覆在較老岩系之上，其岩性以白聖為主，並分 Cenomanian, Turonian, Senonian 等層，海胆為上白聖紀之分層化石。

白聖紀地層對比表

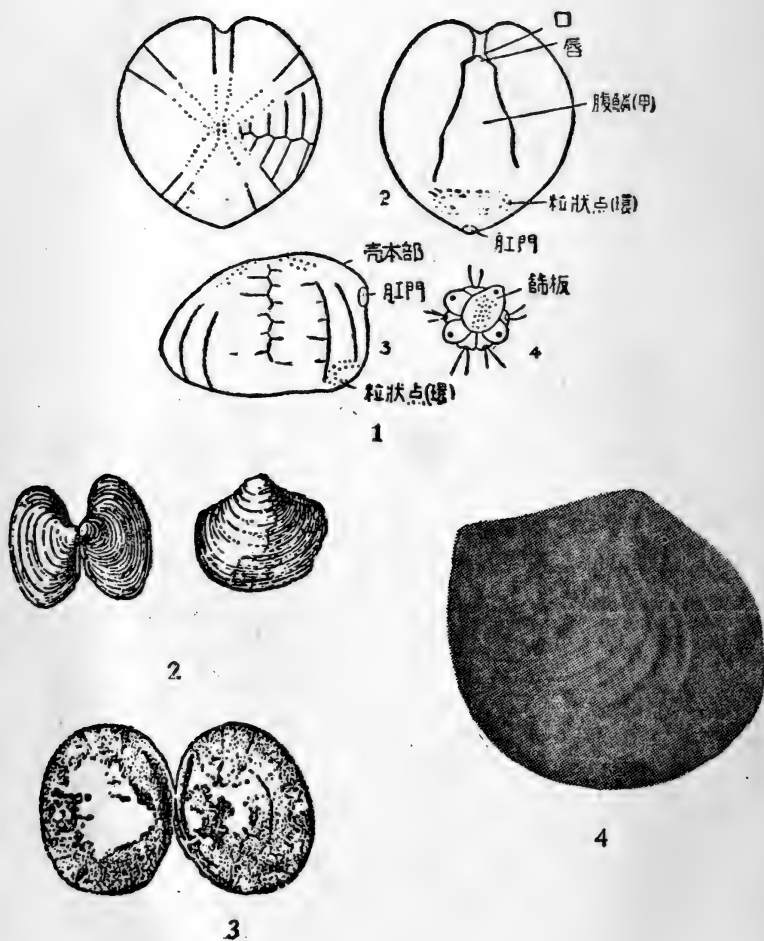
| 統   |      | 四川盆地  | 山東盆地       | 中國東南部 | 熱河  | 西藏     | 西歐                                          | 北美         |
|-----|------|-------|------------|-------|-----|--------|---------------------------------------------|------------|
| 白聖系 | 上白聖系 | 嘉定統   | 王氏統        | 流紋岩統  | 朝陽統 | 海(海相層) | Senonian<br>Turonian<br>Cenomanian          | Cretaceous |
|     | 下白聖系 | 上自流井統 | 青山層<br>萊陽層 | 建德統   | 赤峯統 |        | Albian<br>Aptian<br>Neocomian<br>(=Weolden) |            |

#### 四、白聖紀地殼運動和礦產

中國白聖紀造山運動是中生代最重要的一幕，屬燕山運動最後的一幕，也就是四川運動。四川運動非常劇烈，影響範圍頗廣。四川盆地邊緣因受其影響發生了強烈的褶皺和逆掩斷層。伴隨四川運動的火成岩活動形成許多富於經濟價值的金屬礦產。

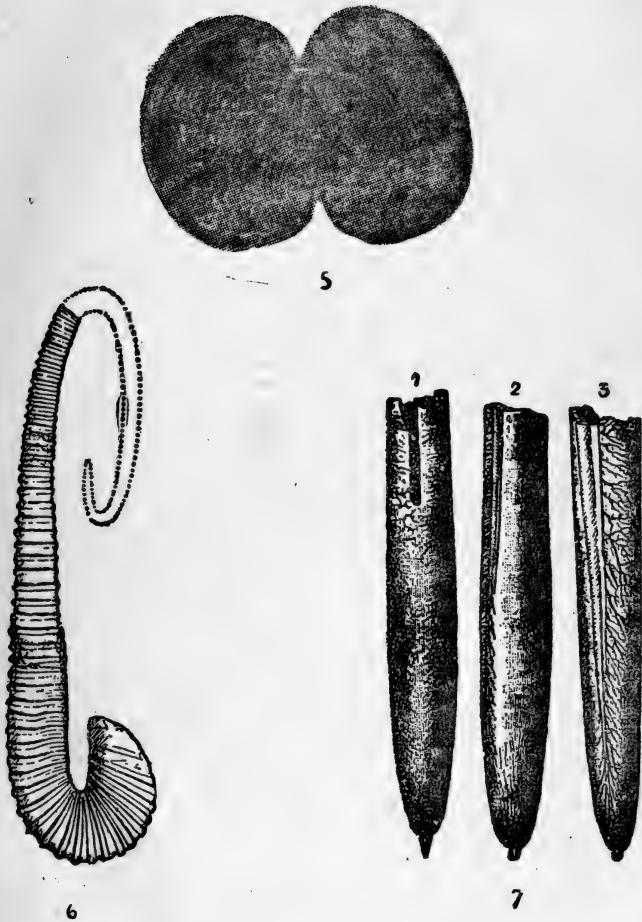
主要的侵入岩為花崗岩和花崗閃長岩。長江下游的鐵礦和硫化銅礦均產於與這些侵入岩有關的接觸帶中。南嶺一帶的鎢、錫、鉛、鋅等礦均直接和花崗岩侵入體有關。伴隨這次運動並發生了大規模的火山活動，在我國東部及東南沿岸形成分佈極廣的火山岩系，宣化區白聖紀安山斑岩中產銅礦。因此，白聖紀是中國一個主要成礦時代。

## 白堊紀化石 (1)



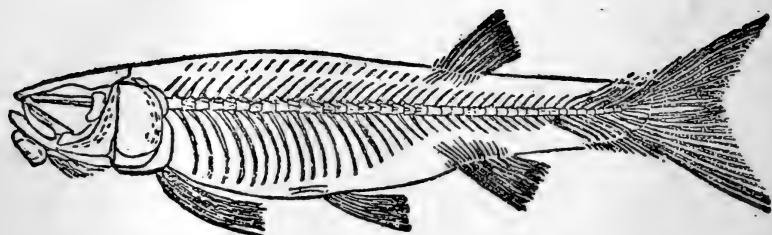
1. 小蛸枕 (*Micraster*) 背、腹、側面；
2. 快樂介 (*Cyrena*) 雙瓣張開及單瓣；
3. 蜆介 (*Corbicula*) 雙瓣內部；
4. 蛸介 (*Inoceramus*)

## 白堊紀化石 (2)

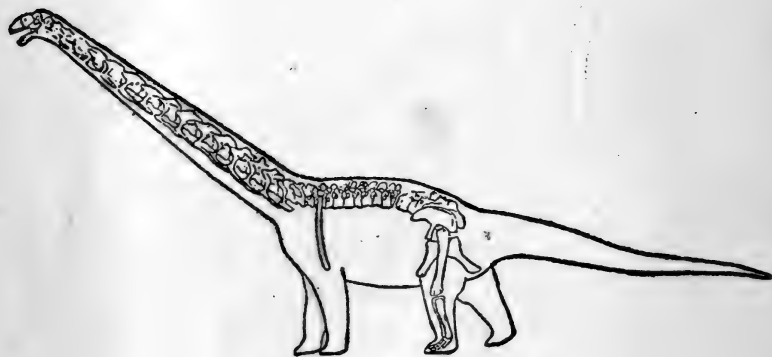


5. 葉肢虫 (*Estheria*);  
 6. 鈎菊石 (*Hamites*);  
 7. 擬箭石 (*Boleminella*)

## 白堊紀化石 (3)



8



9

8. 狼翅魚 (*Lycoperia*), 赤峯統;  
9. 盤足龍 (*Helopus*), 蒙陰層

中國白堊紀沉積盆地頗廣，尤多沼澤。因此，本紀沉積中常含褐炭、天然氣、石膏、明礬、粘土、油頁岩等礦層。例如四川自流井背斜紅色岩層，以產岩鹽、滷水、天然氣、油頁岩聞名中外。湖北應城石膏礦產於粘土層中，共有十三層之多。東南一帶白堊紀的流紋岩系常被風化成礬石，在浙江一帶分佈尤廣。

## 第七章 新 生 代

### 第一節 一 般 概 要

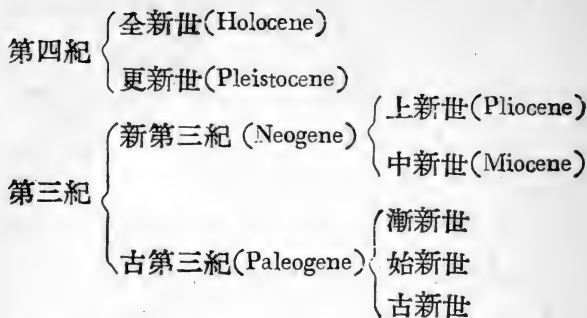
新生代是地球歷史上最新的一 個階段，共長約 66,000,000 年，經歷時間較短，只相當於古生代的一紀。因為時代最新，遮蓋着地殼表層的大部分地面，大都還未經破壞，故地史的記錄最完全，研究亦最為詳細，在人類現實生活上的意義也最大。尤其因為人類的主要發展時期是在第四紀，而大多數的工程建築也都在第四紀的地層的基礎上進行的，因此，“第四紀地質”在地質學中常作為獨立的一門學科來研究。

中國新生代的海陸分佈情形基本上與現代已相當接近，僅在新生代初期時，喜馬拉亞仍為一大地槽，被海水所掩蓋。除台灣、西藏有非常發達的海相地層外，我國的新生代地層主要為陸相沉積，岩相變化很大，精確的對比相當困難。除在造山運動地帶外，我國的新生代地層，尤其是中新統以上的地層，都較平整，很少有褶曲及斷層等構造，但較區域性的上下運動則相當普遍。

因經歷的時間較短，新生代的地層，大都還未固結成堅硬的岩石，尤其是新生代晚期的沉積物，幾都為鬆散而未固結的砂礫及土狀的堆積物。但是要注意的是新生代的岩石，即使是最新的第四紀岩石也有很堅硬的，例如：火山噴出物，石灰岩地區的砂礫層，珊瑚礁等，在台灣的第二紀初期地層中，還有大理岩、板岩等變質岩。

#### 一、新生代的分期與劃分歷史

新生代經歷時期雖短，但以地史記錄較全，都劃分的較為詳細。依現今一般通用的標準，可劃分為下列各時期：



1879年意大利巴杜亞(Padua)大學教授亞都諾(G. Arduino)將地表岩石分為第一紀、第二紀及第三紀。第一紀包括全部結晶岩系，第二紀包括分佈於第一紀岩層周圍的受過變動的沉積岩層，第三紀代表意大利平原上的未經固結的大部分沉積物。後來又加入第四紀，包括一切最新的地表堆積，主要是冰川的沉積。第一、第二紀的名称一般已經廢棄不用，第三紀和第四紀兩名詞還沿用着，但是所代表的意義已與原來的有很大改變了。

英國地質學家萊逸爾研究巴黎盆地的第三紀海生軟體動物化石時，發現由老至新各層內所含現生種的數目很顯明地逐漸增多，因此他依據該地每一地層系統內的軟體動物羣中所含現生種的百分率，將巴黎盆地中的新生代地層分為始新統、鮮新統、及上新統三部。後來又根據數十年來在世界各地的研究，加以補充和修正，現今一般通用的標準如下：

| 地質時代 | 現生種所佔百分率(%) |
|------|-------------|
| 更新世  | 90—100      |
| 上新世  | 50—90       |
| 中新世  | 20—40       |
| 漸新世  | 10—15       |
| 始新世  | 1—5         |
| 古新世  | 0           |

因爲各種門類的生物進化的速度不完全一致，甚至可以相差很大，故上列各時期動物羣中現生種所佔百分率，只代表一般海相地層標準，而主要是根據原生動物（如有孔蟲類）及軟體動物羣。例如：閩口店中國猿人化石產地中發現的陸生腹足類化石，其中約有90%爲現生種，其時代應相當於更新世初期或中期，但同一地層中所發現的哺乳動物化石有一百餘種，其中有30%以上爲已絕滅的種；故哺乳動物羣中現生種所佔的百分率比在軟體動物羣中要小很多，因爲哺乳動物身體的結構複雜，對環境改變所受的影響較大。

## 二、生物界概況

新生代的生物界與現代的已很接近。植物界自中生代末期以後基本上與現代無大差異。種子植物以雙子葉植物爲最多和最重要，草類植物大量繁殖。海棲無脊椎動物中以軟體動物（紡錘螺、刺螺），有孔蟲（貨幣蟲），海膽，珊瑚等爲最重要。軟體動物中中生代很多和重要的頭足類只剩下很少幾類，珊瑚以六射珊瑚爲最多，且爲主要的造礁生物。淡水的無脊椎動物化石以平卷螺（*Planorbis*），田螺（*Viviparus*），沼螺（*Bithynia*），*Melania*，河蚌（*Unio*），蜆（*Corbicula*）等軟體動物爲最多，其次爲介形蟲與苔蘚蟲等，陸棲的腹足類非常豐富，尤其以“蝸牛”（*Helix*）爲最多。

脊椎動物方面，中生代時非常發達的爬行動物如恐龍等都已絕滅，鳥類非常繁多，可惜化石保存很少，但鴛鳥蛋殼的化石在我國的上新統及更新統地層中則很普遍。魚類以硬骨目（*Teleostei*）爲最多。哺乳動物特別繁盛，爲確定和對比新生代陸相地層最重要的動物化石，故新生代被稱爲“哺乳動物時代”。最早的靈長類化石在古新統地層中已有發現。人類的出現在第四紀初期，因爲第四紀也是人類發展的時期，所以有人將第四紀從新生代中劃出來成爲一個獨立的時代，稱爲“靈生代”。

## 第二節 古 第 三 紀

古第三紀包括古新世、始新世及漸新世三個世。在我國境內至今尚無古新統地層發現。海相始新統地層以台灣及西南邊境為最發育，其餘幾乎全是陸相沉積。始新統與漸新統陸相地層常為連續沉積，以發現化石不多，故界綫不易劃分，一般都概括地用古第三系或新生代初期地層稱之，但在大多數地點，據現在了解，主要為代表始新統上部至漸新統下部堆積（見 258 頁圖 179）。

### 一、沉 積 類 型

由於白堊紀後四川運動的影響，我國各地古第三系地層之下，到處都有顯著的不整合，中新世後，因受喜馬拉亞運動影響，地面普遍隆起，故在古第三系地層的上部亦有清晰的侵蝕面，與新第三系地層分開。按當時各地地質環境的不同，我國的古第三系沉積，可分為幾種不同的類型。

1. 盆地填充相 四川運動之後，有些地方地形高亢而乾燥，在低凹的山間盆地內，有紅色的砂岩及礫岩的充填。最常見的岩層是，礫岩、角礫岩及粗砂岩，並常夾有石膏層。岩層都向盆地中央傾斜，成 20 度左右的傾角，有時邊緣也有斷層，但一般都無褶皺現象。

規模較大的湖相沉積，如山東西部的官莊統，河南西南部的范莊統，湖北西部的东湖統等情形都相類似。其岩石性質上的共同點是：以礫岩及砂岩為主，都夾有一些灰綠色及雜色的泥灰岩及淡水石灰岩，岩層總厚度一般可達 1,000 公尺左右。與此類似的老第三紀盆地堆積在北方有山西河南交境的垣曲統；南方屬紅砂岩相的有南京附近的浦口統；雲南的路南統；湖南的衡陽統等。各盆地存在的時間並不一致，其中時代較為確定的如山東新泰的官莊統為自始新世中期至漸新世初期；垣曲統的時代為始新世後期至漸新世初期或稍晚。一般古第三系湖相沉積的泥灰岩中化石均相當豐富，以哺乳動物及淡水平捲



螺爲最多。

2. 玄武岩及褐炭相 褐炭田的岩性及煤層厚度橫向的變化極大。與煤層沉積的同時噴出的玄武岩，常成斷續分佈，因而組成陡垣。煤系中含豐富的植物化石。這一類型中最著名的爲東北的撫順煤田，全系厚達 1,000 公尺。底部爲凝灰砂岩、礫岩及頁岩，夾煤 2—3 層，總厚 150 公尺，不整合於古老的片麻狀花崗岩及白堊紀頁岩之上。玄武岩之上爲主要煤層，厚達 100 公尺，爲世界上最厚的煤層。再上有 120 公尺的油頁岩，及 500 公尺左右的灰質頁岩及板岩。在十餘公里距離內，主要煤層由 100 公尺減至 5—6 公尺。煤經蒸餾後，可得重要化學原料。煤層中產琥珀很多，可做裝飾品，其中常保存有美麗的昆蟲化石，爲 *Canoblattopsis*, *exetastes* 等屬。油頁岩層整合於主要煤層之上，平均含油 10—12%，下部含植物化石很豐富，松柏類的有 *Sequoia*, *Glyptostrobus* 等，雙子葉植物有 *Populus*, *Fagus* 等，根據化石，撫順煤系的時代應爲始新世後期或漸新世初期。

此外，與撫順煤田大致相當的有黑龍江省的鶴崗煤田，煤系厚約 300 公尺，含褐煤三層，上層中亦有玄武岩，並有植物與昆蟲化石。張家口亦有大片玄武岩流分佈，中夾頁岩與泥礫，含植物化石，上部玄武岩中夾薄煤層。

3. 蒙古準平原上的湖相堆積 蒙古地區自白堊紀開始，延續至第三紀中期均爲湖泊密佈地帶。這些湖成盆地的規模不大，沉降不烈，大都位於小型的地塹中，沉積後所受地殼變動的影響不大，地層大都保持水平或微有傾斜，岩石固結不強，一般均爲黃色砂頁岩及泥灰岩，產哺乳動物化石非常豐富。各盆地的時代不一，最老的爲位於蒙古人民共和國境內的 Gashato 統，產多瘤獸類等原始哺乳動物化石，屬古新世。

4. 山麓堆積及急流堆積 新疆天山南路的庫車統，以淡紫褐色砂頁岩爲主，下部爲泥灰岩夾頁岩及石灰岩凸鏡體，且含石膏，爲湖相堆積及河流堆積，共厚約 2,000 公尺，有豐富的油苗，產 *Planorbis* 屬

的軟体類，双子葉植物及新疆輪藻等化石。天山北路烏蘇縣的独山子油田，地層屬下独山子統，厚190公尺，以綠色砂頁岩爲主，含油砂岩層。北京長辛店附近有第三紀初期的礫岩層，是一種急流堆積。

## 二、生物群和標準化石

中國第三紀初期各陸相沉積地層中最普通的無脊椎動物化石爲平捲螺(*Planorbis*)、*Valvata*、*Pisidium*等淡水腹足類，在各地的淡水石灰岩及泥灰岩中都有丰富的这些動物的化石，介形虫的化石也很普通。在台灣的第三紀初期地層中有丰富的海胆、有孔虫類及軟体動物的化石。脊椎動物方面第三紀初期是哺乳動物發展歷史上最重要的時期，近代哺乳動物的各個目在古新世時都已出現。馬的祖先——始祖馬(*Hyracotherium*)首先在歐洲及北美始新世出現。象類的祖先的化石最早在北非的始新統中發現。象和馬類都在漸新世後，方在中國出現。肉食類都是原始的肉齒類，內蒙古發現的安特羅獸(*Andrewsauchuro*)的化石是已知最大的肉食哺乳動物。最早的靈長類出現於古新世。我國第三紀初期地層中最常見的哺乳類化石有雷獸(“*Titanotherium*”)、鈍脚類的真双角獸(*Eudinoceras*)、屬於原始的犀牛類的兩棲犀(*Amynodon*)、与猪類相似的原始偶蹄類石炭獸(*Anthracotherium*)等。这些化石自蒙古往南經山西、河南、湖北、湖南到廣西，雲南至印度境內都有發現。漸新世後期有一種著名的犀牛俾魯支獸(*Baluchitherium*)是世界上最大的陸上哺乳動物，它的化石在苏联、中國、印度都有發現。

總結中國的古第三紀，在沉積方面，南方自四川運動之後，形成了許多內陸盆地，其中有紅色岩層的充填。華北的山东、河南、山西一帶，情形也很類似，造成很厚的礫岩砂岩，但乾燥氣候的影响不如南方顯著。東北地區在濕潤的氣候條件和沉降影响下，常造成褐煤田。西北地區有山系上隆，造成兩側的山麓、湖相及河流堆積，其中有些層位富含油苗。蒙古是一廣闊的平原，密布湖泊。由於和蒙古各

盆地所產相同的哺乳動物化石也在湖北及雲南等地發現，表示當時華南與華北及蒙古之間並沒有像現代這樣顯著的地形及氣候上的差異，阻止動物的遷移。又以當第三紀初期時，亞洲東北端與北美間有位於現今白令海峽所在的“陸橋”相連接，所以亞洲和北美古第三紀的哺乳動物羣的性質，非常相似，而從新第三紀起兩個區域的動物羣的性質，則全然不同。

### 第三節 新 第 三 紀

#### 一、中 新 統

中新統地層在我國分佈很少，主要僅有內蒙古自治區的通古爾（通古爾統）和山東臨朐山旺村（山旺統）二處，都是標準的盆地及湖相堆積。通古爾的中新統地層內富產“*Lamprotula*”(*L. mongolica*)類的河蚌化石，常堆集成層；哺乳類的化石也很多，有叉角鹿、板齒象(*Platybelodon*)及安琪馬(“古馬”)(*Anchitherium*)等。板齒象有寬大的形似鐵錘的下門齒，所以又稱“錘齒象”，是適應於沼澤地方生活的象類。安琪馬是我國發現的最早的馬類的化石，是一種原始的三趾的馬類。山旺統的岩相變化很大，可分兩部分，上部為黃色砂礫層，上面為上新統玄武岩所覆蓋；下部為湖相的淺灰色凝灰質頁岩及紙狀頁岩。紙狀頁岩中富含植物化石，除高等植物外還有矽藻(*Melosira*)，多積聚成矽藻土層，有相當經濟價值。動物化石有昆蟲、魚(魷魚)、蛙(玄武蛙)等。上部黃砂岩中產龜及肉食類的熊狗(*Amphicyon*)、無角犀(*Acuatherium*)及鹿、豬等偶蹄類哺乳動物化石。又山西保德三趾馬紅土下面的蘆子溝層，似屬中新統至上新統的過渡層。

#### 二、上 新 統

上新統(參看圖180)地層在我國的分佈很廣，最著名的是北方的紅土，時代為上新世初期(蓬蒂期)，分佈在北方的河北、河南、山西、

陝西、甘肅、青海(柴達木)及新疆等省，主要為堆積在古代的河谷、平原及山坡上的洪積及游積的紅色的砂質粘土層，顏色一般為相當深的紅色，但有時為淺紅色，底部常有淺色的砂岩層，其中富含哺乳動物化石，最著名的為“三趾馬”(李希霍芬三趾馬)，故蓬蒂紀的紅土又稱為“三趾馬紅土”，標準地點為山西西北黃河東岸的保德一帶。另外在山西東南部的榆社、武鄉一帶標準的湖相堆積，即榆社統的Ⅰ、Ⅱ帶(所謂“白色層”)，在北京西山一帶有屬於這一時期的洞穴堆積。華北、西北及內蒙(二登得層)以產豐富的哺乳動物化石著稱於世，其中最普通的除三趾馬外有劍齒象(*Stegodon*)、乳齒象(*M. stolon*)、劍齒虎、無角犀(*Chilotherium*)、原始鼯鼠(*Prosiophneus*)、長頸鹿、羚羊等。

屬於這一時期的沉積物在秦嶺以南之河南(南陽)、南京、廣西(邕寧統下部)、雲南(曲靖)等地都有分佈。邕寧統及曲靖統都是湖相沉積，為棕褐色泥灰質岩石，其中含豐富的田螺(*Viviparus*)等淡水軟體動物化石。

除了沉積岩外，我國各地近期的玄武岩層大也都屬於這一個時代。

### 三、第三紀末期及第四紀地文期

中國第三紀末期上新世及第四紀的地層，大都為未經固結的鬆散沉積物，尤其以紅土、黃土等“土狀堆積物”為最普遍。地層大都平整，並且常連續一起成一獨立單位，界限不易劃分，常用“新生代晚期”這一名詞總稱之。

在研究新生代晚期的地史時，時常用到“地文期”這一觀念。所謂地文期的實在意思，就是指某一區域內地形發育過程中所經歷的各個主要階段(地形發展歷史的分期)。中新世時由於喜馬拉亞運動的結果，引起了新生代初期地層的撓曲和斷裂；同時使地面升高，河流的侵蝕作用加強，逐漸將地勢夷平，造成一侵蝕面，在華北稱為“唐縣

期侵蝕面”。新生代晚期的地形，就在這個侵蝕面的基礎上發育的。當地盤相對上升時，河流的河床下切力強，地面相對上升；當河流下切力改弱時，就停積了較新的堆積。新生代晚期主要由於這種堆積和侵蝕作用輪迴進行的結果，就形成了現代華北的地形。但是必須注意，每一時期內的堆積或侵蝕作用，並非絕對地成循環式的規律進行的。一個侵蝕期內，甚至在同一地區內也可有局部的停積。地文期所代表的只是某一地史時期中某一區域內主要的一般趨勢。中國新生代晚期的地文期以黃河中游和下游為例，可劃分如下：

### 華北新生代晚期地文期

現代停積及侵蝕

……板橋期侵蝕及堆積……

} 全新世

馬蘭期堆積

……清水期侵蝕

周口店期堆積

……涅水期侵蝕

} 更新世

泥河灣期堆積

} 上新世末至更新世過渡期

……汾河期侵蝕

保德期堆積

} 上新世

……唐縣期侵蝕

} 中新世

在研究新生代晚期沉積物時，對河谷兩旁的河流階地的認識有着重要的意義。階地地形的發育，一般相對位置愈高，形成的時代愈早；位置愈低，形成愈晚，時代也愈新。河流階地發育的過程就是河流進化的歷史，同時也是最近地史時代地殼運動的反映。階地的認識可以和地文期結合起來研究。也就是說階地的認識，不能單純的藉其相對高度來決定，而必須結合地層和化石的研究，才能找出它正確的層位關係。

## 第四節 第四紀

中國的第四紀可以分爲四部分：代表更新世的初、中、晚期及全新世。可以根據地層中所產的哺乳動物化石(主要是象、犀牛、馬等)與世界各地的第四紀地層相對比。

中國第四紀的分期及標準化石

|             |                |       |                          |
|-------------|----------------|-------|--------------------------|
| 第<br>四<br>紀 | Q <sub>4</sub> | 全 新 世 |                          |
|             | Q <sub>3</sub> | 更     | 黃 土 期 猛獁象、披毛犀、野馬及野驢、天角鹿  |
|             | Q <sub>2</sub> | 新     | 周 口 店 期 古象、梅氏犀、三門馬、腫骨鹿   |
|             | Q <sub>1</sub> | 世     | 泥 河 灣 期 原脊象、三趾馬、步氏鹿、丁氏鼯鼠 |

### 一、泥河灣期或三門期堆積

泥河灣期爲第三紀到第四紀的過渡期，相當於歐洲的標準層是意大利半島的維拉方層。維拉方層及我國的泥河灣究竟應劃歸第三紀頂部或第四紀底部還未完全確定。最近一般的分法是將它作爲第四紀的底部。狹義的三門期相當於泥河灣期，過去一般所稱的“三門系”，時常包括“上三門”及“下三門”兩部分。上三門的時代應爲周口店期。泥河灣層的標準地點在河北桑乾河上游，爲湖相沉積，以細砂及泥灰質土爲主，其中所產哺乳動物化石很豐富，重要的有長鼻三趾馬(*Probosciohipparion*)、三門馬(*Equus sanmeniensis*)、原脊齒象(*Archidiscodon*)、丁氏鼯鼠(*Siphneus tingi*)等。屬於這一時代的湖相堆積，在山西東南部(榆社統Ⅲ帶)，黃河中下游一帶及廣西(邕寧系上部)也有分佈。在華北各省有黃土底下的紅色土的堆積。泥河灣期的地層在許多地方表示有受到地殼變動的影響。

### 二、周口店期堆積

標準地點在北京周口店，爲洞穴及裂隙堆積，以產中國猿人化石

著名，但分佈最廣的為黃河中游一帶的“紅色土”堆積。所謂“紅色土”是一種淺紅色的黃土狀的砂質土，主要為河流淤積物及洪積物，底部有礫石層及礫岩層，中間夾成帶狀分佈的灰質結核。過去一般統稱為“紅色土”的地層代表時代自上新世中期（靜樂層）至更新世中期，但大部分的紅色土的時代都為周口店期的堆積。

屬於這一時期的沉積物除了紅色的黃土狀堆積外，在黃河中游及汾河流域有河成的砂礫層，其中含厚殼河蚌（“*Lamprotula*”）的化石異常豐富，常積集成層。在華東地區淮河中游及下游有大片湖積的灰綠色的泥灰質土及沙質土層。另外，南方江蘇、浙江、台灣、四川（萬縣鹽井溝）、貴州、廣西、廣東、雲南各省的洞穴堆積，也都屬於這一時代。

周口店期的化石，無脊椎動物中以蝸牛和淡水軟體類為最多，哺乳動物重要的有象、腫骨鹿（*Sinomagaceros*）、中國鬣狗（*Hyaena sinensis*）、梅氏犀牛（*Rhinoceros mercki*）、三門馬、古象等，在南方有劍齒象、獾、熊貓等。

### 三、黃 土 期

更新世的晚期通常稱為黃土期，因為黃土是中國這一時期最重要的堆積。中國北方的黃土有河流沉積的和風成的。黃土的分佈幾乎包括整個華北和西北各省，最大的厚度可達50公尺，最厚的在甘肅，向東和向南厚度漸減。黃土下部有時有底礫石層或砂層。黃土並不全成黃色，大都成灰黃色，也有帶淺紅色的。水平的層理不清楚，或者完全沒有，但有垂直的節理。黃土高原受沖刷後造成許多沖溝和各種喀斯特地形（黃土喀斯特）。風成的黃土分佈最廣，分佈在高山上和河谷邊，不受地形高下的限制，披蓋在一切較老的堆積的上面，土質為很細的粉砂質，含有新鮮的長石顆粒，帶稜角。黃土內多含陸棲的蝸牛化石及草木植物的花粉孢子。黃土層中有淺紅色的條帶，代表過去地下水面的位置。黃土期的化石除蝸牛外有披毛犀、猛犸象（*Momonteus*

*primigenius*)、原始牛等，鸵鳥蛋殼的化石也很常見。黃土底部的礫石層內常含舊石器。

除了華北和西北的黃土，這一時期的堆積在東北有分佈很廣的黑土。在華南長江下游的下蜀系粘土也是與北方的黃土相當的地層。

#### 四、人類化石與舊石器

第四紀是人類發展最主要的時期。從猿到人的演化過程，可以簡分為猿人、尼人（尼安德特人）和化石真人三個主要階段。我國的更新統地層保存着最豐富的由猿人至真人的化石材料和原始社會時期人類勞動的工具——舊石器。我國代表猿人階段的化石為中國猿人，發現於周口店奧陶紀灰岩層洞穴中的更新世初期上部的洞穴堆積中，共有代表四十餘個個體的猿人化石的材料和大批舊石器時代初期的石器及骨器。陝西河套發現的河套人的化石及石器是尼人階段的代表。代表真人化石階段的是山頂洞人，因發現於產中國猿人化石的山頂上的洞穴堆積中而得名。另外，在華南的洞穴層中還找到過南方巨人（*Gigantopithecus*）和可能與中國猿人北京種相近的猿人化石。

猿人已是真正的人類，因為他們不僅身體構造上和現代人近似，而且他們已經有了“文化”，知道利用火，能製造粗糙的生產工具——石器和骨器。猿人已經不只能適應自然環境，而且也開始征服自然，這已經不是一般的動物了。人類的生產工具的發展，是由石器進化到陶器和金屬器。猿人、尼人和真人都是石器時代的人類，又因為他們所製造和使用的石器，都很粗糙，一般都用質料較緻密較均勻的岩石或礦物，如燧石、石英等互相打擊而成，並未經過進一步的磨琢或其他方法的加工，所以稱為舊石器。化石人類都是舊石器時代的人類。在社會發展史上說，舊石器時代的社會是原始共產社會時代。人類進入了新石器（磨光石器）時代以後，才能同時發明製造陶器。這時候的人類才算進入了“現代真人”的階段。舊石器時代正好相當於地史上的更新世。更新統地層中所發現的舊石器非常豐富，並根據石器的進



化可將舊石器時代劃分為若干時期。因此，舊石器的研究對第四紀地層的劃分 and 對比實有重大意義。

### 五、第四紀冰川和氣候

在更新世，地球上發生了相當普遍的冰川現象。當時不僅北極圈內為冰蓋所覆蓋，就是歐洲、亞洲和北美洲的北方，大部地區都被冰雪所覆蓋，有些地方冰川的厚度可達2,000公尺以上。地球上發生冰期的原因，現在尚未完全研究清楚，可能包括下列方面的原因：

1. 太陽放熱量的改變——太陽放出的熱能的變化，據精確計算，在數天之內可達3—5%，甚至可以大到10%。如果太陽放熱量繼續減少5%，六個月，則地面上的溫度，因接受到的太陽的輻射熱的減少，可減低3°—6°F；如再繼續下去，就能開始發生冰川。

2. 地球與太陽相對位置的改變——可能包括地球公轉軌道的改變，地軸位置的改變等。

3. 空氣成分的改變——如空氣中H<sub>2</sub>O及CO<sub>2</sub>量的減少，可使地球保持熱量的能力減低，氣候變冷；在火山作用特別活躍的時期，有大量的CO<sub>2</sub>噴出，CO<sub>2</sub>的加多，可使空氣的溫室作用加強，地面上的溫度升高。

| 冰 期 与 間 冰 期 |                                                                                   | 人 類 化 石 与 文 化 期                       |                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 全新世         |                                                                                   | 現代真人                                  | 金屬器時代<br>新石器時代 |
| 更新世         | 維姆(Wurm)冰期<br>第三間冰期<br>里斯(Riss)冰期<br>第二間冰期<br>明德(Mindel)冰期<br>第一間冰期<br>恭茲(Gung)冰期 | 化石真人<br>尼安德特人<br>海德堡人<br>中國猿人<br>直立猿人 | } 舊石器時代        |

4. 地形的改變——山脈的形成和海陸位置的改變引起氣候的改變。

一次較大的冰期可分為幾個分期，各分期之間為間冰期所分隔。更新世的冰期，依歐洲阿爾卑斯山標準，可分為四期(見上表)。

中國第四紀冰川的分佈不及歐洲及北美那樣廣泛。山西北部和大行山東麓，均有冰成漂礫，華北及西北等處也有礫石層，現在都被懷疑為冰川堆積。廬山及黃山各種冰成地形和冰成沉積都有發現。西北南山區，川西山區，以及貴州高原、廣西、湘西、鄂西都保存有冰川遺跡及冰成地形如U谷、懸谷、冰窖、冰湖等。這些現象雖非大陸冰蓋，但範圍也相當廣泛。

廬山冰川地形及沉積保存最好，研究也最詳。較老的冰積層為固結甚堅的深紅色泥礫，具白斑，濕熱變化極著。另有時代較新的鮮紅色泥礫，質較鬆，也有白斑及濕熱化現象。因深紅泥礫塊被包於鮮紅泥礫中，兩者時代關係可以確定。兩種泥礫之上，都有礫石層，為淺色紅泥覆蓋。分佈最廣的是鮮紅泥礫，另在山頂有棕色疏鬆礫泥，未受到濕熱化作用，由上列事實可知廬山地區曾有三個冰期及兩個間冰期。深紅礫泥代表第一冰期，名鄱陽期。鮮紅礫泥代表第二冰期，名大姑期。棕色疏鬆礫泥代表第三冰期，名廬山期。前兩種礫泥的濕熱化作用，均為兩次間冰期時造成，華中長江兩岸分佈很廣的紅土，一部可能屬於冰水沉積。

貴州高原，新疆天山兩側也可分出三個冰期，是否可與廬山相較，尚待進一步研究。華中及華南的一部分在第四紀時山岳地帶有冰蓋掩蓋，並時向平原伸出冰舌。山岳高度在1000米以上。現在西南地區高山保存的冰川遺跡，至少在2500米以上，主要是由於近代強烈上升的結果。

## 第五節 喜馬拉雅運動和火山活動

第三紀地殼運動通稱為新阿爾卑斯運動或喜馬拉雅運動。主要的

動期是第三紀中晚期。由於喜馬拉雅運動是地史上最後一次大規模的造山運動，很多大山系，如喜馬拉雅山系、台灣山系等，都是在这運動中形成的。中國北部如華北古陸，內蒙、東北以及東南沿海遭受喜馬拉雅運動的影響甚少。這些穩定地區在第三紀中期只發生了斷裂。所以山東的官莊統，湖北河南的范莊統與古老岩層常成斷層接觸；只有湖南衡陽砂岩，偶有皺曲現象。南京寧鎮山脈一帶，始新世浦口層之上，赤山砂岩層之下為不整合接觸（代表茅山運動）。這些地殼運動只影響了古第三系，發生時代約為中新世，稱衡陽運動或茅山運動。

中國西部情況顯然不同。天山南路代表第三系的庫車系厚達5000米，天山北路的獨山子系厚達1800米，自下而上角礫岩、砂岩愈來愈多，屬標準的山麓堆積。同時在沉積以後（上新世後）就發生強烈的山麓式褶皺。甘肅上新統甘肅統在沉積之後，也發生褶皺現象。在盆地邊緣，往往有上古生界灰岩逆掩於上，且方向大部向北，證明當時橫壓力佔重要地位。這個運動可稱隴山運動。西北一帶第四紀時仍有重要的上升運動，但無褶皺現象。

中國東部穩定區域在第三紀時常有玄武岩噴發，時代自始新世至上新世。內蒙及東北多為漸新世的玄武岩，山東及東南沿岸多屬上新世玄武岩。更新世的火山噴發見於華北的大同及雲南騰衝，東北及安徽盱眙也有近期火山。

總起來講，中國東部自中生代末地殼運動之後，未再發生造山運動。當第三紀早期，南方形成盆地充填的紅色地層，可以衡陽、路南為代表。北方亦有沉積極厚的砂岩角礫岩等，以官莊為代表。東北發生規模較小的凹陷帶，並有沉積很厚的褐炭。蒙古地區仍為一老年平坦面，到處形成湖泊。西北地區古生代末形成的山系，這時再度地盤升起，開始了山麓堆積。這時華南華北並無高山阻絕的現象，哺乳動物羣的成分，南北大體上是一致的。

第三紀中期的地殼運動，對中國東部的影響主要是垂直升降及斷裂。然後逐漸侵蝕，形成壯年期至老年期的侵蝕面，稱唐縣侵蝕面。

華中也形成鄂西侵蝕面。第三紀後期的湖相及土狀堆積，就是在唐縣侵蝕面上形成的。第三紀後期以後的歷史，限於地盤不停的，或是有週期的上隆，這與唐縣侵蝕面的逐漸被破壞有關。

中國西部在整個第三紀時，已有山系（天山、南山）在不斷上衝，因而形成了前緣凹陷，堆積了 3000 至 5000 米的山麓堆積，也形成了重要的含油層。上新世後並有了強烈的山麓褶皺發生，稱為隴山運動。

第四紀時，中國中南部及北部均有相當廣泛的冰川現象。當時山岳地區的雪綫約達 1000 米的高度，但這些冰蓋至少有三次擴大並且流注於周圍的盆地內，這可和歐洲的幾次冰期對比。



圖 179. 華北新生代晚期地層綜合剖面

1—上新統；2—泥河灣層；3—周口店層；4—黃土

## 第六節 新生代沉積礦產

新生代礦產以沉積礦床為主要。新疆下獨山子統產油，東北撫順統產褐煤均屬古第三紀。台灣第三紀地層屬海相，尤其是中新統是產石油和煤的源泉。盆地地區古第三紀紅色岩層中的石膏等礦產量豐富，在西南分佈尤廣。

第四紀主要礦產為砂金、砂錫、砂鐵、硼砂、芒硝、自然硫和自然城，多聚積在平原堆集和沖積層中。

新生代地層對比

|          | 中國北部 (陸相)                       | 台灣 (海相)      |
|----------|---------------------------------|--------------|
| 第四紀 (系)  | 全新統 沖積層                         | 沖積層<br>近代珊瑚礁 |
|          | 更新統 黃土<br>周口店紅土層<br>三門系 (黃河中下游) | 琉球灰岩         |
| 新第三紀 (系) | 上新統 三趾馬層 (山西保德)                 | 苗栗層          |
|          | 中新統 山旺層 (山東山旺)                  | 海山層 (產石油和煤)  |
| 第三紀 (系)  | 漸新統 撫順層 (東北撫順)                  | —            |
|          | 始新統 垣曲層 (山西垣曲)                  | 粘板岩層         |
|          | 古新統 —                           | —            |

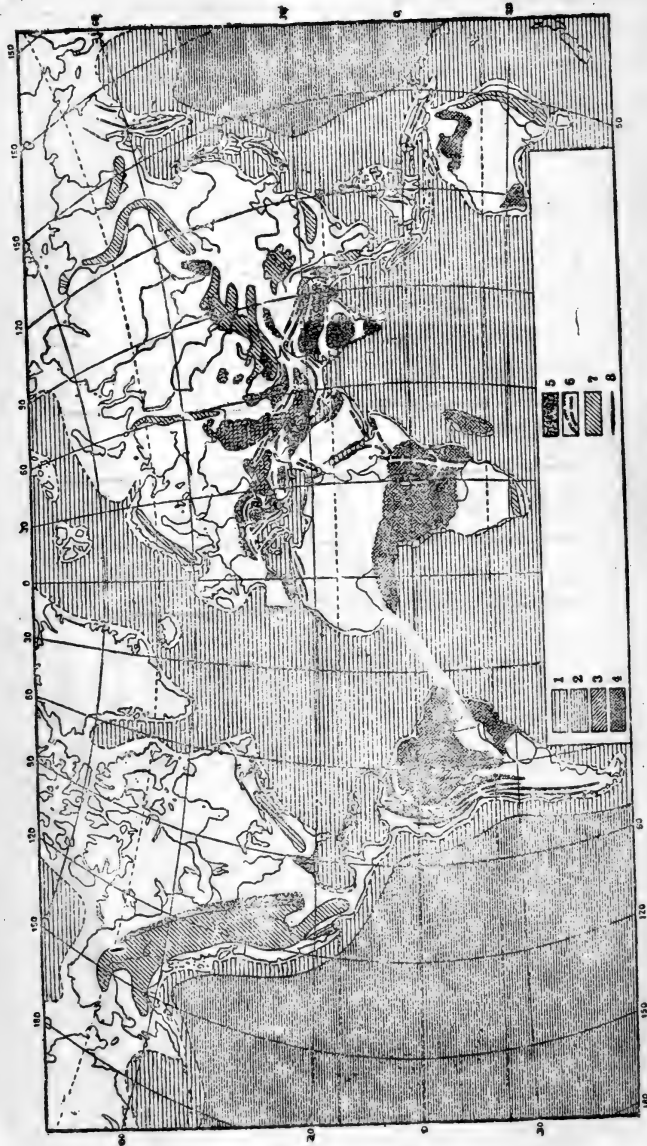
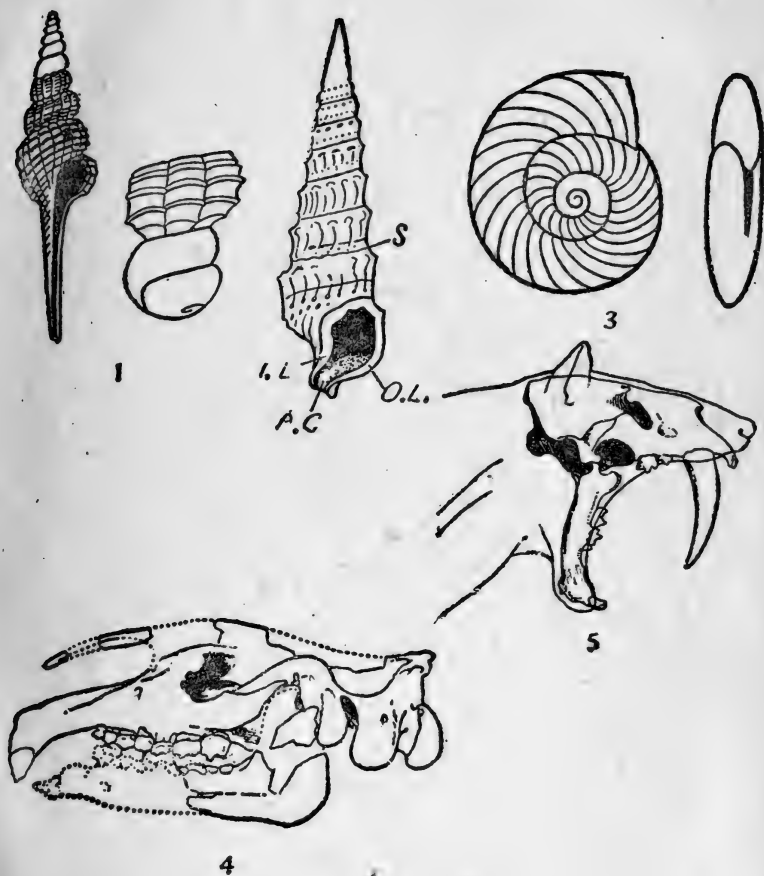


圖 180. 上新世（新第三紀）古地理

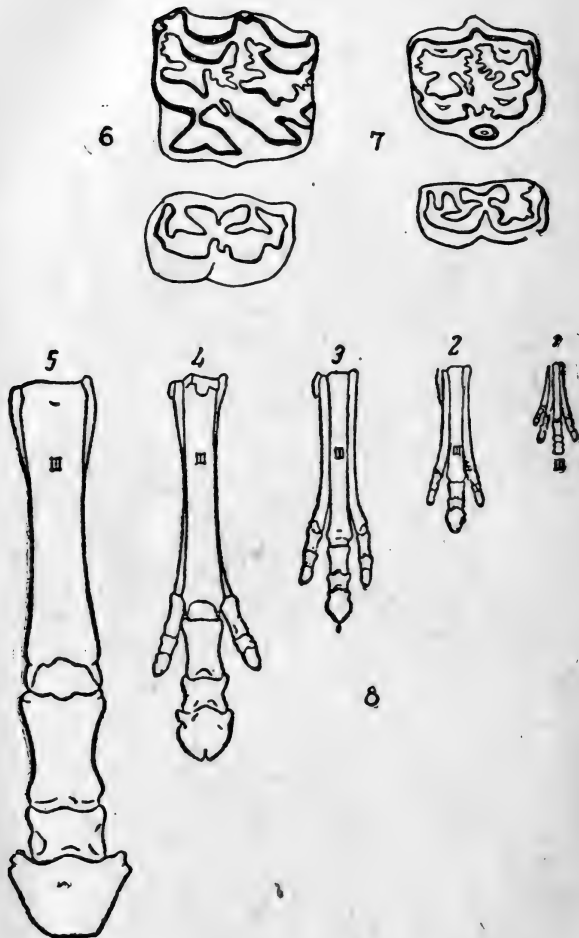
- |              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| 1-砂鋸帶海洋區;    | 5-山前凹地陸相沉積;                    |
| 2-砂鋸帶海洋區;    | 6-非洲大斷裂;                       |
| 3-砂鋸帶海洋區;    | 7-各期造山帶（加里東運動等）上的上新世末期的次生新褶皺帶; |
| 4-現代熱帶風化剝地區; | 8-現代青年褶皺帶                      |

# 新 生 代 化 石 (1)



1. 紡錘螺 (*Fusus*);
2. 刺塔螺 (*Cerithium*);
3. 平捲螺 (*Planorbis*), 垣曲統;
4. 俾路支獸 (*Baluchitherium*);
5. 劍齒虎 (*Machairodus*), 三趾馬層

# 新生代化石 (2)

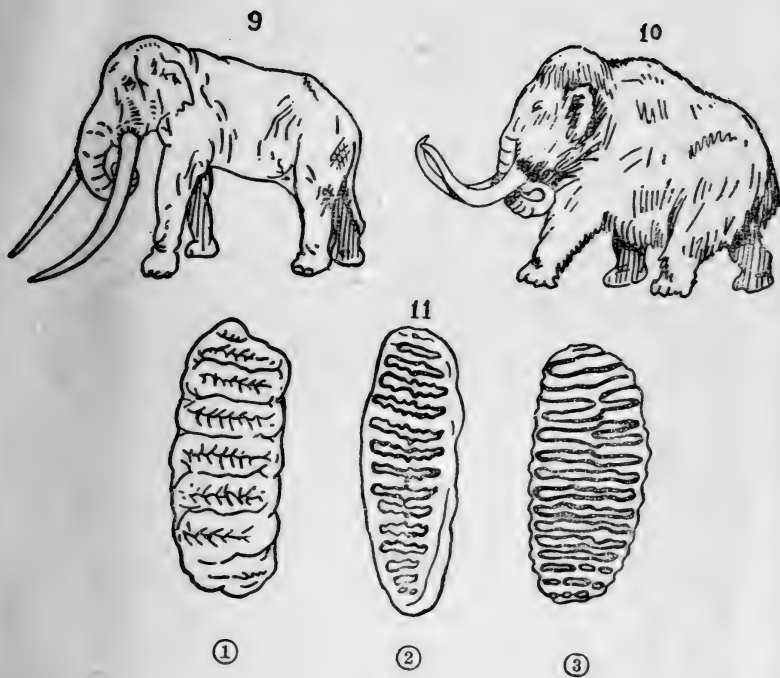


6,7. 三趾馬與真馬的上臼齒(上)與下臼齒(下)的比較;  
8. 馬類由四趾到單趾的進化過程:

1, 始祖馬; 2—4, “三趾馬”; 5, 現代真馬



# 新生代化石 (3)

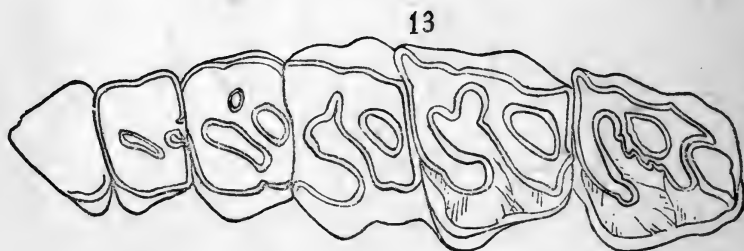


9. 古象 (更新世初期);  
 10. 猛犸象 (更新世晚期);  
 11. 象的上白齒: ① 劍齒象 (華南更新世初期);  
                   ② 直象 (更新世初期);  
                   ③ 猛犸象 (更新世初期)

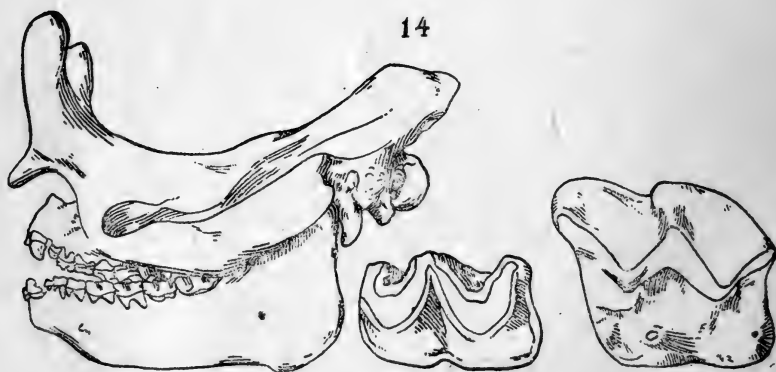
# 新生代化石 (4)



12



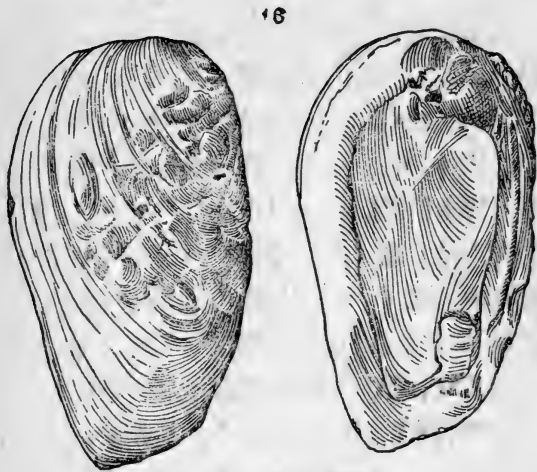
13



14

12. 披毛犀 (更新世晚期);  
 13. 披毛犀的上白齒 (華北更新世晚期);  
 14. 雷獸的头骨及上下白齒 (漸新世初期)

# 新生代化石 (5)



15. 河套大角鹿 (更新世晚期);

16. *Lamprotula* (更新世初期)

## 結 束 語

地史學是研究地殼發展史的科學，特別闡明地質和生物兩方面的發展規律，從而認識到祖國各個構造單位中各時期（特別是造山運動時期）礦產分佈的規律，以便应用到國民經濟中去。

地史學是一種具有綜合性、世界性和實踐性的自然科學。我們必須首先明確世界上兩個不同的構造單位——地槽區和地台区——的發展規律。在震旦紀以前，世界上地槽區的面積比較大；後來地槽轉變為地台，地台的面積按期增大，並且都是圍繞着古老地台逐漸向外圍擴大。中國地台的形成也循着這一規律。從中國西部塔里木盆地（前震旦紀地台）往南就可依次看到：加里東褶皺區、海西褶皺區、中生代褶皺區，最後達到喜馬拉雅褶皺區。就是說，各期褶皺區都是圍繞着古老地台形成的。地台区在發展過程中可能也有重新活動，例如華北地台区和揚子地台区的燕山褶皺帶的分佈就是明顯的例子。

地史，不同於中國地質，是以全世界為對象的。因此，在地史中就必須包括世界上最典型地區的特徵，並不是限於本國範圍以內。

地殼、地表的演化（海侵和海退的週期性，造山期和岩漿活動），生物的發展，以及沉積的演變和各階段中的特殊建造（如複理式層、筆石頁岩、磨拉石層、煤系等）的規律性均可在地槽區和地台区的不同發展階段中遇到。它們都是互相結合，互相倚賴，更重要的是在研究時應先把時間和空間聯繫起來。

地史也是研究沉積礦層和金屬礦產分佈規律的科學。煤、石油、鹽和鐵、錳是和沉積輪迴有關；如我國前震旦紀含鐵石英岩和華北震旦紀鐵礦、錳礦，石炭二疊紀的煤，都是我國主要的沉積礦產。南方的鎢、錫礦是燕山運動期的主要礦產，北方南山區銅礦，阿爾泰地槽的鉛、鋅礦當和海西運動侵入體有關。

地史学也是一門辯證唯物主義的科學。我們必須不斷地和資本主義國家唯心派和機械唯物論者作堅決的鬥爭，同時也應批判接受資本主義國家學者在科學上的貢獻。因此，一方面要反對居維葉的反動的災變學說，賴逸爾機械的現實主義，史蒂萊的造山運動期生硬的劃分以及韋德欽德的脫離實際的世界統一的化石分帶表和葛利普世界海侵、海退普遍同時的脈動說；另一方面，也必須學習蘇聯先進理論，如阿漢爾斯基、別洛烏索夫的地槽學說，葛羅夫金斯基的岩相分析，柯瓦列夫斯基的種族發生規律，斯密特的固體學說，奧巴林的生物起源學說，以便正確的走向辯證唯物主義的道路。

過去中國長期在封建社會和帝國主義雙重壓迫下，中國地質科學和地史學的發展也受到一定限制。解放後的新中國，在中國共產黨和英明領袖毛主席領導下，中國地質工作者才翻了身，當家作主，於是在中國地質科學和地史學方面才能得到長足的進展。

中國地質工作者在地史方面也做了一些工作：李四光對大地構造第四紀冰川和石炭二疊紀地層的劃分，黃汲清對中國大地構造的單位，斯行健對古植物的研究，楊鍾健對新生代的 research，許傑對長江下游筆石分帶的研究，俞建章對下石炭紀珊瑚分帶的研究，裴文中對中國猿人的發現，趙亞曾對石炭紀地層的劃分，譚錫疇對中生代的研究，田奇璣對泥盆紀的研究，尹贊勳對三疊紀的研究，以及孫雲鑄對於下古生代地層的劃分等均係中國地殼發展歷史上的比較重要工作。今後更應遵循着米邱林的道路繼續研究，還要不斷地和資本主義腐朽科學思想堅決作無情的鬥爭。

## 參 考 書

- 李四光：中國地質（張文佑摘譯），正風出版社 1951
- 黃汲清：中國主要構造單位，地質出版社 1954
- 斯特拉霍夫等：地史學原理，地質出版社 1954
- 雅可甫列夫：古生物學教程，地質出版社 1954
- 孫雲鑄等：古生物學，中華人民共和國地質部教育司
- 東北地質學院地史古生物教研室：中國標準化石紀要  
（圖版部分） 1954
- 吳士濤、秦洪賓、譚光弼：中國標準化石，重慶市人  
民出版社 1954
- 王嘉蔭、馬杏垣等：普通地質學，中華人民共和國地  
質部教育司 1954
- 陳旭：無脊椎古動物學，南京大學地質系 1953
- 楊鴻達：中國地質，南京大學地質系 1954



中科院植物所图书馆



S0004146

收到日期 壹玖伍陸年 陸月 捌日

來源 新華外文科

存書處 植物研究所

外幣

人民幣 叁元伍角

75.12.19  
 1956年12月22日  
 1477193  
 58.3064/215  
 胡和七

昆

書 號 58.3064/215

登記號 1477193





中等学校課

書号 0181

定价 1.53 元