

高等学校教材試用本

地史学教程

北京地质学院地史教研室編



中国工业出版社

國立中央圖書館藏

通史學教程

楊東莼著 楊東莼編



上海中華書局發行

本书根据80—100学时高等地质院校各专业地史学教学需要选材。全书共分为四篇，廿一章。前四章是总論，介紹地史学內容、任务，地史学发展簡史，岩相古地理学，地质年代学和历史构造学的基本概念及研究方法。自第五章到廿章，則按各个地质时期系統闡述地壳发展史。第廿一章着重概述現阶段已經認識到的地壳发展历史的一般規律。

为了帮助讀者了解本书內容，并能在实际工作中予以应用，本书除附有各种插图180余幅外，并專門編制四色套印的中国东部各紀岩相古地理图18幅，作为本书附图单独发行。

地 史 学 教 程

北京地质学院地史教研室編

*

地质部地质书刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印張18 $\frac{1}{2}$ ·插頁10·字数388,000

1961年12月北京第一版·1962年4月北京第二次印刷

印数3,771—9,870·定价（10-6）2.35元

*

統一书号：K15165·1051（地质-61）

前 言

本书是北京地质学院地史教研室接受教育部与地质部委托，作为地质勘探学院各专业地史学試用教材而編写的。一般按 80—100 学时地史学教学需要选材。全书約有 27 万字，插图有 180 余幅，并附中国东部各紀岩相古地理图 18 幅。

在內容方面，以我教研室 1959 年編写的“地史学讲义”和 1960 年集体編著的“中国岩相古地理图集”（未刊稿）为基础，根据三年来教学改革の实践，进一步重新編写而成。編修中着重于：吸取第一届全国地层会議以来的最新生产、科研成果；內容体系安排注意符合同学認識过程，提高插图质量以利教学使用；在有关学术理論体系問題上，既闡述本书观点，也适当介紹不同意見。

但由于編修中時間、人力和水平的限制，只做到重点章节改写，一般章节只做了文字修整，本国部分內容充实較多，外国部分內容修改很少，各章节在內容上和文字上还不够平衡。在附图方面，只保証了重点图件的提高（中国东部各紀岩相古地理图、地层柱状剖面对比图和古气候图等），对于各紀生物界插图和世界古地理图均来不及重新修改，也沒有来得及列出各章主要参考資料。

在本书編修过程中，無論在充实內容、改进安排、編写初稿、編繪图件、准备出版等方面，都是教研室全体同志集体劳动的成果。具体参加編写的人員有：張席禔、刘本培、李树誉、刘淑梅、赵瑞文、刘永濱、周正国、何成周、薛叔浩、楊忠廷、潘福林、袁鄂荣、陈礼元、王鴻、王鴻禎、馬杏垣、李志忠、王良忱、梁定益、渚宝森、何英琪、姜守玉。有关全书編写的最后汇总、审查，由刘本培和王鴻禎負責。

本书所附之中国东部岩相古地理图，均由我院繪图室集体精心繪制，为本书生色不少。又本书初稿写成后，蒙孙云鑄先生詳細审查，并提出不少修改意見，对提高教程质量很有帮助。特此一并致謝。

我們热忱地希望使用本书的同志們，提出宝贵的意見，以便再版时修訂。来信請寄：“北京地质学院地史教研室地史学教程編写組”。

北京地质学院地史教研室

一九六一年七一前夕

目 录

第一章 緒論	4
一、地史学的内容和任务	4
二、学科性质与课程特点	5
三、地史学发展簡史	5

第一篇 地史学基本概念与方法

第二章 岩相分析与古地理学原理	8
一、关于相的概念及岩相分析的理论基础	8
二、现代海洋沉积类型及其特征	9
三、现代大陆沉积的主要类型及其特征	13
四、地史上的岩相分析及对“现实主义方法” 的评价	17
五、古地理图的性质及意义	19
第三章 地层的划分和对比及地质年代 学	20
一、地层的划分和对比	20
二、地层系统及地质时代的建立	26
第四章 历史构造学研究方法及地壳大 地构造分区	34
一、历史构造学的研究方法	34
二、地壳运动类型及其活动程度的概念	38
三、关于地壳大地构造性质分区：地槽褶皱 带与地台区的概念	38
四、地壳大地构造单位分区及地史上构造旋 迴的概念	42

第二篇 前古生代地质发展史

第五章 前震旦紀——地壳最古老的历 史阶段	46
一、前震旦紀的时间范围及其时代划分	46
二、前震旦紀岩系的特点及其研究方法	47
三、中国东部地区前震旦系的发育及中国地 台区形成历史	48
四、世界其它地区前震旦系的发育	52
五、前震旦紀地壳的大地构造状态及其发展 规律	55

六、前震旦紀的自然地理环境及沉积生物 特征	56
--------------------------------	----

第六章 震旦紀	57
一、震旦紀的生物界	58
二、中国东部震旦系的发育	58
三、世界其它地区震旦系发育概况	64
四、震旦紀的地史特征及其时代隶属问题	67

第三篇 古生代地质发展史

第七章 寒武紀	71
一、寒武紀的生物界和寒武系的生物地层划 分	71
二、欧亚大陆地台区寒武系的发育	75
三、欧亚大陆地槽区寒武系的发育	80
四、世界其它地区寒武系发育概况	84
五、寒武紀的地史概述及矿产形成	84

第八章 奥陶紀	87
一、奥陶紀的生物界及奥陶系的生物地层划 分	87
二、欧亚大陆地台区奥陶系的发育	91
三、欧亚大陆地槽区奥陶系的发育	97
四、世界其它地区奥陶系发育概况	100
五、奥陶紀地史概述及矿产形成	103

第九章 志留紀	103
一、志留紀的生物界及志留系的生物地层划 分	104
二、欧亚大陆地台区志留系的发育	109
三、欧亚大陆地槽区志留系的发育	112
四、世界其它地区志留系发育概况	116
五、志留紀地史概述及矿产形成	119

第十章 加里东构造阶段的地史特征	119
一、加里东构造阶段地槽区主要特征	119
二、加里东构造阶段地台区的主要特征	121
三、加里东构造阶段的自然地理环境	122
四、加里东构造阶段生物界的变革	123

第十一章 泥盆紀	124
----------------	-----

一、泥盆紀的生物界及泥盆系的生物地层划分	124	一、侏羅紀的生物界及侏羅系的生物地层划分	217
二、欧亚大陆地台区泥盆系的发育	129	二、北方大陆侏羅系的发育	225
三、欧亚大陆地槽区泥盆系的发育	134	三、地槽区侏羅系的发育	233
四、世界其它地区泥盆系的发育概况	136	四、南方大陆侏羅系发育概况	235
五、泥盆紀地史概述及矿产形成	137	五、侏羅紀地史概述及矿产形成	236
第十二章 石炭紀	141	第十七章 白堊紀	239
一、石炭紀的生物界及石炭系的生物地层划分	141	一、白堊紀的生物界及白堊系的生物地层划分	239
二、欧亚大陆地台区石炭系的发育	147	二、北方大陆白堊系的发育	247
三、欧亚大陆地槽区石炭系的发育	156	三、地槽区白堊系的发育	253
四、世界其它地区石炭系发育概况	159	四、南方大陆白堊系发育概况	256
五、石炭紀地史概述及矿产形成	161	五、白堊紀地史概述及矿产形成	256
第十三章 二迭紀	165	第十八章 第三紀	259
一、二迭紀的生物界及二迭系的生物地层划分	165	一、第三紀的生物界	260
二、欧亚大陆地台区二迭系的发育	173	二、北方各大陆第三系的发育	264
三、欧亚大陆地槽区二迭系的发育	179	三、地槽区第三系的发育	270
四、世界其它地区二迭系发育概况	186	四、南方各大陆第三系发育概况	272
五、二迭紀地史概述及矿产形成	182	五、第三紀的地史概述及矿产形成	273
第十四章 海西构造阶段的地史特征	185	第十九章 第四紀	277
一、海西构造阶段地槽区发展的基本特征	186	一、第四紀的生物界及第四紀的分期	277
二、海西构造阶段地台区发展的基本特征	191	二、北方各大陆第四系的发育	279
三、海西构造阶段的地壳构造輪廓及古气候的演变	196	三、南方各大陆第四系发育概况	286
四、海西构造阶段生物界的演化及其与无机界演化的相互关系	197	四、第四紀地史概述	286
第四篇 中、新生代地质发展史		第二十章 阿尔卑斯构造阶段的地史特征	288
第十五章 三迭紀	199	一、阿尔卑斯构造阶段地槽区的变化	288
一、三迭紀的生物界及三迭系的生物地层划分	199	二、阿尔卑斯构造阶段古生代褶皱带的变化	292
二、北方大陆三迭系的发育	206	三、阿尔卑斯构造阶段地台区的变化	296
三、地槽区三迭系的发育	211	四、阿尔卑斯构造阶段古地理及古气候概况	297
四、南方大陆三迭系发育概况	213	五、阿尔卑斯构造阶段生物界的演化及变革	298
五、三迭紀地史概述及矿产形成	214	第二十一章 地壳发展历史的基本規律	299
第十六章 侏羅紀	217	一、地壳历史发展的阶段性及旋迴性	300
		二、地壳历史发展的基本过程及主要阶段	308
		結語	316

第一章 緒 論

一、地史学的内容和任务

地史学的研究对象是整个地壳的发展历史。但人类在不同时期中对地壳的了解，受到当时科学技术发展水平的限制。目前我们能够对地壳直接研究的范围，主要限于地壳大陆部分，深度一般不超过4—5公里，更深的部分，只能用地球物理方法作间接的推断〔注〕。

现代的地壳大陆表层由各种岩石（沉积岩，岩浆岩和变质岩）组成，它们具有各种各样的物质组成、构造形态和接触关系。地壳的复杂结构，说明它本身经历了长期而复杂的地质作用；因此，地壳本身就包含着地质时期中地质作用（包括无机界和有机界两个方面）长期演变的物质记录。地史学的任务，就是根据这些复杂的物质记录，重塑地质历史中无机界与有机界相互联系相互制约的历史，并从中揭露出地壳发展历史中固有的规律，从而指导矿产资源的寻找工作。

经过一百多年来地质工作的实践，从地史学科发展的现有水平，人们认识到要解决地史研究的总任务，必须解决下列三个问题。这三个问题的解决也就是地史学的具体任务。

1. 地层时代及层序的建立：组成地壳的各种岩石并不是一次形成的，而是按照先后次序逐渐形成。岩石是地壳历史中无机界和有机界发展变化及其相互影响的物质记录。因此，地史学的第一步工作，就是确定地表沉积岩，岩浆岩与变质岩的生成顺序，揭示岩石形成的先后、新老关系，确定它们的地质年代，并把不同地区的岩石按照年代进行对比。只有建立了统一的地质年谱，我们才能系统地阐明它们形成的自然历史过程。另一方面，从生产实践的意义来说，确定地层顺序及其接触关系，是一切地质工作的基础。只有研究清楚了一个地区的地层顺序和分层，才能开展区域地质测量和找矿、勘探工作。由此可见，确定岩层形成的时代顺序及其划分和对比，是地史学首要的任务。

2. 岩相古地理的再造：组成地壳的沉积岩层各具特征，各有不同的形成历史。地史学的第二个任务就是揭示它们的形成条件。它们是在什么样的古地理、古气候环境下形成的？在当时的自然地理和有机界发展的条件下是否会有各种沉积矿产形成？沉积矿产的分布规律与古地理、古气候环境以及当时的生物作用间有什么联系？解决这些问题，要靠岩相古地理的研究。岩相古地理研究的内容是查明古代沉积岩形成的条件，再造地质历史中的古地理和古气候环境，并揭示有关沉积矿产的形成和分布规律。

3. 地壳构造发展史的再造：我们观察到的各种岩层，在大多数情况下都曾遭受构造变形；形成各式各样的褶皱和断裂构造，有时还遭受到岩浆侵入和变质作用。这些现象显然是地壳构造变动的表现。同时，我们根据岩相古地理的研究，可以认识到各个地区在地史中曾经历不止一次的海陆变迁。这种古地理的变化，实质上也是地壳构造升降运动的表现。

〔注〕 苏联科学界最近准备打5口深构造钻，并计划在不久的将来发射“地质火箭”，上述计划一旦实现，人类就可以直接研究深达10—15公里或更深的地壳部分。

現。因此，一个地区的地质历史，往往为该區地质构造发展的历史所决定。也可以說，再造地质构造发展史是地史学研究的重要内容。

在地壳发展过程中，各种地质作用之間有着普遍的內在联系。成矿作用就是在地史中特殊条件下有用矿物集中的过程；有用矿产就是在一定历史条件下，一定地质环境中的自然历史产物。只要我們掌握了一个地区地史中构造发展的特点和生物发展的特点，掌握了各种地质作用的相互联系和相互制約的条件，就能有效地指出在该区寻找矿产的一般方向。因此，在地史研究中，追溯地壳构造和生物界发展的历史，特别是研究地壳运动、生物作用、沉积作用、岩浆活动和变质作用的內在联系，闡明它們在時間上和空間上的演变、分布規律，具有理論上和實踐上的重要意义。

二、学科性质与課程特点

地质科学的发展已有一百多年的历史，現代地质学包含着許多学科。在这些学科中，有两門占着特殊的地位，即动力地质学和地史学。

动力地质学以研究地质作用的类型及其結果为主要內容，而地史学則以研究地质时期中各种地质作用的相互联系及地壳构造和生物界发展的規律为主要內容。因此，可以說地史学是动力地质学的进一步引伸和发展。

其它学科如矿物学、岩石学、古生物学等都是就一个方面进行深入、具体的研究。而动力地质学和地史学則是一般地接触到地质科学中各方面的問題。地史学更特別着重在地壳发展过程中各种地质作用相互影响和內在联系的研究。所以地史学是一門綜合性和历史性的地质学科，是一門理論性較强的地质学科。

作为一門課程，地史学包括下列三个部分。首先是由一般概念和研究方法組成的总論部分，由岩相古地理学，地质年代学和历史构造学三者組成。其次是按历史順序对地壳（包括无机界及有机界）发展历史系統叙述的分論部分。最后是結論部分，說明和討論現阶段已經認識到的地壳发展历史的一般規律。

三、地史学发展簡史

1. 十八世紀末以前是地史学的启蒙阶段：在十八世紀末以前，地史学还未形成独立的学科。当时地质学还处在发展的初期，与地史有关的地层知識一般还在零散的、感性認識阶段。我国唐宋时期的顏真卿和沈括、朱熹，欧洲古希腊时代的亚里斯多德(Aristotle)和16世紀意大利的达·芬奇(L. da Vinci)等，对地层化石都會有片段的精到論述。但由于当时封建（或奴隶）社会性质的局限，不可能进一步有所发展。西欧各国在17—18世紀先后开始資產階級革命，引起了工业革命和工矿事业的发展。但当时自然科学一般都处于积累事实資料的阶段，地质科学更屬后进。只有18世紀后期俄国学者罗蒙諾索夫(М. А. Ломоносов)在“論地层”的著作中，比較明确地論述了地史观点，指出地球发展中各种現象的相互联系，說明地壳升降引起海陆变迁等問題。

2. 十九世紀初到中叶是狭义地史学的建立阶段：到19世紀，西欧各国工矿业得到进一步发展，由于生产发展的要求，人們对自然界的調查研究有較普遍的开展，积累了一定数量

的地层和古生物資料，为地层时代及順序的建立提供了成熟的条件。这时英国的斯密士（W. Smith）在长期野外观察中，发现了利用化石确定地层年代的方法，建立了化石层序律的概念。法国居維耶（J. Cuvier）根据古生物的研究也得出相似結論。从此，零乱分散的地层次序有了一个共同对比的可靠标准。当时尽管对化石的真实意义还有爭論，地层与化石的內在联系还未充分揭露，但随着生产发展的需要，零散地层資料的系統整理工作已有其可能性和必要性。所以到40年代之末，地质时代和地层系統表已經大致建立（見第三章表Ⅲ-2）。地史学当时以地层学为主体，已經形成一个独立分科，可称为狭义的地史学。

3. 十九世紀后半期到二十世紀初期是近代地史学的建立阶段：十九世紀后半期欧美各国逐渐由資本主义发展到壟断的帝国主义阶段，一方面为了攫取利潤，在国内建立系統的区域地质調查机构，一方面为了掠夺殖民地的富源，也在殖民地开展区域地质調查和找矿工作。这样，以西欧一隅的地层知識与世界广大地区的地层情况进行对比，就出現了很多矛盾。要解决这个矛盾，不能不涉及研究方法的問題和一般概念的問題。十九世紀中叶欧派尔（Oppel）已經提出地层划分中分阶分带的概念。60年代达尔文的生物进化理論照亮了古生物研究的領域，使广大地区內生物地层的对比研究达到一个新的阶段。也是十九世紀中叶，出現了格萊斯里（Gressly）的岩相概念。经过其它学者的发展，特别是俄国戈罗金斯基（Н. А. Гольковский）和德国瓦尔特（J. Walther）的发展，形成了較完整的岩相理論。人們对地层化石的研究不再局限于外部現象，而是揭露了地层化石与其生成环境的內在联系，深入到某些本质的方面。在60—70年代美国人丹納（J. Dana）提出了地槽的原始概念。至二十世紀初，世界各地区域地层的記錄已經相当丰富，在这个基础上就有可能产生更先进的地史学研究方法，也就有可能用較系統的岩相分析解决地壳的历史，特别是古地理的問題。俄国学者卡尔宾斯基（А. П. Карпинский），在这个基础上創造性地把岩相分析的結果綜合表現在图上，創造了根据古地理图来研究地壳运动的历史构造学研究方法。与此同时，法国学者徐士（E. Suess）初步总结了当时已知的地史和世界地质的全部成果。另一法国学者奥格（E. Haug）发展了地槽理論，开始認識到地壳上稳定部分与活动部分的差別。从此，人們研究地史記錄，能联系到他們內在的构造发展的意义，在揭露本质方面，又前进了一步。卡尔宾斯基对历史构造学研究方法的創造和徐士对世界地质的初步总结工作，是20世紀初地质科学发展中两个重要的标志，說明地史学在方法論和系統性方面都已达到較高的阶段。

4. 十月革命以后是现代地史学发揚光大的阶段：十月革命以来，苏联的地质工作者在党的领导下，在社会主义国民經济发展計劃的組織和推动下，自觉运用辯証唯物主义观点，继承优秀的傳統；在地史学的发展，在地史学为资源探测服务方面取得了輝煌的成就。特别是岩相古地理学研究对于沉积矿产形成規律的闡明，历史构造学的研究对于长期找矿的指导作用，以及在地层划分、对比的方法学等方面成积极为显著，远远超过西方資本主义国家的水平。因此，苏联地史学的方向是正确的綜合研究方向，是結合实践，为找矿服务的方向。目前，随着整个自然科学的发展，各門科学的相互渗透，各种新技术、新方法的广泛运用，已經使地质科学走上一个嶄新的发展阶段。苏联在这方面的成就也远远超过西方資本主义国家。最近，苏联科学界在順利解决人类征服宇宙的技术問題以后，又在着手准备人类进一步征服地壳的計劃。已經确定选择不同地点打5口深达10—15公里的深构造钻，此外还計劃发射“地质火箭”。可以期待，上述計劃的逐步实现，将能够大大提高

人类对于整个地壳的直接知識，特别是能进一步了解地壳深部发生的作用，以及地球深部与表部的相互关系等重大問題。这无疑将对地史学的发展起很大的推动作用。

我国在解放以前由于半封建半殖民地社会制度的限制，地史学不可能得到发展。尽管前輩地质工作者坚持崗位，辛勤劳动，在地史学各方面的研究上取得一定的成績，李四光、黄汲清等人有关我国地质发展历史的著作，也曾在国际上取得較高的评价；但总的看来是脱离实际，大大落后于世界先进水平。

解放以后，随着祖国社会主义建設事业的蓬勃发展，地史学的研究也进到嶄新的阶段，十余年来在党的领导下，在苏联先进理論鼓舞指导下，地史学走上了与我国生产实践和地质特点相結合的正确途徑，取得了显著的成績。以地层学的发展为例，从解放以来，尤其是1958年大跃进以来，已經解决了不少解放前几十年未解决的問題，打破了不少长期存在的錯誤的成見。在这个基础上召开的1959年全国第一届地层會議，集中总結和反映了解放后十年来地层学研究上的偉大成就。在會議上出現了“百花齐放，百家爭鳴”的大好气象，也制訂了指导地质生产工作的“地层规范”（草案）。地层會議的巨大成就是我們社会主义社会制度优越性的必然表現，并再一次用无可辯駁的事实，証明在科学事业中坚决貫徹执行党的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义”的总路綫所取得的偉大胜利。

至于在岩相古地理学及历史构造学的研究方面，由于解放后广大地质工作者学习了苏联先进的科学理論，参加了生产实践，开展了羣众性的科研，其成就更远非解放前少数学者的工作所能比拟。在羣众性科研基础上，对于我国領土上的地质构造发展史和古地理演变历史，也逐漸明了。作为有关科学研究机关、生产部門和高等院校綜合研究的成果，目前已經出現若干不同观点，不同研究方法的綜合性著作，逐漸形成不同的学派。显然，关于我国大地构造、区域地质和岩相古地理方面的研究，对于我国地史学的发展也起着巨大的推动作用。

在回顾了我国地史学发展的历史之后，我們將以更坚强的信心，在党的领导下，在辯証唯物主义思想的指导下，从我国社会主义建設的目前和长远需要出发，从我国的地质实践出发，繼續学习苏联和其他国家先进的科学理論，进一步貫徹“百花齐放、百家爭鳴”的方針，为促使祖国社会主义建設事业早日完成而奋斗，为促使祖国地史学研究迅速赶上世界先进水平而努力。

第一篇 地史学基本概念与方法

第二章 岩相分析与古地理学原理

一、关于相的概念及岩相分析的理论基础

沉积岩层是地史中最重要的物质记录。深入研究这些记录，就可以搞清楚这些岩层形成的自然地理条件，例如，是在海盆地中还是在大陆上？是在高峻的山区还是在广阔的平原？是在生物繁盛的浅海，还是在惊涛拍岸的滨海地带？当时海（湖）水的深度、含盐度、以及所含气体成分怎样？当时的气候条件又怎样？……等等。搞清楚这些问题，就能再造地质历史中的自然地理环境，恢复当时的古气候情况，了解当时控制沉积作用的各种因素；就能掌握地层中各种沉积矿产（煤、石油、铁、锰、铝、磷、石膏、岩盐等）的形成环境和分布规律。由此可见，无论就生产实践需要或地史学理论的研究来说，再造沉积岩形成环境的研究是最重要的基本任务之一。

早在1838年瑞士地质学家葛雷斯利（Gressly）对侏罗纪地层进行研究时，看到同一地层单位沿走向发生显著的岩性变化，同时岩层中的古生物群也随着作相应的变化。葛雷斯利就把一个地层单位中具有相同岩性和古生物群的部分称为相，把一个地层单位中不同相的横向更替称为相变。到19世纪末和20世纪初，由于古地理学的发展，逐渐把自然地理条件或沉积环境的概念加入到相的概念中去。随着科学的发展，相的概念也经历了由经验的外表的认识（岩性及化石特征）提高到成因的认识（沉积环境）的历史发展过程。

随着相的概念含义的深化和扩大，不同人对相的理解就各有偏重。有人强调岩性和化石特征，有人强调沉积环境本身。我们认为在地史上进行相的研究必须首先从物质记录出发，同时也必须上升到对它的成因的认识。由于物质记录和沉积环境是不能分割的统一事物的两个方面，因此既不能把相片面地理解为单纯的物质记录（岩性和化石特征），也不能片面地理解为自然地理条件或沉积环境。相的完整概念应该理解为沉积特征、生物特征及其生成环境的总和。

根据地层中岩性特征和所含生物特征进行研究，以再造当时古地理环境的方法称为岩相分析方法。

进行岩相分析的首要问题就是：我们根据什么原则来作相分析呢？

现代的大自然界，随时都进行着各种地质作用，随时都遗留下物质记录。我们观察地质现象，研究地质作用，就能够阐明这些物质记录与地质作用间的关系，也就能够正确的解释这些物质记录的成因。

由于古代地质作用所形成的物质记录与现代形成的物质记录有许多相似之点，早在11—12世纪我国北宋时代的学者沈括，就曾运用类比的方法来推测古代岩层的成因。在他所著的“梦溪笔谈”中写着：“……山崖之间往往衔蚌壳石子如鸟卵者，横互石壁如带。此乃

昔之海濱，今東距海已近千里，所謂大陸，皆淤泥所湮耳”。其後，南宋學者朱熹對古代沉積物及化石的生成條件也有精辟的見解：“嘗見高山有螺蚌壳或生石中。此石即舊日之土，螺蚌即水中之物，下者却變而為高，柔者却變而為剛”。這樣的見解在16世紀的意大利學者達·芬奇和18世紀的俄國學者羅蒙諾索夫的思想中又有了進一步的發展。到19世紀30年代，英國學者萊伊爾正式提出把研究現代地質作用及其結果當做認識過去自然地理環境和地質作用的手段。從此之後，人們才有意識地，普遍地運用這種“將今論古”的研究方法。一般稱這種方法為現實主義方法。

顯然，當我們在確定古代沉積和再造古代自然地理環境時，首先要根據和運用現代沉積物與現代環境關係的知識。因此，詳細地、深入地研究現代沉積，對於地史學是很必要的。下面就簡述現代海洋與大陸上各種沉積類型的特徵和它們的分布規律。

二、現代海洋沉積類型及其特徵

現代地表上海洋所占面積約361,000,000平方公里，占地表總面積的70.7%。在古代地層中最常見的也是海相沉積，生物遺迹中也以海產化石占大多數。所以研究海洋生物的生態與海相沉積各種類型的分布關係，是地史學研究中的一個重要方面。

現代海相沉積類型按其水文狀況、生物羣和沉積物特徵等因素，可以分為正常海類型、不正常海類型及海底的火山噴發沉積類型。下面以正常海類型為重點予以說明。

1. 正常海的沉積類型

現代的大洋及與它相通的開闊的海盆都具有兩個共同特點。首先是含鹽度的顯著一致，無論在海面或在海底，含鹽度都是 $3.5\% \pm 0.2\%$ 。其次，在正常海的條件下，無論在海底和海面都有溶解的氧，而且沒有對生物呼吸有害的硫化氫(H_2S)和氨(NH_3)等氣體。這兩個特點都是海水在垂直和水平方向上經常進行循環流動的結果。

在正常海中控制沉積類型及生物分布的基本因素是海水深度。隨著海水深度的不同，海水的壓力、溫度、波浪的強度等也有所差異。因而可以把正常海分為濱海區、淺海區、半深海區和深海區四個部分。

現代海洋生物的生活方式是多種多樣的。定居在海底或沿海底移動的稱底棲動物；利用運動器官在水中自動行進的稱游泳動物；漂流在海面上，不能自行控制運動方向的稱浮游動物。不同生態的生物各適應於海中一定的環境條件，在正常海中主要由海水深度所控制。圖2-1即表示海中生物生態領域與海水深度、海底地形的關係。

地層中的化石是生物死後保存在沉積物中的記錄。化石羣往往代表屍積羣的混生組合，而不是生物羣落的共生組合。在以下敘述中，我們將綜合敘述各區中沉積物，生物與化石羣的組合特徵。

a. 濱海區：從漲潮時海水最高綫起到退潮時海水最低綫之間的地區稱為濱海區。

在堅硬岩石組成的陡峭海岸地區，由於海岸受到岸浪反復沖擊，常形成有棱角的大石塊，滾圓的巨礫，也有扁平形狀的礫石。

在平坦海岸區，一般常見的是砂子和礫石的混合物，沉積物按顆粒粗細的分選很充分。在波浪影響下，常形成海岸洲堤，一般具有清楚的交錯層，在沉積層的表面也時常存在波

痕构造。由于潮汐影响，生物一般无法生存。但浅海生物的外壳常为海浪及潮水冲碎，带到滨海地带，形成介壳滩。在为海岸洲堤所隔绝的安静泻湖中，沉积物常由粘土质、砂质、石灰质软泥所组成，具有薄而水平的层理。这些浅水泻湖在湿热的气候下常有植物滋长，也可能有浅海生物繁殖，如腹足类、瓣鳃类等。最后可以变为沿海沼泽，其中往往形成泥炭。在干燥气候条件下，海滩地区常发生龟裂（泥裂）；残存在海滩上的少量海水可以蒸发析出食盐的结晶，在海水再次淹复时，已有食盐结晶被溶解并为泥沙充填，可以形成泥质食盐假晶。

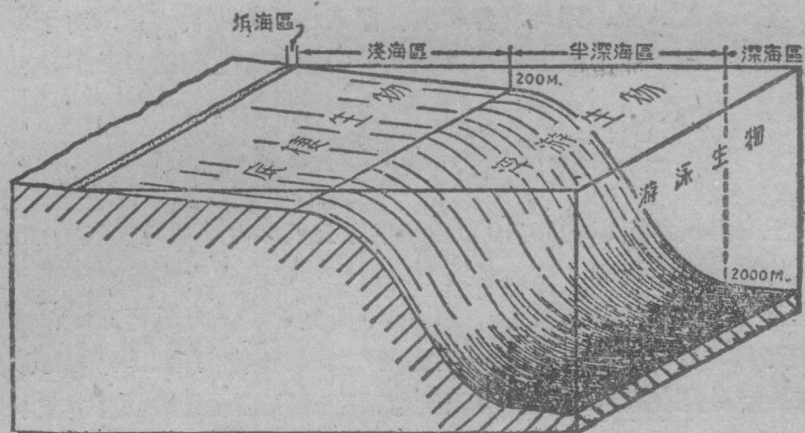


图 2-1 海水深度、海底地形与生物生态分布关系

滨海地区另一种沉积类型是三角洲沉积。根据现代大河入海处三角洲的研究，它的面积可达几万平方公里，厚度可达数千米。三角洲沉积一般由三部分组成：上部顶层，由水平的或微倾斜的粗粒河床冲积物组成；中部倾斜层，由中粒河流沉积物进入海水后而沉积的，常呈明显的向海倾斜的斜层理，倾角大者可达45°；下部底层，是三角洲发展过程中的前哨，由沉积物中最细的成分组成，一般呈近于水平的层理（见图2-2）。在河口三角洲中则既可有陆地上冲下来的淡水动、植物遗体，也可以有海生动物，故成为海、陆生物混合杂处的地区。

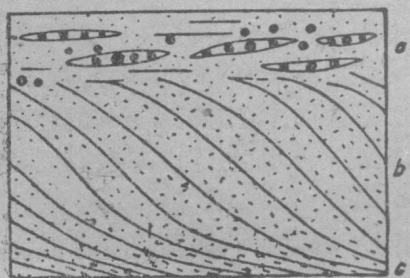


图 2-2 三角洲沉积结构

a—粗粒顶层；b—中粒倾斜层；
c—细粒底层

综上所述，滨海区沉积物以其复杂性为最大特点。在较短距离内，沉积物的粗细及成分变化极为迅速，碎屑沉积与生物沉积以及化学沉积交互相变，水平层理与交错层理更替出现，沉积物中各种特殊结构（波痕、泥裂、食盐假晶、生物爬痕及足迹、雨痕等）屡见不鲜；海生陆生生物时常混生。

b. 浅海区：由海水低潮线到海面下200米左右的地带称为浅海区，这个地区一般与大陆棚相符合，在本区中再根据阳光的透光程度分为：亚浅海区，深度由0—70米，及深浅海区，深度由70—200米两部分。

在亚浅海区，波浪可以影响到海底，所以沉积物层面有波状结构，有时浪力冲刷海底，使沉积物遭受冲碎及再固结作用，往往形成角砾构造及海底冲刷面。由于距岸较近，

沉积物往往高含碎屑物质；又由于海流方向及条件多变，沉积物的横向相变比较明显，同时也有生物沉积和化学沉积。

在50米深度以内，阳光充分透射，温度较高，所以繁殖着大量的蓝绿藻类和石灰质藻类。植物的大量繁殖，给动物准备了大量食料，底栖动物也最为丰富，主要为有孔虫、腹足类、瓣鳃类、造礁珊瑚、海绵、苔藓动物、海胆等。它们往往形成一定的共生组合，并以个体大，外壳厚为主要特征。

在深浅海区，一般浪力影响不能达到海底，沉积多成较细的水平层理。泥质泥灰质沉积较为多见。由于阳光透射大为减弱，海藻大量减少，动物群也变得较少和单调（主要有苔藓动物、腕足类、石质海绵、海胆等及杂有腹足类、斧足类、有孔虫等）；而且介壳也变得较小而薄。在本区沉积物中开始出现浮游生活的有孔虫壳，是有孔虫死后，外壳下落海底，保存在沉积物中的。

在现代陆棚浅海区的不同深度中，有不同新生矿物的规律性的分布。新生矿物是指在水环境中沉淀、析出的矿物。据现在了解：水深在0—10米之间有大量的鲕状方解石沉积；水深在10—60米范围内则自浅而深，依次出现铝、铁、锰的沉积。应当指出，浅海中上述矿物的这种带状分布（图2-3）对于了解地质时代有用矿产的分布规律有很大的意义。现代海洋中水深在50—150米之间主要是磷灰岩沉积，它常与砂质或泥质沉积物共生。

从理论上讲，在浅海区中由近岸到远岸，沉积物的颗粒也应由粗而细，依次为礫砂沉积，砂质泥质沉积，最后到灰质沉积，成规律的带状分布。在现代浅海中确有少数地区呈现这种规律，但大部分则呈不规则的斑点状分布；有时离海岸较远，沉积物粒度反而增大。

这些都与不同地区陆棚海底地形的起伏、海底作用、河口的位置和暴风雨所引起的海底冲刷等因素有关。

气候条件对开阔的浅海沉积，影响很不显著。由于海水本身不是良好的导热物质，所以不同气候带中温度差别，只能反映于海面下150米以内的化学沉积物上。在温带与热带的潮湿气候区，在陆地上大量溶解的Al、Fe、Mn等与河水一起被带入海中，形成浅海相Al、Fe、Mn氧化物的重要沉积。一般说来，海水温度愈高，海水中 CaCO_3 因过饱和而沉淀的机会愈多，所以大量化学成因的碳酸盐（包括鲕状方解石）沉积，具有厚壳的介壳动物和造礁生物的大量出现都代表温暖的浅海环境。

c. 半深海及深海区：自200米到2,000米之间，一般相当于大陆斜坡地区，通常称为半深海区。本区中动物很少，代表是海百合和硅质海绵等，而漂浮的有孔虫壳在沉积物中已逐渐占有统治地位。底栖动物中只剩下少量薄壳的腕足类、苔藓动物、海胆和某些单体珊瑚。至于2000米以下的深海区，生物极少，沉积物一般以深海生物软泥和红色深海粘土

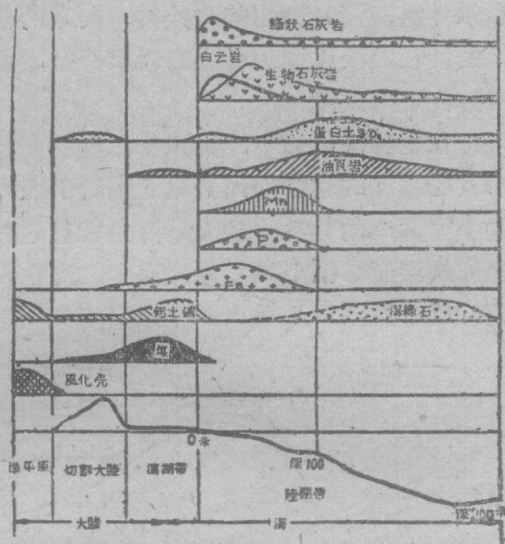


图 2-3 新生矿物在浅海中分布深度图
(据斯特拉霍夫改编)

为主。深海生物軟泥有灰质（抱球虫等）軟泥、硅质（硅藻及放射虫等）軟泥，它們都是由漂浮生物介壳（骨骸）和化学成因的方解石混入碎屑物质所組成。深海紅色粘土过去认为主要是由于火山物质形成，最近的研究认为，这种軟泥的泥质矿物成分广泛含有現代大陆土壤所特有的粘土矿物，因此說明它們主要来源于大陆。

过去认为深海中十分平靜，已經沒有侵蝕現象，但最近几十年发现大陆斜坡及深海地区有很多海底谷地，并有粗碎屑及泥质堆积。这些谷地和沉积物的成因虽未最后闡明，但深海底有时也有活跃的冲蝕和堆积作用則是不容置疑的。

2. 不正常海的沉积类型

近代有的海盆地为大陆所包围（內海），与大洋仅有較窄的海峡相通，而呈一定程度的隔絕状态（如地中海、黑海、波罗的海、渤海等）。如果在这些海区，降雨量与河流淡水流入量之和大于蒸发量，內海海面常較外海及大洋面（即全球平均海平面）为高，促使海水外溢，同时带出部分盐类。长期的結果就使內海海水的含盐度逐漸降低，这就称为海水的淡化。淡化作用首先自表层开始。如內海深度淺，結果可能导致整个海盆全部淡化，可称为渤海式淡化海。

在这种淡化海中，沉积物以碎屑泥质物为主。由于含盐度降低，有些生物不能适应，少数能适应的生物則因失去竞争对手而大量繁殖。所以淡化海中生物种类較單調，又多变为小型薄壳的种类，我国渤海中就有这种情况。但如果內海本身深度很大，而与大洋相連之海峡深度又很小时（如黑海），海水表层淡化，密度变小，下层海水較咸較重，不能流出，就形成不同比重之两个水层（見图2-4）。

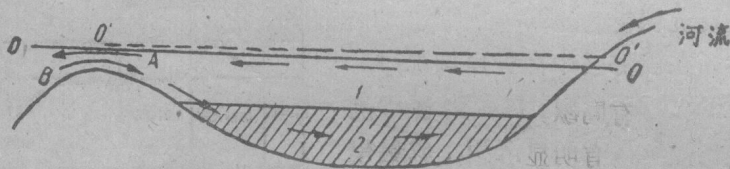


图 2-4 黑海式淡化海形成示意图（据斯特拉霍夫）

O—O：外海海平面；O'—O'內海升高之海平面；

A：使海水淡化的外流；B：从外海来的底流（不常有）

1—表层（淡化程度高）含盐度为1.8%；2—底层（淡化程度低）含盐度为2.4%

分层現象出現后，海水垂直循环就大大減弱，以至完全停止。这样，氧不能到达海底，底层中原有的氧由于动物的呼吸而消耗殆尽，終而形成缺氧的还原环境。在这里，还原性細菌繁殖，分解硫酸盐而放出 H_2S ，就形成淡化海中反常的气体系統。这种淡化海称为黑海式淡化海。

在黑海式淡化海中，由于海底还原环境，多沉积暗色淤泥，常含有典型的还原环境生成的新生矿物黃铁矿等。以黑海为例，上层含氧海水限于150米深度以內，因而底棲生物只能生活在150米以內的淺海区，海水上层則可有浮游生物。浮游生物死后，其外壳下沉海底，就保存在黑色淤泥中。因此，只含浮游生物遺体的还原类型沉积往往可以代表这种特殊的海底环境。

与淡化海情况相反，在干燥气候条件下的內海，降雨量与淡水流入量之和小于蒸发量。結果內海海面降低，促使外海海水溢入。不断的海水溢入和蒸发的結果，使內海中含

盐量逐渐增加,就形成了咸化海(见图2-5)。由于现代咸化海一般规模很小(如苏联里海东岸的卡加博加兹海湾),海水也很浅,循环对流停滞的现象不显著,很少造成还原海底环境。咸化海中的沉积物以具有各种盐类的化学沉积为特征。现代海中只有在含盐度稍高的地区才会沉积白云石,正常海中只能沉积碳酸鈣。在海水濃縮过程中含盐度达到6—7%时开始沉积石膏,到15—16%时有 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (芒硝)出现,到24—25%时 NaCl (食盐)就开始析出,到最后的濃縮阶段才会有 KCl (鉀盐)出现。

当海水含盐度开始升高时,也出现能适应的生物門类特殊繁盛的现象,并多具有厚的外壳。含盐度超过5.5%,大型生物就全部死亡。现知死海中在含盐度高达28%的情况下,还有鞭毛虫可以继续繁殖。

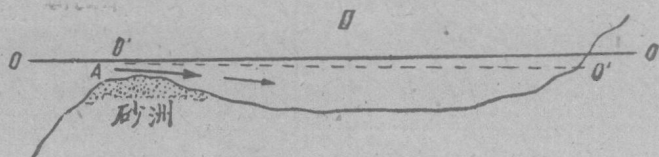


图 2-5 咸化海形成示意图(据斯特拉霍夫)

O—O': 外海洋平面; O'—O': 内海海平面; A: 从外海流入使海水咸化的海流

3. 海底的火山噴发沉积类型

在海相沉积中,海底噴发也起着很大的作用。遗憾的是现代海底火山作用及其对沉积物的影响研究还很不够。一般可分为二种类型。第一种类型是火山熔岩与碎屑岩沉积。在海底噴出的熔岩,由于受到海水巨大压力的影响,不能自由活动,在凝固过程中形成特殊的圆形至椭圆形构造,称为枕状构造。

海底噴出的火山碎屑物质在流动的海水中受到分选作用,因而在沉积中具有显著的层理。又由于火山噴发总有間歇期,在間歇期就形成正常海相沉积物,甚至可有珊瑚礁的生长;因此海底火山沉积具有明显的层理和复杂的互层现象。

第二种类型是硅质层的沉积。海底火山噴发物质,特别是其中的細粒物质,在海水中分解,同时釋出二氧化硅(SiO_2)变为胶体溶液。这种胶体溶液可以随海流分布很远,形成胶凝体沉淀。它們形成的岩石就是硅质岩或碧石。

除硅质的沉积以外,接近海底火山中心处还有其它化学沉积,其中有鉄、錳,可能还有鋁及其它金属硫化物。因此,对海底噴发沉积作用的研究,在理論上和实际上都有重要的意义。

需要指出:现代海底火山活动的分布是有规律的,一般都与现代强烈的地震带相合,代表现代地壳上地壳运动十分活跃的地带。

三、现代大陆沉积的主要类型及其特征

大陆沉积和海洋沉积比較,具有更大的多样性和复杂性。这种复杂性是由地势条件和气候条件的多变性所决定的。

首先,在大陆上地势条件比較复杂,剝蝕区和沉积区錯綜分布,沉积区的范围也較小。而且沉积介质除了水以外,还有冰川及风的作用,它們的作用又受到不同地势条件的

控制。

其次，現代大陸上各地区的气候条件也是不同的。根据地理学的研究，可以在大陸上划出热带（包括亚热带），温带和寒带三种气候分带，在南北半球大致呈对称状态分布。在赤道两侧（从緯度 $10^{\circ}-15^{\circ}$ 到 $40^{\circ}-45^{\circ}$ 之間）还存在两个大致与赤道平行的干燥带（見图2-6）；由于干燥带中各部分所处緯度、地形与海洋的距离各有不同，又有炎热、高寒和过渡性半干燥气候的区别。除了上述平面上气候变化因素外，在高山地区，由于海拔高度的不同，还存在垂直的气候分带现象。



图 2-6 現代的沙漠与半沙漠分布示意图（据斯特拉霍夫）

大陸上复杂的气候分带现象，对于陆生生物（特别是植物）的地理分布和生态分異具有明显的制約关系。例如热带植物茂密，种类繁多，沒有年輪现象，球果往往直接生在粗枝上。温带植物由于季节变化显著，有明显的年輪出現。干燥气候及寒冷气候下的植物种类貧乏，形体較小。

以下我們采用苏联学者斯特拉霍夫（Н.М.Страхов）的方案，根据气候、地形的不同組合关系，将大陸沉积划分为下列五个沉积类型組：

1. 潮湿气候平原沉积类型組

現代潮湿气候平原無論在热带或温带都有着广泛的分布。如我国的江汉平原、四川盆地和东欧平原、西伯利亚平原等。

潮湿气候平原的特点是地形起伏不大、一般高差不过二三百米。由于气候潮湿、水分充足、河流发育、湖泊密布。在地势微弱起伏的条件下，河流多达到老年期，流速不大，河谷寬广，河曲显著。同时植物繁盛，动物也十分丰富。潮湿平原中的沉积类型有以下几种：

α. 殘积沉积类型

殘积物是地表經風化以后，基本上未經运移的殘留物质。最典型的是見于热带潮湿气