

(法) 任 纽 著

地层地质学

中国工业出版社

地层地质学

〔法〕任 紐 著

南京大学地质系古生物地史教研室译

中国工业出版社

原书是法国地质学家莫里斯·任紐所著的地层地质学第四版。中譯本主要是根据俄譯本譯出的，校对时参看了英譯本及法文原著，为了保持原著的完整性，将俄譯本删去的有关苏联地层部份仍按英譯本补譯出来。对书中貧乏的、陈旧的中国地层資料，未予补充或訂正。

原著所搜集的資料以西欧为主，詳細地介绍了各个地质时代的地层、岩相、古地理及构造，其中对各紀的标准地层剖面描述得尤为詳尽。作者对地质构造的研究有新的見解，将岩相与地质构造有机地連系在一起，这是本书特点之一。

书中附图均按俄譯本翻印。本书可供各地质院校师生及广大地质工作人員閱讀。

MAURICE GIGNOUX
GÉOLOGIE STRATIGRAPHIQUE
PARIS-1950

* * *

地 层 地 质 学

南京大学地质系古生物地史教研室譯

*

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)

北京市书刊出版业营业許可証出字第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 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印張 $34\frac{1}{2}$ ·插頁3·字数560,000

1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷

印数0001—2,910·定价(科四)4.20元

*

統一书号: 15165·2916(地质-274)

俄譯本序言

“地层地质学”是著名法国地质学家莫里斯·任紐教授的巨著。此书第一版于1925年出版；譯本是根據1950年出版的大加修正和补充后的第四版。因此，本书是經過時間考驗的。可以断言，这是最好的外国地层学参考书之一。其中簡要地叙述了法国、英国和德国以及部分欧洲其它国家和北非的地层，并提供了地质构造的一般情况。特別珍貴的是书中引用了許多最新著作文献，因此讀者在詳細研究某一問題时，可以广泛地参看原著。

任紐在本书中曾討論到許多地质概念；其中有些現在已經廢弃，另一些現在还使用着，但需要詳細訂正。但是，尽管綜合許多西欧国家和部分北非的地质学是任紐著作中无可爭辯的优点，但它不能认为是全球地层資料的綜合性著作。

仅以所謂的西欧“标准”剖面而編制地层地质学總結在現代是不可能的；如果不考虑苏联地质学家所获得的大量地层資料，就不可能期望完成此一任务。而其实任紐书中，苏联資料一般是沒有的。如我們在30頁注釋15所知，作者不精通俄文，因而在其綜合叙述苏联沉积岩組时，仅使用国外出版的著作。專門为作者翻譯的A.Д. 阿尔汉格里斯基，H.C. 沙特斯基及其他等人的著作(1937)，可算是唯一例外。

因此，作者提供的有关苏联的貧乏資料，过于簡單而不能令人滿意，不可能期望引起苏联讀者的兴趣。因此翻譯时把涉及苏联的节段都省略了，只保留了其中与正文其它部分相連續的部分。

在叙述西欧地质构造时，M.任紐把构造十分复杂的阿尔卑斯地质构造放在重要地位討論。應該指出，任紐的叙述比其他西欧地质学家要清楚而易懂得多。作者摒弃了臆測的大推复体假說，按照这个假說，沉积岩組被自山脉南坡經過軸帶推向北坡。作者曾經写道，在很多場合所描述的个别推复体地层，只是对此地层实际資料叙述的較适当形式，可能相当于很多地质学家在山区工作广泛使用的岩相-构造帶。不过，应当指出，讀任紐书时，有时很难察觉出岩相-构造帶和真正无疑問的推掩断层帶的界限之間的差別。苏联地质学者曾經在阿尔卑斯以外确定过位移幅度达10公里的推掩断层，例如在喀尔巴阡（博里斯拉夫推掩断层）和西高加索（索赤附近的沃朗錯夫推掩断层）。

在山脉构造概念的发展上大推复体假說起了有害的影响，因为許多推复体的最初描述沒有充分根据。不久以前該假說对苏联个别研究烏拉尔、外高加索、中亚細亚地质的概念发展上也給予有害的影响。在后来进一步地詳細研究时，几乎所有推复构造都被推翻了，所以有些地质学家认为大推复体广泛分布概念是地质学中的反动方向，这是完全正确的。

在喀尔巴阡进行工作的A. A. 博格丹諾夫、M. B. 穆拉托夫及其他地质学家們的著作，就是把广大山脉构造的“經典”概念这样重新审查的光輝范例。这些学者們使用了苏联学者所采用的正确方法，修正了这里存在大推复体的錯誤概念。对阿尔卑斯也应当进行同样工

作。莫斯科自然研究者学会会报1951年第一期里刊印的B. B. 別洛烏索夫、M. B. 格佐甫斯基和A. B. 戈尔雅捷夫等人的論文，在这方面就有很多有趣的东西。

應該指出，在估价許多地质現象时，M. 任紐超过西欧其他地质学家而站在前列。可以滿意地确认，M. 任紐是新灾变論体系的批判者，且未接受H. 施蒂勒的褶皺幕規則(186頁注釋17)，而後者的反动实质，已在H. C. 沙特斯基及其他苏联地质学家的著作中闡明。他証据确凿地批判了拉莫特和杰別尔的臆造学說，这个学說试图到处分出同一阶地平面，沒有充分根据地把它們和冰期相連系。

把M. 任紐的书和苏联地质学家的著作比較，讀者可以逐漸看出苏联地质科学成就。比如，在微体古生物方法研究領域，在这个方法的理論基础及其实际应用方面，我們已經走在前面了

孢粉分析方法是苏联地质学的成就，而此方法在西欧尚未应用于沉积岩层对比。在沉积岩石学方面我們的地质科学推进較远。苏联地质学家所制定的岩相分析方法及岩相-构造图的編制，到現在西欧和美洲还应用得比較少。实际上正就是这些方法提供了地壳上各个地区发展历史的概念。

M. 任紐的“古地理綜合”只是这个道路上的第一步。但“古地理綜合”方法还是些靜态的、尙无与地质构造发展相連系的盆地变化的概念。

M. 任紐的书用生动易懂的語言写成，因而对原文十分容易理解。順便我們轉来看看作者对專門地质术语不很精确地使用。比如，作者把“相”这个术语用于非常广泛的意义。很多場合把“相”簡單地理解作岩石名称。术语“建造”有时用于地层意义，有时作为岩石的成因組合。作者十分任意地轉用地层术语。他应用“老第三系”不相当于紀的时间阶段，而相当于世。术语“étage”用作表示統、阶、层位(层)和組。类似的矛盾地方在翻譯时都尽可能改正了过来。

阶的音譯我們遵照外文出版社手冊中所規定的外国地理或历史名称拼写規則。唯一的例外是韦尔德(вельд)和欧特里(готерив)阶：实际上вельд的发音是“уилд”；готерив應該写作“отрив”，因为“Hauterive”的开首字母“H”在法文中不发音。不过“вельд”和“готерив”的拼法在地质工作实践中已經广泛应用，改之反而不便。

特別應該指出，在本书翻譯时对阿尔卑斯和其它山脉的各个岩相-构造带名称字首所采用的意譯系統。这些字首是：soub—под(亚)(soubalpine—подальпийский亚阿尔卑斯)；прае—пред(前)(праеalpine—предальпийский前阿尔卑斯)；peri—внешний, внешне(外)(perialpine—внешнеальпийский 外阿尔卑斯)；ultra—сверх(超)(ultradofine—сверхдофинейский超多芬尼)。

本书翻譯由苏联科学院地质研究所同事們集体完成：导言部分及古生界各篇由 M. E. 拉宾翻譯，中生界各章由 Ю. M. 普什佳罗甫斯基翻譯，老第三系由 A. И. 楊申翻譯，新第三系、第四紀沉积及結論部分各篇由 B. И. 馬斯洛夫翻譯。本书总編輯为 B. M. 凱勒尔；大部分注釋是由編輯或譯者作的。

原 著 者 序

Un fatto è come un sacco, che vuoto non si regge. Perché
si regga, bisogna prima farci entrar dentro la ragione.

L. Pirandello, *Sei personaggi in cerca d'autore*.^①

本书原来打算主要作为大学和高等学校学生的課本；正如书名本身所示，其主要目的是加强地层学和地质学方面的关系以恢复地层学規則，虽然地层学是地质科学的基本而独立的分科，常常似乎过于困难，引不起初学者兴趣。在写本书时，我不仅只是为将来的地质学家着想，也为自学地质学的讀者着想，因为地层綜合，完全是特別规范的邏輯体系；在我看来，不通曉这些方法体系，不能成为真正的自然学家。

从各个国家所作的大量地层观察資料中，我选取了那些可以归納成一个統一系統的，这些系統是建立在某些指导性概念基础之上，并可能协调地分出相和各种沉积物的分布。

每一个地质紀我选取了一个或几个可以进行地层綜合的地区。当然，选取是随紀而异的。因为有可能我把研究法国作为选取对象，所以我的讀者可以获得完整的并且十分詳細的我們国家各个自然区域的知識。寒武紀和志留紀的地层綜合不可能由法国材料作出，我就不得不詳細地描述英国、斯堪的納維亚及外波罗的地区的标准地层。研究阿登和萊茵片岩山脉是研究泥盆系的基础，但为了闡明老紅砂岩大陆的意义，我只得轉向北欧或甚至北美。二迭一石炭系我選擇了西欧标准地区(法国、比利时、英国)；列入相当詳細描述的苏联的海相沉积并概述岡瓦納大陆也是必要的。法国、英国和德国提供給我以三迭系、侏罗系和白堊系的綜合材料，其一般特征老早就认为是标准的。第三系沉积首先是根据上述同一地区叙述，新第三系补充了意大利和东南欧的材料。最后，第四系我的選擇主要放在西地中海的海相沉积及阿尔卑斯、德国北部和外波罗的地区的冰水沉积。

簡言之，讀者中如有不愿意把此书仅作教本的話，应当首先研究每章注釋中引用的那些区域性的专著。貫徹于每一章中的指导性概念，将为职业地质学者所特感兴趣；給他們指出应当怎样进行地质观察以資作出地层綜合并恢复那些我称作沉积景观的自然单位。地层学，即这些連續景观的叙述，乃是与地理关联的协和統一；那末实际上它就應該有科学名称。这些指导性概念帮助初学者記住标准地区地层系統，因为教育的目的之一是減輕領會資料的任务。

再者，由于本书前三版受到善意的欢迎，我极力想法把它作为职业地质学者的参考书。在上述的总体系中，插入了許多沒有綜合一起的地层詳节，这些詳节属于不同地区，特別属于那些每个阶可以找到很多特殊相或著名产地的地区；許多文献索引主要属于此类詳节，其理由需要一些說明。

首先我不重复那些古典的但已陈旧了的 A. 拉帕兰和 E. 奥格的課本中已有的引証；反之，我引用了許多現代出版的参考資料，其中一些可以找到老巨著中的說明和最新研究的

^① 事实象一只口袋——如果是空的，那就站不住脚。要站住脚，就应当用东西装进去。皮兰德洛，作者寻找中的六个人物。

成果。

这些现代参考资料就法国来说特别繁多，它们包括现代科学所提供的及时问题和这里特别详细研究过的地层学问题（布里塔尼的布里奥维尔地层，巴黎盆地的第三纪沉积，法国阿尔卑斯的第四纪沉积等等）；甚至从纯教育学的观点来看这些引证还是必要的：它们使读者不致把科学构成僵硬的、教条的意象，而科学实际上是在发展和创造过程中；它们往往证明出来的不充实或甚至互相有矛盾，增强了我国地质学者的批判主义和怀疑论——而这是一切科学发现的源泉。

最后应该指出，属于一定地区的普通著作，在探讨某一阶时没有提及；使用按字母排列的地名索引将可以找到之，索引中对每一个地区指出遇到这些著作的页数。同一索引还可用来对那些课文中谈到的往往不大著名的产地找到所在地图。这些能够把地层资料放到地理基础上的地图，正如我的许多读者所确认的那样，比剖面或对比表更有用处和有教益，而剖面和对比表是可以没有特殊困难而按照课文编制的。虽然如此，在本版加进的新图中（图3，32，36，83，116，120，121，129，148，155），我插进了阿克维丹尼亚第三纪沉积和法比盆地老第三系两个大表，我认为这两个表是特别清楚的。反之，我往往不敢画出那些初学者不加批判而鉴赏的综合古地理图；例如，试图恢复法国和西欧志留纪和泥盆纪的海的轮廓，我认为是完全没有根据的。

最后应当提醒注意，本书第一版准备于1925年；不待说，从1925到1949年期间，地层分层更加精确了，而我们的许多地区构造的知识领域大大扩大了。

首先我们指出，虽然在西欧的广泛古典综合中只对某些细节作了些修改，本版的课文和文献引证仍然可以看到对前版作了许多修正和补充。例如，补充了布列顿的老古生界，巴黎蒙斯阶等节段；那些节段改变过的地方，证明修改并未完结；但是，地层学专家为了更详细地对比剖面，往往只得到想象的精确性。“第四纪沉积”一章的内容上大大扩充了；在该章末尾我陈述了我发展的一些新概念；它们可能得到拥护或反对，但我希望它们能使我的读者多多思考。

特别应该指出在叙述阿尔卑斯地区方面所加进的改动；它被放在比较重要的位置；其构造描述在篇幅中所占的内容是相当庞大的（214—231页），因为它可以认为是两种综合的（地质构造和地层的）范例。在1925和1949年中间，在法国阿尔卑斯地质构造研究方面获得了颇大成就。长期以来曾为教条观点所完全统治的瑞士和东阿尔卑斯的研究方面标志着一定的转折点，这种情况在第四版里已考虑到了。但是我们仍然保留了P.戴米、E.亚尔岡和R.施陶布的图，记住那只应认作为资料叙述的例子。

在欧洲以外的国家中间我首先指出北非，该地在地质知识进展方面特别著称；在第二版加进课文的摩洛哥古生界和侏罗系各节，可以认为同欧洲标准剖面一样的典型；第四版主要的更新的是第三纪沉积（撒哈拉沉积，阿尔及利亚-突尼斯和埃及的老第三系）。

最后，全球性的原始资料（和繁多文献引证）在这一版中大大增加了。

在此结束的时候，我要向我的很多同事们表示感谢，他们帮助我讨论或送给出版的著作；他们的名字在前几版的序言中都曾提过，但是这里重印出来名单似乎太长了。

目 录

俄譯本序言

原著者序

导 言	1
一、地层学的資料——沉积物	1
二、地层学綜合(阶的概念)	8
三、定义和方法	10
四、地层划分的命名	14
五、最古老的地层和太古界問題	15
第一章 前寒武系	20
一、加拿大地盾	20
二、科罗拉多大峡谷	22
三、波罗的地盾	23
四、赫布里底	24
五、欧洲其它区域	25
六、結論 休倫山系, 前寒武紀冰川	28
第二章 寒武系	33
一、寒武紀的动物羣	33
二、按自然区的岩相分类: 寒武紀的地槽和大陆区	34
三、欧洲(和摩洛哥)寒武紀岩相	34
四、北美寒武紀岩相	46
第三章 志留系	52
一、界限和分层	52
二、志留紀的动物羣	53
三、英国志留系的标准剖面	55
四、欧洲(和摩洛哥)志留紀的自然区	62
第四章 泥盆系	77
一、泥盆紀动物羣的一般特征	77
二、欧洲泥盆系相的分布	80
三、老紅砂岩相	80
四、中欧海西地块	84
五、地中海帶	99
六、东欧的海相泥盆系*	104
七、北美中部和东部的泥盆系	107

* 俄譯本刪掉, 据英譯本补譯。下有*者同——譯校者注。

第五章 二迭-石炭系	120
一、概論	120
二、西欧的石炭系	129
三、苏联海相石炭系的标准岩系*	158
四、西欧的主要陆相二迭系	161
五、苏联的海相二迭系*	167
六、地中海的石炭系与二迭系	168
七、北美的二迭-石炭系	176
八、岡瓦納大陆	179
第六章 三迭系	203
一、概論	203
二、德国相三迭系	205
三、阿尔卑斯三迭系	214
四、地球上其它地区的三迭系	230
第七章 侏罗系	238
一、概論	238
二、侏罗紀沉积标准剖面：巴黎盆地东緣(勃艮第和洛林)	244
三、巴黎盆地东北侏罗紀古海岸(芦森堡，阿登，布倫，勃勒)	249
四、英倫-巴黎盆地西緣的侏罗系(諾曼底，英国)	251
五、晚侏罗世的北(北極)盆地(英国北部，德国北部，苏联，波兰)	257
六、德国盆地的侏罗系(弗兰科尼亚，施瓦本，哈諾威，阿尔薩斯)	259
七、法国-瑞士汝拉山的侏罗系	261
八、阿尔卑斯的侏罗系	263
九、圍繞中央地塊的侏罗紀古海岸：科斯	274
十、結論 侏罗紀的地球面貌	277
第八章 白堊系	295
一、导言 阶的划分	295
二、白堊紀动物羣	296
三、欧洲标准地区的下白堊統	301
四、欧洲标准地区的上白堊統	313
五、西阿尔卑斯的白堊系	324
六、东阿尔卑斯、喀尔巴阡和亚平宁的白堊系	328
七、伊伯利半島的白堊系	329
八、北非的白堊系	333
九、北美的白堊系	336
十、总结 晚白堊世海侵的世界性分布。海面同时升降运动	338
第九章 侏罗系或老第三系	351
一、概論	351
二、巴黎盆地中老第三紀各阶的典型剖面	355
三、其它和北海有关的盆地	364
四、中欧海西地塊带的老第三系(沉陷凹地中的陆相始新統和泻湖-海洋相的漸新統)	371

五、法国大西洋海岸的老第三系	378
六、法国阿尔卑斯老第三紀地槽	384
七、意大利的老第三系	393
八、伊比利亚半島的老第三系	395
九、北非的老第三系	396
十、北美的老第三系	403
第十章 新第三系	421
一、概論	421
二、外阿尔卑斯洼地的中新統	425
三、西地中海的中新統	433
四、法国大西洋区的中新統	436
五、地中海的上新統	438
六、法国西部和中部的上新統	444
七、东欧的新第三系	445
八、北海盆地的新第三系	448
第十一章 第四系	459
一、第四紀地层学的特征	459
二、形态法	460
三、某些第四紀沉积物的岩石特征	465
四、第四紀的动物羣与植物羣	469
五、人类文化的历史	473
六、北欧的第四紀沉积	474
七、阿尔卑斯山冰川作用的历史	483
八、結論	494
索 引	507

导 言^{〔1〕}

一、地层学的資料——沉积物

地层学研究地壳的岩层，即以年代的順序和地理分布的观点，研究岩石。研究地层学的不可避免的預先阶段是認識这些岩石本身和其中包含的矿物和化石。在一定範圍內，这样的研究可以脫离時間和空間，比如說，在采集箱中进行。这些工作是岩石学家和古生物学家所从事的。

我們推想，岩类学(或岩石学)^{〔2〕}和古生物学^{〔3〕}这些部門，讀者是知道的。我們还要向讀者推荐一些其他熟悉的所謂地质現象的著作^{〔4〕}。地质現象与各种风化营力或搬运营力(温度、重力、流水、冰川、风、波浪及洋流等)有关。这些营力現在正进行着，而过去也同現在一样，一直在进行破坏、建設和改变着地球的面貌。

尽管如此，在这里确定某些属于沉积岩方面的概念，我們认为是有益的，因为这些岩石将以某些特殊的方式表示和分类，依此方式把不同的岩石类型归納成許多沉积岩系。每一沉积岩系将与我們所称的古地理单元相适应。如果可以这样表示的話，这将是景观(或古代景观)岩类学，与上面談过的采集箱岩类学或标本岩类学相对应。

沉积物和岩相 沉积岩可以恢复景观，也就是能够恢复岩石形成地区一定时期中占优势的局部地理环境，在这方面，沉积岩引起了地层学家的兴趣。这些条件的綜合，可用一个不太确切但很有益的名詞“相”来概括。

陆相 解釋大陆成因的岩石是較為简单的，因为我們对現代大陆上所进行的沉积物堆积現象了解得很清楚。

根据陆相建造的矿物成分，同时也根据其中所含的化石，我們就很容易地辨別下面几种沉积物类型：古代河流的砾石、砂岩或淤泥冲积物；沉积于古代湖泊底部的粘土质或石灰质淤泥；泥炭沼泽或森林沼泽里由植物遗体堆积所产生的泥炭、褐炭和煤炭；砂子、长石质砂岩(长石砂岩)和“戈尔”——花崗岩破坏的产物(144頁)；鈣紅土——富鉄石灰岩(始新世的古鉄隕石相)溶解的殘留物，填充下伏岩石的裂隙和溶洞^{〔5〕}；借流水的作用堆积在洼地中的砂和粘土，而后慢慢丧失去了鈣质，經過不断变化，氧化成为杂色的砂和常帶耐火性的粘土^{〔6〕}；含游离氢氧化鋁的紅土和鋁土頁岩^{〔7〕}，它們是在特殊气候条件下岩石表面风化形成的；沉积在泉水或溪流旁边的石灰华或鈣华；古代冰川堆积的冰磧物；沙漠、沙岸(沙丘)和冰緣地带的风成沉积物(黃土，466頁)^{〔8〕}。

这些陆相岩系通常厚度小，分布有限，所以极不容易保存为石化状态。其实，一个地区在它历史某一时期变成了陆地，那末这一时期的特征，多半不是陆相沉积物的堆积，而是沉积物的缺失，或者是我們以后将要确定的一个術語——沉积間断。在类似現在地球上(沙漠和极地以外的任何地区)的气候影响下，作用在陆地上的地质因素，归根結底，是把

岩石风化和破坏的所有产物搬运到海里。

沉积物搬运过程中，具有停积阶段。例如，河流迅速地造成冲积平原，而湖泊凹地或沼泽洼地则为沉积物所填充。尽管有了这些停积，但是，物质最后还是被搬入大洋中。企图把大陆表面夷平至海平面的准平原化作用，显示出不可战胜的威力。

只有在两种情况下，厚层沉积物的堆积，可在陆地广阔面积上产生(图1)^[9]。

1. 有些大陆地区可能拗陷。当它们具有以断层为周界的明显的错动带时，称为陷落凹地(впадина обрушения)；大曲率半径的凹地，没有明显的错动，称为下沉盆地(бассейн погружения)^[10]。在这两种情况下，这种拗陷区会变成沉积物堆积带。如果已拗陷的大陆地区，与邻接的没有经受拗陷的地区比较，具有狭窄的面积，在这种情况下，相当宽广的，受上升运动而变年青的邻接地区可以保障供给拗陷凹地以相当充足数量的物质，使得这个凹地堆积得这样迅速，以致海水都不可能深入这里。

正因为如此，从第三纪结束以来，海德尔堡地区的莱茵凹地，才能够为厚达数百米的河流冲积层所充填。该层的底部降至海平面以下。利曼、弗列兹凹地以及孚日山和黑林山之间的莱茵凹地也是这样，在渐新世末，为厚达1000米以上的主要为湖相沉积的岩层所充填。

如果拗陷带大于周围上升地区，而且后者地形又很平缓，那末，上升地区所供给的沉积物质，在拗陷形成过程中，就不能充足地填满这个拗陷。此时拗陷地区就变为下面将要谈到的海相陆缘盆地。巴黎盆地就是这样的例子。巴黎盆地最初在中生代，然后在早第三纪时，经受了各种变化，变成下沉的海洋盆地(参看图3的说明)。

2. 当这种物质被带到海洋以前，大陆表面上沉积物的迁移和堆积营力停止了作用时，就可能有这样的情况。

这是由于大的冰川作用而引起的。冰舌或冰盖只沿着它的边缘迁移和沉积冰碛物，而不象河流那样把这些沉积物搬入海中。拥有很大厚度且发育在广大面积上的冰川沉积物，在地质学中起着相当重要的作用；我们将描述形成于石炭纪和二迭纪(古生代末期)之间，在冈瓦纳大陆广大面积上的古代冰碛物(参看179页)，并将指出在寒武纪前和古生代初(29页)存在的冰碛物，我们还将看到，第四纪时在德国北部广大平原上、为古老的斯堪的纳维亚冰川所形成的冰碛物覆盖层，它的平均厚度几乎将近100米。但是，通常在这里物质搬运过程只发生暂时的停息，因为与冰川有关的水流，在把物质搬入海洋方面进行着不懈的工作。

相反地，在沙漠的气候条件下，大量坚硬物质的搬运则为完全特殊的规律所控制。降落到山地上的、稀有的但很剧烈的骤雨(甚至在撒哈拉也常有这样的骤雨)，由洪流带走了大量的冲积物。随着这些暂时的洪流远离山地并进入沙漠中时，洪流蒸发了，当然，就留下大量它们搬运来的物质。这些物质沉积成一定的顺序。最粗的沉积物在山地附近堆积(山麓冲积物)，最细的淤泥，则在大型洼地中或在甚至在洪水季节也没有河道通向海洋的平旷的停积地带堆积。这些沉积物在这里没有遇到能把它们搬入海洋中的营力，便可以堆积成为巨大的厚度^[11]。

它们也将遭受到风的作用，但是风力搬运^[12]，完全不服从于沉积物迁入海洋的规律。与风的作用有关的砂或尘土的堆积决定于局部的原因：主要是风、湿度和植物的分布

的状况。在多草的草原上，这些植物阻拦着由完全裸露地区被风带来的尘土（黄土，参看466頁）。

在这样的大陆性沙漠或半沙漠建造中，每当暴风雨时期，被带走的及不停地被改造的物质，多少会受到氧化并失掉碳酸盐类^[13]。碳酸盐沉淀在水盆地或者表现为沙漠皮壳的形状。皮壳是由于地下水的上升循环，在地表蒸发而沉积的。这些沉积物一般都呈杂色——紅色或綠色。这两种颜色取决于鉄的氧化的不同程度。在这些盆地或盐湖中形成的沉积物，含有蒸发的产物：鎂质（白云岩化）石灰岩、石膏、硬石膏、食盐和鉀盐。这里的化石极其稀少和单一：在“死海”中完全没有生物，而在沙漠表面上，也很少出现生物。

所有这些各类的岩石，彼此紧密联系或互相更替，形成沉积景观的天然组合。这样的组合可称为沙漠相岩系，或沙漠岩系。

其实，地质历史向我们提供了各种实例，即非常巨厚的、通常不含生物的沉积岩系——砾岩、长石砂岩、紅色砂岩、紅色或綠色的杂色泥灰岩，含盐沉积物等。这些沉积物有时厚达几千米，它的形成方式由于几乎完全没有化石，所以长期以来还是一个谜，只有在研究了沙漠沉积物特征以后，这个问题才能阐明。我们将指出这类实例，如前寒武紀的約特尼組，托里东砂岩，破片岩，老紅砂岩（泥盆紀），新紅砂岩（二迭紀和三迭紀），卡魯羣；北非侏羅紀、白堊紀和第三紀的紅色建造。

沙漠性气候只能发生在寬闊的大陆境内，因而沙漠岩系只能在古代巨大的大陆地块地区发现。它們的存在允許我們恢复这些地块：北大西洋大陆（北美的东北和欧洲的西北），西伯利亚—中国大陆或安加拉大陆，岡瓦納大陆。

海相 如果我們在撒哈拉阿特拉斯山、几內亚海湾、开普山系和埃塞俄比亚之間进行地质研究，那末我們在这里遇到的几乎完全是陆相地层。但是在作为以后研究对象的西欧标准地区，我們的研究将涉及大陆的边緣地区，而我們的地层学将主要是指海洋沉积地层学。这是令人最愉快的，因为对地层学家最为珍貴的化石，在海相建造中是无比的丰富和多样化。說明这个很简单，因为生物有机体在海底，比起在易受破坏的大陆表面，掩埋、石化的机会要大得多。

我們可以分出三个主要的海相岩石組：碎屑岩、动物岩和远洋岩^[14]：

碎屑岩 用肉眼或用放大鏡可以分辨出原生岩石（母岩）碎屑的那些岩石属于碎屑岩^[15]。要这些碎屑能够迁移和堆积，海水就必须摆脱宁静状态而为波浪或海边洋流所振动。这些碎屑岩几乎总是比較淺水的沉积物，形成于不到100—150米的深度^[16]。这里包括有：由悬崖碎石組成的角砾岩、砾岩、砂岩、砂粒、砂质淤泥和砂质頁岩。碎屑岩必然反映邻接岸边的岩石成分。碎屑岩的巨大堆积可以确定邻近有陆地或供給这些沉积物堆积的上升地块存在。从这一观点出发，我們可称这类堆积为陆源的（源自拉丁字 terra——土地之意）。

动物岩 当这样补給不存在时，甚至流动水也不能形成碎屑岩。可是，在水不能搬运淤泥和沙粒，而仍然是純洁的淺水地带，植物和动物很快地就繁殖起来；在它們殘体堆积过程中，造成了岩石，很不适当的称为动物生因岩^[17]。能够建造这类岩石的生物被視為“造礁者”。显然其中最重要的是固定的羣体腔腸动物羣，首先是珊瑚虫。在所有地质时代的温暖海洋中，我們发现有它們造成的生物礁^[18]，与珊瑚伴生的有各种水螅类（例如，

层孔虫)。寒武纪时(下部古生界)古盃类也起着类似的作用。灰质藻类构成了三迭系(双孔藻石灰岩)和第三系(中新世藻石灰岩)的主要岩石体。还应该提到现在灭绝的厚壳蛤类(rudistids)(固着的两壳类),它们在晚侏罗世和白垩纪的温暖海洋中造成了真正的生物礁。属于这一类的棘皮动物中主要是海百合,它是固定生物,参与海百合石灰岩的形成作用。至于谈到属于其他类群的生物,那末它们只有在特殊的情况下起着真正造礁者的作用。例如,我们将指出,苔藓虫有早石炭世的窝尔苏尔特相,二迭纪(德国镁灰层礁)以及东欧中新世晚期(萨尔马特阶);环虫类(德国波特兰期的龙介岩,契克稚-里斯波利研究过的地中海上新世含 *Ditrupe* 石灰岩)和硅质海绵(普罗凡斯晚白垩世的海绵礁)等。

除硅质海绵以外,所有这些生物建造者的骨骼均为灰质;因而它们所建造的生物礁是石灰质岩石——白色的、化学性质十分纯洁的、有时白云岩化(镁质)的石灰岩。其实,在不宁静的海水中,多孔的石灰岩可以沉淀碳酸镁并白云岩化。例如,在含有很大盐度的红海中,由于水藻的活动,提高了pH值的大小,是大家熟知的白云岩化的实例,这时Mg的含量达40%^[19]。

远洋岩 这是古老的、很细的淤泥,用肉眼、放大镜,甚至在显微镜下,也不能辨别出其中个别的组成部分^[20]。它们或者是静水中很细的悬浮的泥质微粒的沉淀,或者是溶解的物质(或者呈胶体状)按规律沉淀而产生,这种规律我们在这里不予研究。它们的化学成分可能很多样,但都是分类的唯一标志,因为在它们里面看不见任何个别矿物成分。这或许是泥质不含碳酸质的粘土淤泥,它们在造山运动的压力影响下变成板岩;或者是由石灰和粘土混合而成的淤泥——变为灰质页岩或泥灰岩;最后,或者是由于溶液中碳酸钙的沉淀而成的纯洁灰质淤泥,因为碳酸钙极容易溶解,所以象硅酸盐或石英,呈悬浮尘粒或细粉的形态,被搬运到海洋中;在后面情况下,产生了细粒灰质淤泥(石印石)。在珊瑚礁附近或在环礁泻湖内(见侏罗纪的例子,261页)常常遇见的细粒石灰岩,可以认为是珊瑚淤泥。这大概不是动物造成的碎屑岩,而是溶在海水中的碳酸钙沉淀的结果而产生的岩石^[21]。

所有这些淤泥沉积物一般为黑色或青灰色^[22],全看所含有机物而定(有机物当风化时使岩石表面变白)或者与铁质矿物(例如黄铁矿)的细微尘粒有关,氧化带中的铁质矿物可变为铁锈(二色石灰岩类型)。

如果碎屑岩一般是浅海或者至少也是海滨沉积物的话,那末远洋岩形成的深度可能是很不同的。

在没有峭壁的平坦海岸附近,或在滨海泻湖的静水中,沿岸陆地不能供给海洋以足够数量的碎屑物质,远洋沉积物可在不大深度的地方遇见。相反地,沿陡峻的被海岸急流和强烈的沿岸洋流所切割的海岸(本章注释16所援引的墨西哥海峡的情形),碎屑物质则可在很深的地方遇到,而远洋沉积物只堆积在盆地的底部或远离海岸的地方。要判断远洋沉积物形成深度,我们有生活在海底的底栖生物作标志,因为生活在近海面处的(浮游生物)或在水中自由游泳(游泳生物)的生物,显然与其深度没有任何联系。

所有叙述的事实使我们不得不略谈一下海洋中动物群的分布。

海洋沉积物中古代生物的分布 海洋中的生物主要集中在沿岸区的浅水带。这对需要阳光的海洋植物界和以植草为食的动物无疑是真确的。食肉动物可能更低一些,以淤泥为

食的动物(淤泥的吞食者)亦是这样,落在海底与淤泥混合的远洋微小生物(浮游生物)的尸体是它们的食料。

氧气是所有生物所必需的;因此在大海区,海底洋流是生命的源泉。淤泥海底在无洋流的时候,几乎是沒有生气的。例如,在地中海中用挖泥机,从均匀地地覆盖在100米以上深度海底的淺藍色淤泥中,只获得少量的貝壳,但在0—50米深处,可遇見千千万万的生物^[23]。地质实践中,我們常遇到这样的淡青色或黑色粘土或泥灰岩,其中沒有化石,这使地层学家失望。但是海流带来砂质物质足以在这些沉积中立即出現呈夹层或囊状介壳堆积。这类堆积通常分布有限,厚度亦小。这就是含化石的层位。这种层位往往是海綠石层或磷灰岩层,因为海綠石或磷灰石是形成于为海濱洋流冲洗的海底的矿物。特别是海綠石很容易識別,即使当它多少被氧化的时候(布列頓上新世紅色砂,下比利牛斯中新世淡赤色砂,沃克呂茲白堊紀的杂色相,第303頁),当沒有貝壳的时候,这种矿物成为海濱沉积物的真正标准化石,因为它絕不形成大陆堆积物^[24]。

因而,富含貝壳的沉积物,或者按照奥格的話,貝壳沉积物(导源自希腊字 *νεριτη* 貝壳),总是流水的尤其是淺水的沉积物。这种貝壳相因为富含化石,無論对地层学家或古生物学家都感到很大兴趣的。属于貝壳相的有:貝壳砂,当它們几乎完全由貝壳碎片組成的时候,称为貝灰泥(фалены);貝壳砂岩(当它們为粘土质,这种砂岩叫作硬砂岩,而且其中碳酸盐被冲洗到了这样程度,貝壳仅仅被空隙所代表,这种空隙产生关于化石外模和內核的概念);貝壳灰岩,是充滿斧足类外壳的硬化了的灰质-砂质淤泥;含骨层,其中可以遇見魚类很多牙齿或外骨骼碎片(第81頁)^[25];最后,还有貝壳灰岩的許多变态。后者是貝壳碎片混杂少量的淤泥或砂和砂砾(砾状石灰岩)堆积而成,并且漸漸过渡到我們曾經說过的动物成因的或珊瑚礁石灰岩。这些灰岩以其中占优势的蟹守螺(*Cerithium*)、腕足类、貨幣虫以及其他来命名。我們必須特別指出帶有特殊的类似結晶岩(小花崗岩)断口的由棘皮动物碎片堆积而成的海百合石灰岩(棘皮动物角砾岩);凝灰岩或灰质磨拉石,是白色柔軟和易碎的白堊状岩石。最后,我們提出在不安定环境中沉积的鲕状石灰岩;它們是在海水中溶解的碳酸鈣沉淀的时候形成的,并且灰质物质发育成同心层状。这种鲕状岩相必須在富含石灰质的水中形成,常常从属于珊瑚礁;同时在泻湖宁静水中,也借化学沉淀的方式,形成虽属远洋类型,但是淺水的石印石灰岩。

最后一个例子又一次說明,远洋相泥质沉积物即使它仅仅含有远洋浮游生物的化石,不是深水沉积物。因为底棲生物的不存在,常常可用局部原因(例如沒有洋流)来解釋。

例如志留紀的笔石頁岩以往认为是深水沉积物。对其中某些推测可能是正确的;但是常常这种类型的岩石原来是属于淺水的,而且甚至是泻湖的沉积物(第53頁)。白堊曾一直与現代深海抱球虫淤泥相比拟,直至在各个地区发现了底棲动物化石,才确定它應該形成在中等深度,一般不超过100—200米(参閱 296 頁)。通常見于侏羅紀,含黃鉄矿化菊石的黑色泥灰岩(例如在巴黎盆地)往往认为是深水相,但有时能在最多仅数十米深处堆积。最后,我們在阿尔卑斯山石炭系和侏羅系中遇到的放射虫岩——含浮游放射虫的硅质岩石,曾与現代海洋深处的放射虫淤泥相比。这样的比拟或許对某些类型是正确的(卡耶),但不适用于所有这些岩石(J. de 拉帕兰)^[26]。

簡言之,如果許多岩石初次一見就能把它們归入濱海沉积物,那末,証明某些沉积

物，甚至是远洋沉积物，确实地属于深水沉积物，那就非常困难了。就我們所知道的，含有双瓣口盖的中海侏罗系和白垩系的頁岩和粘土灰岩，以及一些第三紀不含化石的粘土与頁岩可以归入最深水沉积物。如果这些岩羣确实包含着深水沉积物，那末它們只是相当于厚度不大的、地层学家还未能确切地闡明的岩层。我們以后再来談这个問題。

沉积作用和地质构造^[27] 地壳运动(其研究属于构造地质学)控制着沉积物的堆积。从这一观点出发，可以分为大陆区和地槽区。

(1)大陆区 大陆区是稳定区，或者，确切地說，該区的深处基底是为褶皺的和硬化的岩石所形成的。如果象构造地质学家常做的那样，把地壳比作衬衣，那末大陆区就相当于僵硬的部分——衬衣的領。造山运动的应力在这里表现为垂直断裂或为引起广大区域上升或下陷的曲率很大的变形(亚尔岡的深成褶曲)，如果这些运动在整个地质时代过程里，具有异常明显的結果的話。

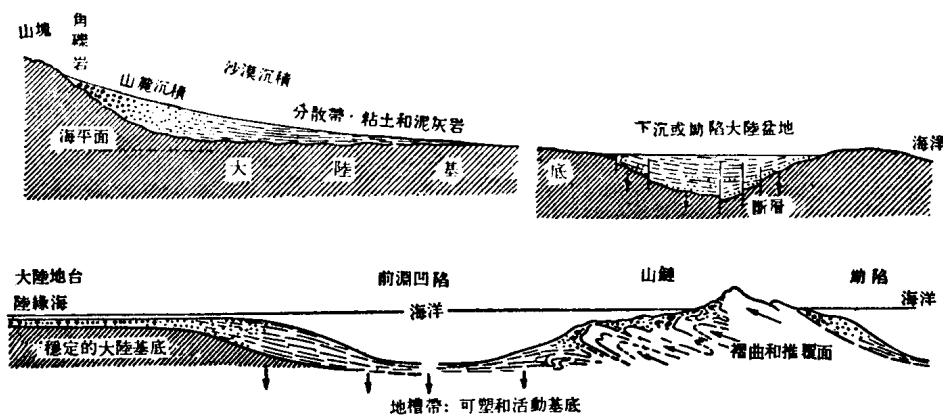


图1 表示沉积岩系类型发育的理想图

上图：在大陆区巨厚沉积岩系可能堆积的两种情况。左边——沙漠沉积作用，沉积物因为不能带入海洋而堆积；右边——下沉(或拗陷)盆地，下沉引起了連續的沉积作用。

下图：海相沉积岩系；淤泥及远洋沉积物以线条表示，碎屑相以点表示，动物生因相以十字表示，角礫岩(崩塌的)以黑色多角形表示。左图——稳定大陆基底的边缘：动物生因，貝壳和碎屑沉积物的作用；厚度不大，岩相极其多样性，具有为浅水洋流侵蚀的間断等；陆緣海和大陆地台类型；右图——在其形成时期(造山作用)的地槽山系。前渊凹陷，这里可堆积巨厚的，来自大陆的，陆緣沉积物，在中心部分形成了厚度不大的远洋和深水沉积物。更右图——以狭窄的貝壳带为周界的(有时为动物生因相，图上未表示)山鏈。这里狭窄的隆起的山鏈，由于造山运动經常变换地形，提供了陆源沉积物。海底崩塌角礫岩、濱海沉积物等与远洋沉积物相配合；复理石类型。再向右是其他凹地(參看本章注釋27的重要附記)。

这样，上升地区变成了高起的地块，这里不停的侵蝕作用补給了周圍下陷地区的碎屑物质。这样的下陷地区构成了陷落凹地或下沉盆地，有时为湖泊，有时为海洋，其中沉积物的厚度可相当于下沉的深度大小。反之，稳定的但下沉的大陆地区，却覆盖着浅水的陆緣海。这个地区堆积着厚度不大的貝壳和动物生因沉积物，这种沉积物受洋流所控制，具有象大陆上的河流所起的相同作用。这就是以上升大陆为周界的陆棚区。

(2)地槽区 具可塑性的底基，以好象一个跟着一个滚动的波浪狀的真实褶曲来反应构造应力，波浪的頂峰发育成狹长的上升的山脊(地背斜或山鏈)，造山的上升作用維持着山脊的明显起伏。在山鏈之間产生了有下沉趋势的凹地(地槽本部)。

在这些区域沉积岩系具有完全特殊的輪廓。滑动、崩塌以及陆上或水底的滑坡，促使沿山鏈的陡边形成角礫岩，而且有时这些岩层达到巨大的厚度。例如，瑞土地质学家所称

的粗野复理石(Wild flysch)(390頁)就是这样。海浪的侵蝕作用,岸流携带的物质以及海底洋流都招致陆源的沉积作用。这种沉积作用局部很丰盛,但分布极不規則,甚至可在深水区分布。在充滿着悬浮质点的水体中,动物生因相只在例外的情况下出現;由于海岸变陡,适宜生物发育的、相应具有貝壳沉积物的地区,減縮成狹窄地带,不象大陆地台那样在寬广的面积上分布。在这种类型沉积物中,化石稀少,貝壳多半为洋流携带的砂子研磨作用所破坏。我們在这里主要遇到的是虫管和藻类或匍行动物(环虫动物,腹足类)在淤泥海底所留下的平滑印迹。

最后,在最深凹地区的宁静水体中,形成小厚度的深水远洋类型的沉积物:含双瓣口盖的灰质淤泥和浮游的有孔虫,含放射虫黑色粘土淤泥等。

应该对两个地区——大陆区和地槽的过渡带予以特别注意,正就是这里可以見到最大厚度的沉积物(参看303及334頁)^[38]。大型上升陆地所供給的沉积物质,在大陆地台上只是暫时的停息:海底洋流的侵蝕作用,海进海退的交替及其伴生的間断經常改造这些沉积物。相反,低一点,在最初地槽凹地斜坡开始的地区,在一定程度上与沉陷陆緣盆地的情況相似。邻近地区所携带的丰富的碎屑物质,就象在陷阱中一样,大量停积在这里,沒有經受改造。这样的地区,在沉积物的厚度和規律性上,引起地层学家极大的兴趣,我們称之为前渊凹陷。

最后讓我們再补充几句,我們所以能够研究地槽区到极深处,是由于褶曲作用把它們变成上升的接受侵蝕作用影响的山系^[39]。研究巨大的褶皱山系允許我們揭露地槽沉积物堆积作用^[40]的秘密——不易揭穿的秘密,因为由于化石稀少和复杂的地质构造,給研究这些地区带来困难。

例如,在第三紀的、它的历史尚未結束的阿尔卑斯山系,我們发现有边缘凹陷沉积物,但在法国阿尔卑斯山的內带,发现了地槽沉积物——不均匀但局部很厚,化石很少的沉积物。这种类型的第三紀頁岩和砂岩称为复理石(参看390, 394頁);它們的特征是角砾岩,或者与这相反的远洋灰质淤泥夹层。这些巨厚的、奇特的地质阶大約有1000米的复理石,与比如巴黎盆地陆緣海类型的很薄的貝壳岩系之間,构成明显的对比。后者同样阶的厚度只以数米或几分米計算。

古生代末期所形成的海西山系,也向我們指示出边缘凹陷沉积物,巨厚的、但古生物仍很特征的阿登带——古生代(泥盆紀和石炭紀)地层学家极感兴趣地带的岩系;同时,第三紀阿尔卑斯的复理石相当于石炭紀的白煤,依据泥盆紀相似的情况,也发现在孚日山、中央地块、布里塔尼和得文郡古老山系的核心。

最后,結束于泥盆紀初的加里东山系,也向我們指出在斯堪的納維亞山脉及某些英国地区(北威尔士和苏格兰),有相似复理石及白煤的地槽沉积岩系(寒武紀——志留紀),可与我們将在英国中部各郡和波罗的沿岸国家所研究的相同阶的陆緣岩系相对照。

总结: 沉积岩系的主要类型 这样,我們可以分成以下沉积岩系类型:

1. 大陆岩系 除沙漠沉积物和堆积在陷落凹地或大陆下沉盆地的沉积物,一般厚度大量縮减。

2. 海相陆緣岩系 在稳定的大陆地台区,它們一般厚度小,但在它的詳細构造上却有无穷的变化;这里产生了各种各类的貝壳相——动物生因相和分布受海底洋流作用控制的