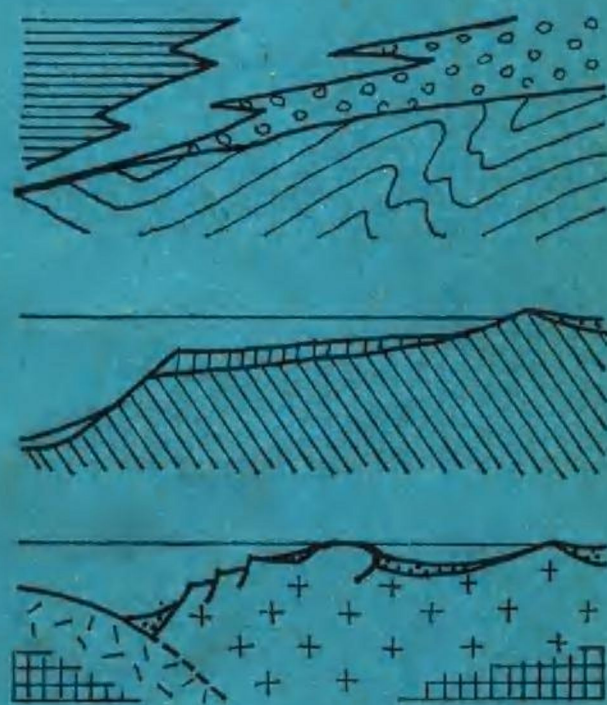


高等学校教学参考书

地史学和地层学 研究方法

〔法〕布 兰 著



地质出版社

13253

P53
006

高等学校教学参考书

地史学和地层学研究方法

巴黎第六大学副教授

5140/02

J.布 兰 著

郭 步 英 等译

陆 恩 泽 校

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本书是作者长期从事地层学和地史学教学工作的总结。书中详细叙述了地层学与地史学的研究方法,以获得准确的地质资料,进而分析解释地质事件的发展演化过程。全书共五篇十二章。从地层的最基本的层理谈起进而论及地层年代方面的问题及其研究方法;又逐次谈到沉积环境及其研究分析方法;海进、海退、造山运动和地层学的关系等。最后谈到古地理和古地理的演变及古地理的重建,各种地层图件的编制等等。对上述内容,从基本概念到具体工作方法都作了比较详细的叙述。凡从事地质工作的人员都值得一读。

Méthodes de la stratigraphie et géologie historique

J. Boulin

〔法〕 Masson 出版社出版 1977

地史学和地层学研究方法

〔法〕 J. 布兰著

郭步英等译

陆恩泽 校

地质矿产部教材编辑室编辑

责任编辑:赫祥安

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 12 字数: 273,000

1983年9月北京第一版·1983年9月北京第一次印刷

印数: 1—3,950册 定价: 1.60元

统一书号: 15038·教160

译 者 的 话

地史学历来是地质学中理论性较强的综合性学科。随着现代科学技术在地质学中的广泛应用，必然推动地史学的理论向前发展。因此，地质学者必须能够正确使用地层学与地史学的各种研究方法，以获得尽可能多的地质资料，并进行科学的分析与概括，这是十分重要的环节。

本书是作者 J. 布 兰长期从事地层学与地史学教学工作的总结。书中详细叙述了地层学与地史学的原理和各种研究方法。类似这样的专门著述，在国内尚属少见，很有借鉴的必要。本书的翻译出版，为我国地质院校师生提供参考教材；另外，对于一般从事地质生产实践和科学研究的同志们说来，也是一本有益的参考书。

整个翻译工作由郭步英、黄乃和、陈忆元共同完成，分工如下：第一、二、六、七、八、九、十、十一章由郭步英译；第三、四、五章由陈忆元译；第十二章由黄乃和译。全书译稿由陆恩泽校对。另外，在翻译过程中，曾得到武汉地院古生物教研室徐桂荣、丁梅华老师、区地教研室杨森楠老师以及武汉地院北京研究生部杨遵仪、郝诒纯教授的热情帮助，译稿由翁发和陈晓荣同志誊清。由于我们水平所限，书中疏误之处，欢迎读者批评指正。

译者 1982年9月

前 言

本书是为大学地质专业一、二年级学生、为参加中学教师甄别考试或自然科学会考的大学生、以及为从事中等教育的教师编写的。对于上述读者，从古地理演化过程这方面讲，地层学是个紧密相关的教学环节。懂得历史地质学的主要研究成果的取得过程和怎样可以取得这些成果对于他们来说都是很重要的。

这是一本面向地层学实际问题并适合于大学生、年轻的研究者、非专门家水平的读者所用的专业教材，它就是为这些读者编写的。目前，还缺少这一类的法文教材。但是，另一方面，它并不是一部内容极其详尽的关于地层学原理和方法的专著，不是为地质学实际工作者和要求进一步提高理论水平的研究者使用的古地理学专著，他们在这方面可以阅读一些更完整的、虽然出版较早、但属于经典性的英文著作。

十年来，作者曾先后在巴黎理学院和皮埃尔-玛丽·居理大学为指导地球科学的大学生和准备取得自然科学方面中学教师合格证书会考的学生讲授这门课程，这些学校的学生对本书的编写曾给以很大的帮助。作者也感谢G. Lucas教授领导下的历史地质学实验室的同事们，他们分担了这门课程的教学任务，特别是F. Bourrouilh、E. Bouyx、D. Bureau、B. Cabanis、M. Colchen、A. M. Mangin和Ph. de Peyronnet。此外，还应该感谢P. Cros，他曾提供了许多关于沉积作用条件和沉积环境方面的较新的参考资料，目前，为了获得一个令人满意的古地理景象，这些知识都是必须掌握的。

在这样的一本教材中，理应提到在其它合乎教学要求的著作、专著或者老的、新的各种科学刊物所发展了的、为数极多的理论。然而，要想在这本书中把所有这些著作、专著和刊物都一一列举出来是不可能的。本书只是把其中一些主要参考资料列在导论之后或者各篇的后面。最后，本书的编写可以说是一个大胆的尝试，因为论著主题的范围极其广泛，地质学界也许会对此提出严厉的批评。况且，作为一种教材，编写这样的著作作者首先就必须估计到知识的有限，在叙述事实、提出解释、描写事态或者综合问题时，上述知识不足的情况就会表现出来，各方面的专家会认为作者此举是鲁莽的甚至是错误的。当然，为了使本书对读者有益，对这个大胆的尝试所提出客观的评价还是很有必要的。

导 论

历史地质学的主旨在于描写和理解地壳的历史。为此，必须依次描述组成地壳的物质和沉积地层，揭示、鉴别和恢复一些现象（这些物质及沉积地层有时就带有这些现象的标志），确定这些现象在时间上和空间上所处的位置。最后用证据来阐明这些现象并理解这些现象的发生时期的先后，在这样做的时候，当然需要承认地球的现状可以解释它的过去，并且认为在过去的时间内，使得地质现象发生的那些自然因素始终是保持一样的性质和强度的，也就是说，是站在均变论的观点上的，这种观点要求物理化学法则具有稳定不变性。

因此，岩石学家在研究火成岩的起源、试图恢复火成岩演化阶段及其侵位模式、或者在研究变质岩历史的时候，沉积学家在观察那些同沉积物的机械作用密切相关的沉积岩的时候；构造学家在观察岩石及沉积地层随着时间和空间的不同而改变的情况的时候；地球化学家在探讨岩石中每种化学元素的特殊命运的时候；古生物学家在描述那些由沉积物所提供的已经消逝的生物、研究这些生物由于过去地理环境的不同而改变其分布的情况并重建其演化过程的时候；古海洋学家在寻找已消逝的海洋的时候，他们所从事的工作都属于历史地质学的范畴或者是它的分支。因此，历史地质学构成了地质学的主要学科，它是各种地质学科的综合和概括。

地层学是一门研究那些相互连续的层状沉积岩及其相互关系、并且借助于对现代大陆和海洋环境的知识试图了解沉积岩的成因和历史意义的学科。因为沉积岩的每一组分都反映一个复杂的事件，所以整个沉积岩层就成了一组宝贵的、取之不尽的信息，在这些信息中记录着十多亿年来地球演化的大部分事实，只要能够辨认出这些信息，就足以判明这种演化的过程。

因此，地层学者在从岩层几何学、沉积学及沉积环境（即岩性地层学）等方面对沉积地层进行了岩相学和岩性学的研究以后，就能够鉴别出许多指示着地球历史的事实，特别是查明这个历史中的一些主要事件，像海进、海退、山脉的形成、海洋的产生及随后消逝的情况。同样地，在研究了含有化石的成层的沉积地层并根据这些研究结果得出生物历史发展的规律，即进行了生物地层学的研究以后，就能够确定这些事件发生的先后次序，判断它们在空间上的影响范围和它们在时间上的先后顺序。另外，根据古沉积物的岩相、岩性特征及所含古生物特征就可以进行每个观察点的岩层剖面的对比，判断这些事件的影响范围及延续时间；然后，在判断了自从某些矿物或某些岩石形成以来所经历的时间后，就能够以百万年为单位来表示地质时间，并且使之根据已了解的较早的动物群而了解过去的沉积物地质史和那些所含古生物遗体被变质作用或岩浆作用破坏了的沉积物的地质史。最后，在获得了这些在沉积地层中留下了迹象的地质事件在时间上和空间上相联系的资料以后，地层学者就能够恢复过去的地理面貌，确定古地理的演变过程并根据其它地表历史事件与后者的关系而确定它们发生时期的先后。因此，在影响历史地质学的各个学科中，地层学占据着优先的位置，由于地层学所特有的综合性，它成了其它各学科之间的联系者，并且

成为这些学科的基本组成部分。

因此，地层工作者是在依次地或者同时地利用地质制图学和沉积岩岩性的资料，沉积学和海洋学的资料，地球物理学和地球化学的资料，古生物学和古生态学的资料等进行工作的。当然，每一门学科都有各自不同的研究目标，但它们具有共同的方法、工具和技术。在用这些技术、工具和方法把自己武装起来以后，地层学者就可以从研究局部地方的地层剖面开始，进行越来越广泛的对比，逐步扩展其调查和思考的范围，从一个局部地区的剖面到另一个局部地区的剖面，从一个地区到另一个地区，从一个大陆到另一个大陆，甚至，从最近的海底地质学的进展情况看来，今后的地层调查工作还可以从大陆向大洋领域扩展。因此，地层工作者是通过相继的一个个阶段按照他所认为的最适合于自己的研究目的的顺序、采用一种越来越扩大研究范围的连续比较、概括的方法来进行工作的，他所采用的方法是一种阶段式的循序而进的综合的方法。

参考书目

所选定的主要参考书目列在本书的末尾。另外，在每一部分的后面也都列出了与这一部分题材有关的、更详细地阐明了这一部分题材的主要出版物，特别是其中的附图或中心思想曾被本书引用的那些出版物。

目 录

前言	
导论	

第一篇 沉积岩层的层理

第一章 层理的基本特征	1
A. 沉积岩层的垂直构造	1
I、具有沉积连续性的层理面	1
II、具有沉积不连续性的层理面	3
III、岩层的主要类型	12
B. 沉积岩层的水平构造	15
I、沉积体的水平延伸	15
II、沉积体的水平界线	15
III、沉积体的原始产状	16
C. 层理和沉积作用	17
第二章 层理研究的方法和技术	19
A. 地面的方法	19
I、资料的收集	19
II、资料的描述	20
B. 地下的工作方法	22
I、主要的钻井测井图及其应用	23
II、地球物理方法	29
第一篇的结论	32
第一篇的参考书目	32

第二篇 地质年代学和地层学

第三章 时间的表示和沉积地层	33
第四章 地质事件发生顺序的确定	36
I、岩性标准和岩性界线	36
II、古生物标准和古生物界线	38
III、地层系统	41
第五章 地史时间的估计	50
I、根据沉积物估计地质年代	50
II、根据天然放射性判断	51
第二篇的结论	53
第二篇的参考书目	53

第三篇 现代和过去的沉积环境

第六章 现代沉积物和沉积环境	54
A. 沉积作用的主要环境	54
I、大陆环境	54
II、海洋环境	56
III、混合环境	60
B. 沉积物组成物质的成因和分布	61
I、机械成因的物质	61
II、化学成因的物质	63
C. 现代沉积物的主要类型	65
I、大陆沉积物	65
II、海洋沉积物	65
III、混合沉积物	66
第七章 古代沉积环境的鉴别	72
A. 古代沉积环境鉴定工作中的困难及其所受到的限制	72
I、成岩作用和变质作用的影响	72
II、均变论原则的有效性	73
III、改造	74
B. 主要的鉴别标志和它们的意义	75
I、岩性标志	75
II、岩相标志	81
III、古生物标志	87
C. 在解决某些鉴别问题中的应用	89
I、沉积环境性质的研究	90
II、水成环境类型的鉴别	90
III、海洋环境类型的鉴别	95
IV、海岸位置的确定	99
V、地形和气候的估计	99
VI、出露的陆地的岩石成分	103
第三篇的结论	104
第三篇的参考书目	105

第四篇 海侵、海退、造山运动和地层学

第八章 海侵和海退	106
A. 海侵	106
I、海侵的概念	106
II、海侵的主要类型及其起因	107
III、海侵系列	109
B. 海退	112
I、海退的概念	112

II、海退系列	113
C. 海进和相继的海退	114
I、沉积旋迴的概念	114
II、旋迴的沉积系列	115
D. 现代的或最新的沉积作用及滨海带的移动	116
I、滨岸带的最新的移动及海侵和海退的确定	116
II、滨岸带的最新的移动及古代海侵海退系列的解释	118
III、滨岸带的最新的移动及海侵海退的分类	119
第九章 造山运动和地层学	122
A. 造陆运动和构造运动	122
B. 构造运动和地层学	122
C. 造陆运动和地层学	125
D. 沉陷作用和造山运动	128
I、沉陷的概念	128
II、沉陷的原因	129
III、沉陷地区的确定和造山运动的演化	130
E. 造山运动旋迴和地层学	130
I、造山运动旋迴的概念	130
II、沉积作用和造山运动旋迴	131
第四篇的结论	131
第四篇的参考书目	132

第五篇 古地理和古地理的演化

第十章 对比	133
A. 对比的标志	133
I、标志的主要类型	133
II、这些标志的意义	134
B. 对比的方法	137
I、岩石、岩性或物理标志的对比	137
II、古生物标志的对比	139
C. 对比的结果	140
I、对比图表	140
II、对比图表的解释	141
第十一章 地层学的图件	144
A. 时代地层图	144
B. 古地质图	144
C. 等深线图	145
D. 等厚度图	147
E. 相图	149
I、生物相图	149
II、岩相图	149

第十二章 古地理的重建	155
A. 一个时代的地理的重建	155
B. 古地理演变情况的重建	156
C. 古地理演变情况的几种类型	156
I、沉积盆地的概念	156
II、沉积盆地发展过程中的不同阶段	158
III、沉积盆地的主要类型	158
IV、全球构造和古地理的演变	166
第五篇的结论	181
第五篇的参考书目	182
参考文献总目	182

第一篇 沉积岩层的层理

连续的沉积物经常以互相区别并彼此叠置的方式进行堆积，这样堆积起来的层状物称作岩层。当侵蚀作用使硬岩层组成的地形突出，而对较软的岩层则凹下或者当连续的沉积岩的这一层与那一层具有不同的颜色或覆盖着不同植被的时候，地表的这种情况就更容易被辨认出来。这就是“层理”。这样存在的岩层虽然有时也会呈现角度大小不等的倾斜和明显地呈程度不等的变形，特别是在那些受到造山运动的地区更会如此，但是一般说来，那是一种由构造运动造成的次生结果，原生的成层的沉积层都是水平的或近似水平的。

第一章 层理的基本特征

层理的特征使我们能够区别出沉积岩层中的连续岩层的各个分层，识别岩层的延伸和形态，认识不同类型岩层的特征以及沉积作用所具有的某些基本特征。后者，有一些表现为与岩层垂直方向的构造关系，另一些表现为与岩层平行方向的构造关系，即与岩层的原始产状相比较，一些为垂直构造，另一些则为水平构造。

A. 沉积岩层的垂直构造

在垂直方向上（图1），沉积地层所包含的每一个连续的岩层是由两个面或者是由叫做“层理面”的明显的沉积层所限定的：其中一个为底面，即把这一层与其底板分开的层面，另一个为顶面，即把这一层与其顶板分开的层面。在这些层理“面”中，有一些是根据岩层的岩性和岩石学特征的不同程度的递变确定的，看不到沉积作用中断的现象。另一些则与此相反，它们是跟这些特征的急骤的变化相对应的，并且呈现明显的沉积作用中断的现象。因此，依照不同的情况，层理面的概念，有的是与沉积的连续性相联系的，有的是与沉积的不连续性相联系的。

I. 具有沉积连续性的层理面

根据岩性和岩石学特征的变化情况可以确定出一个反映沉积作用性质改变的面。例如（图2），可能为泥灰岩向石灰岩的过渡，砂岩向页岩或向更粗的碎屑物质的过渡。有时候，会有几厘米或几毫米厚的泥灰岩或页岩存在于两层块状石灰岩或厚层砂岩之间（图3），这样的间层被称为层理缝或夹层，人们常把这个层理缝或夹层也看作是层理面。

显然，沉积作用的相应的变化越快，这样形成的两个连续岩层的区别就越清楚，或者，说得更确切些，表示这种变化的沉积岩层厚度与那两个沉积岩层厚度相比越小就越清楚。同样明显的是，这里所说的层理面只是一个在不同程度上使人满意的大致的分隔

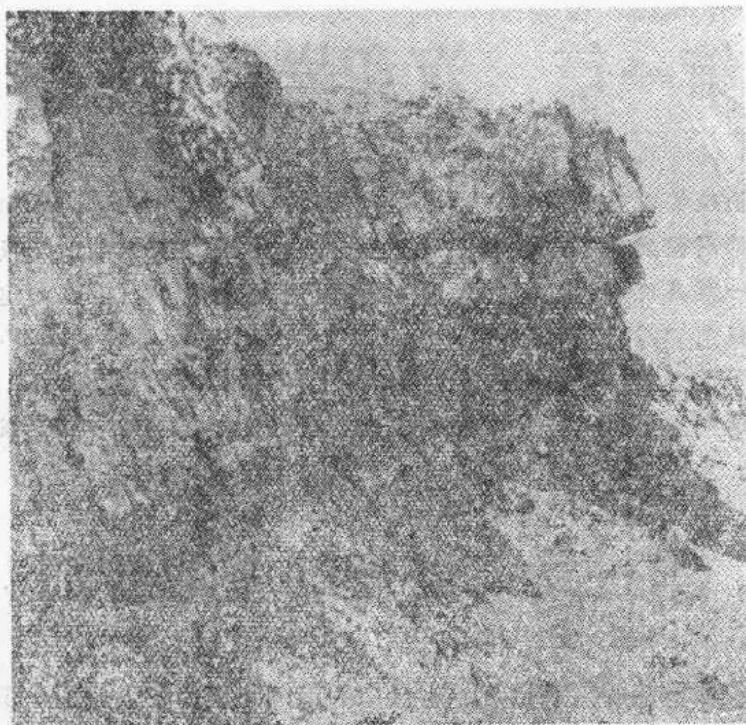


图 1 一个层状的沉积岩层

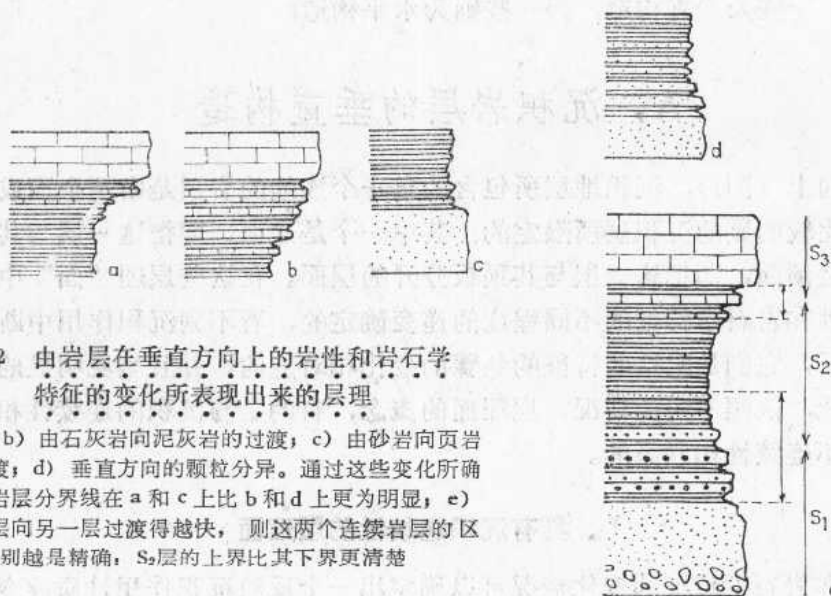


图 2 由岩层在垂直方向上的岩性和岩石学特征的变化所表现出来的层理

a) 和 b) 由石灰岩向泥灰岩的过渡；c) 由砂岩向页岩的过渡；d) 垂直方向的颗粒分异。通过这些变化所确定的岩层分界线在 a 和 c 上比 b 和 d 上更为明显；e) 由一层向另一层过渡得越快，则这两个连续岩层的区别越是精确， S_2 层的上界比其下界更清楚

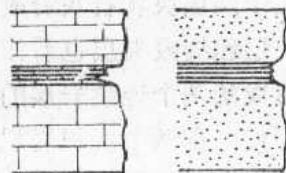


图 3 层理缝或夹层
在两个块状石灰岩或厚层砂岩间的
薄层泥灰岩或页岩

面。相反，在沉积岩层中经常是表示两个连续岩层间的关系。

II、具有沉积不连续性的层理面

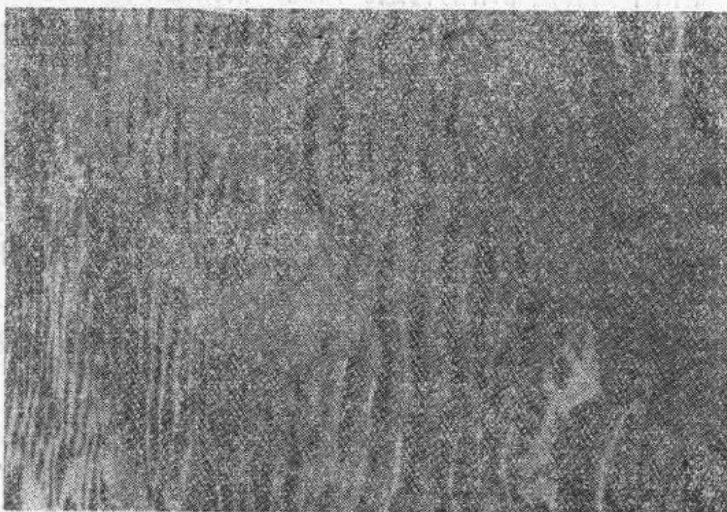
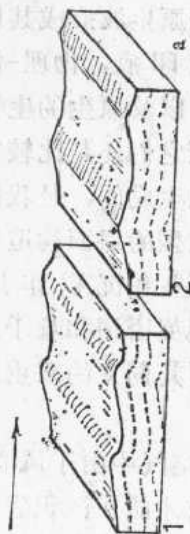
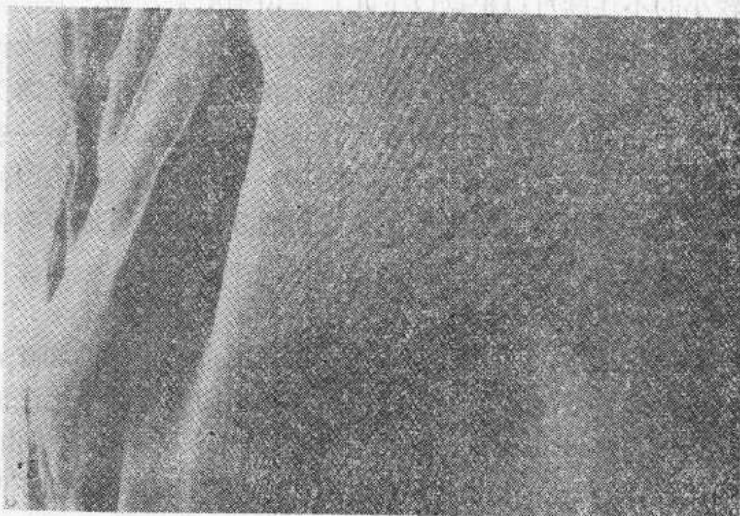
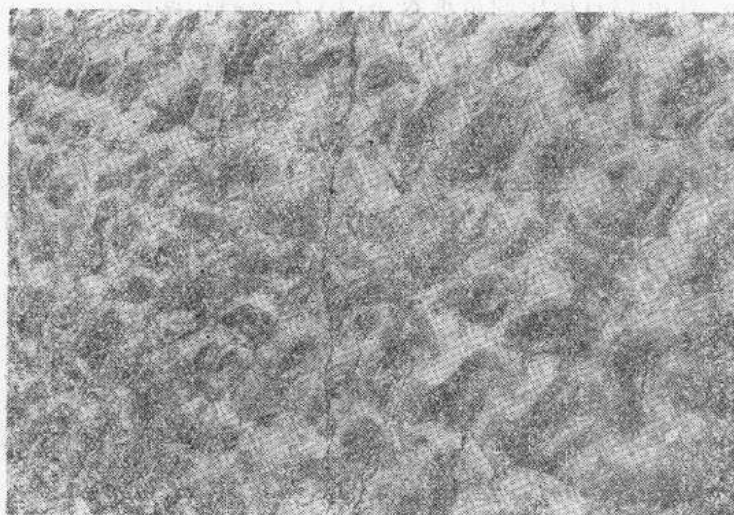
造成沉积不连续性的沉积作用的间断，其所经历的时期可能较长一些，也可能较短一些。沉积中断后堆积的沉积物可能和沉积中断前的沉积物相差很多，也可能相差较小。因而，在这两个互相连续的沉积作用之间发生的事件，其重要性和规模都可能是大小不同的，它们所留下的迹象可能较强一些，也可能较弱一些。一个沉积作用可能仅仅间断一刹那，也可能连续间断一天、一个季度、一年、几十年、几千年甚至长得足以使海水淹没大陆或者使一座山脉形成、增长以至消失，也就是说，它们的持续时间甚至可以是几百万年或几千万年。在这些间断中，有一些是从属于一个沉积盆地历史中某一时刻的现象，另一些则是在时间上、空间上更广泛的现象，特别是海进和造山运动。因此，沉积不连续可分为两类：一类是较小的；一类是较大的。

1. 较小的不连续

这些较小的不连续可以根据以下几点被识别出来，即：它们常常在同一个垂直剖面上多次重复，它们的延伸度比较有限；它们所分开的沉积物常常大体上是相似的，并且表示着沉积环境的某些基本特征是比较稳定的。在很多情况下，在露头范围内，这种层理面都是一个有规则的和没有显著特点的平面。当其分开的沉积物是一致的，并且其延伸度特别小的时候，称为小间断 (diastème)。在另外一些情况下，被这样的沉积不连续层理面所分开的沉积物会表现出不同的细节，在它们的分开面上可能带有特征变化痕迹，根据这些痕迹，常可以了解在沉积中断期间发生的突然事件的标记。这些痕迹叫层面构造 (figures de surface de banc)。

在这些层面构造中，可以区分为在岩层顶面上观察到的和在岩层底面上观察到的两种情况。前一种层面构造经常是下凹的，后一种层面构造则是上凸的，另外，底面上突起构造也常表现为压模 (le moulage)——在相应的沉积作用中断后由再一次堆积起来的沉积物所形成的压模，这是一种由于下面岩层顶面的不平而形成的下凹形构造。简言之，岩层顶面的、一般呈下凹形的构造是原生构造，而岩层底面的、一般呈上凸形的构造则是压模的反印痕，是由下面岩层带给的构造。因此，根据这个道理就可以识别原生波痕或其反印痕：由流水或其携带物挖掘的原生长沟或其反印痕，原生冲蚀沟或其反印痕，物理-化学溶蚀空洞或其反印痕，原生雨痕或反印痕，原生干裂痕或反印痕等等，以及原生的生物成因的痕迹及压模。虽然这些层面构造有时容易解释，有时比较棘手，但它们还是比较容易解释的，因为我们可以看到，它们有一大部分都是现今的自然界里可以生成的，是我们能够亲眼看到的。最后，不应该把那些由于沉积作用中断而产生的各种类型的层面构造和层面负载构造相混，后者在同样条件下也可以在底面上遇到，但它们和那些在沉积作用中断时所产生的层面构造不同，它们是另外一种性质的现象。有时人们用英语词和难于翻译的Cast (=压模) 或标记 (=反印痕) 来表示层面构造和层面负载构造，其词义的双重性反映其外貌的双重性。

a) 波纹——现代波纹(图4)是在沙质底上形成的，它们有的是在空气中由于风的作用形成的，有的是在水里由波浪或水流形成的。只有在水里形成的波纹才能在沉积岩中保存下来。其中浪波纹也叫振荡波纹，是由于波浪通过时临近水底的水作交替运动造成的。



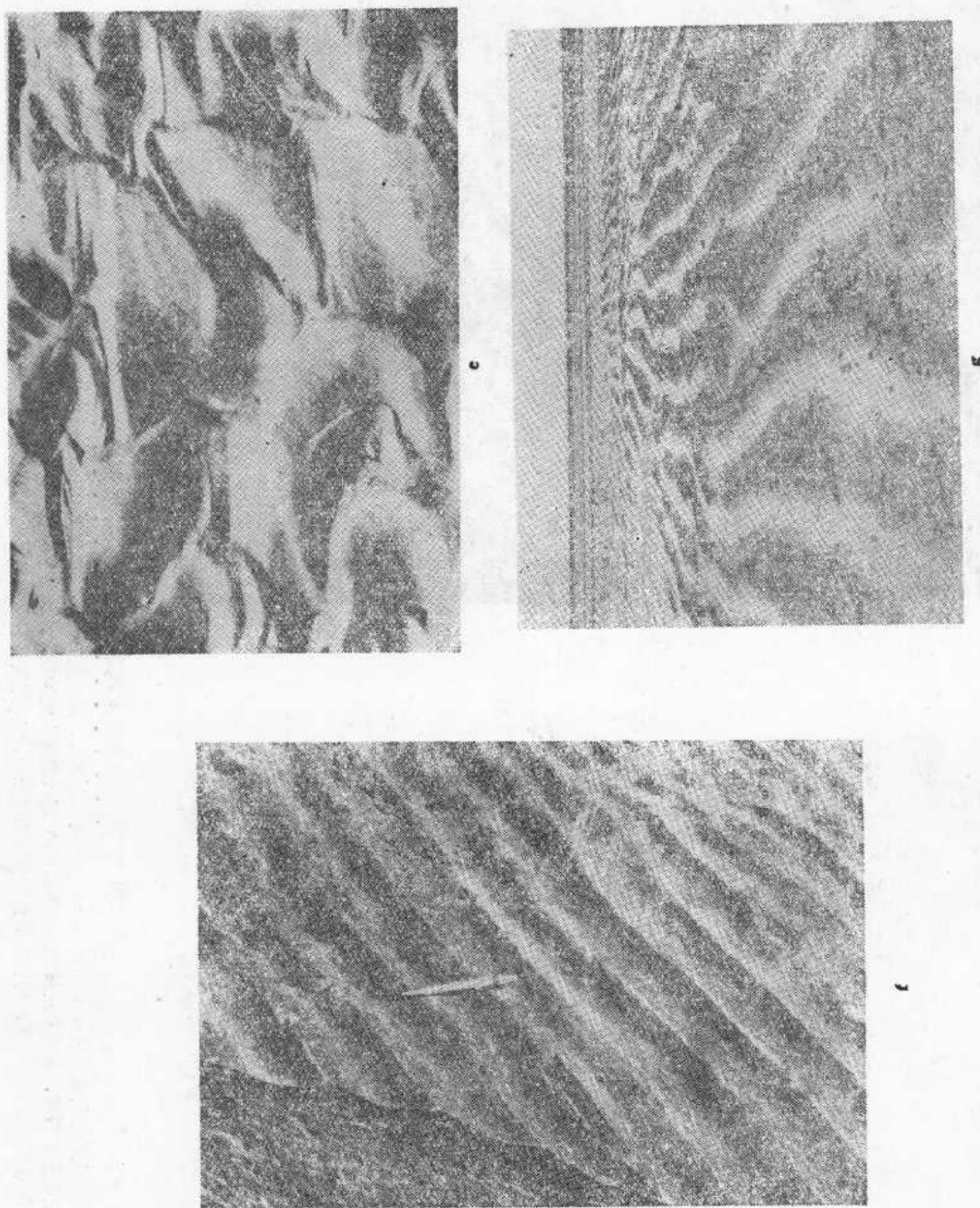


图 4 波纹的几种类型

a) 水流波纹 (1) 和浪波纹 (2) 的不同图式; b) Mont-Saint-Michel 海湾的现代水流波纹; c) 苏联土耳克斯组的卡拉库姆沙漠中沙丘表面的风成波纹, 形成波纹的主要风向是自右向左, 几小时就足以形成这样的波纹, 波纹的稳定性可能指示着, 几天来风向未改变; d) 在阿富汗的 Turkman 山志留系砂岩底面上交错状水流波纹的压痕, 水流自照片西南流来; e) 现代交错状水流波纹, 水流方向自左向右; f) 在 Digne 附近的中新世磨拉石建造层面上保存的浪波纹, 上有鸟的脚印; g) Mont-Saint-Michel 海湾低潮时的现代浪波纹

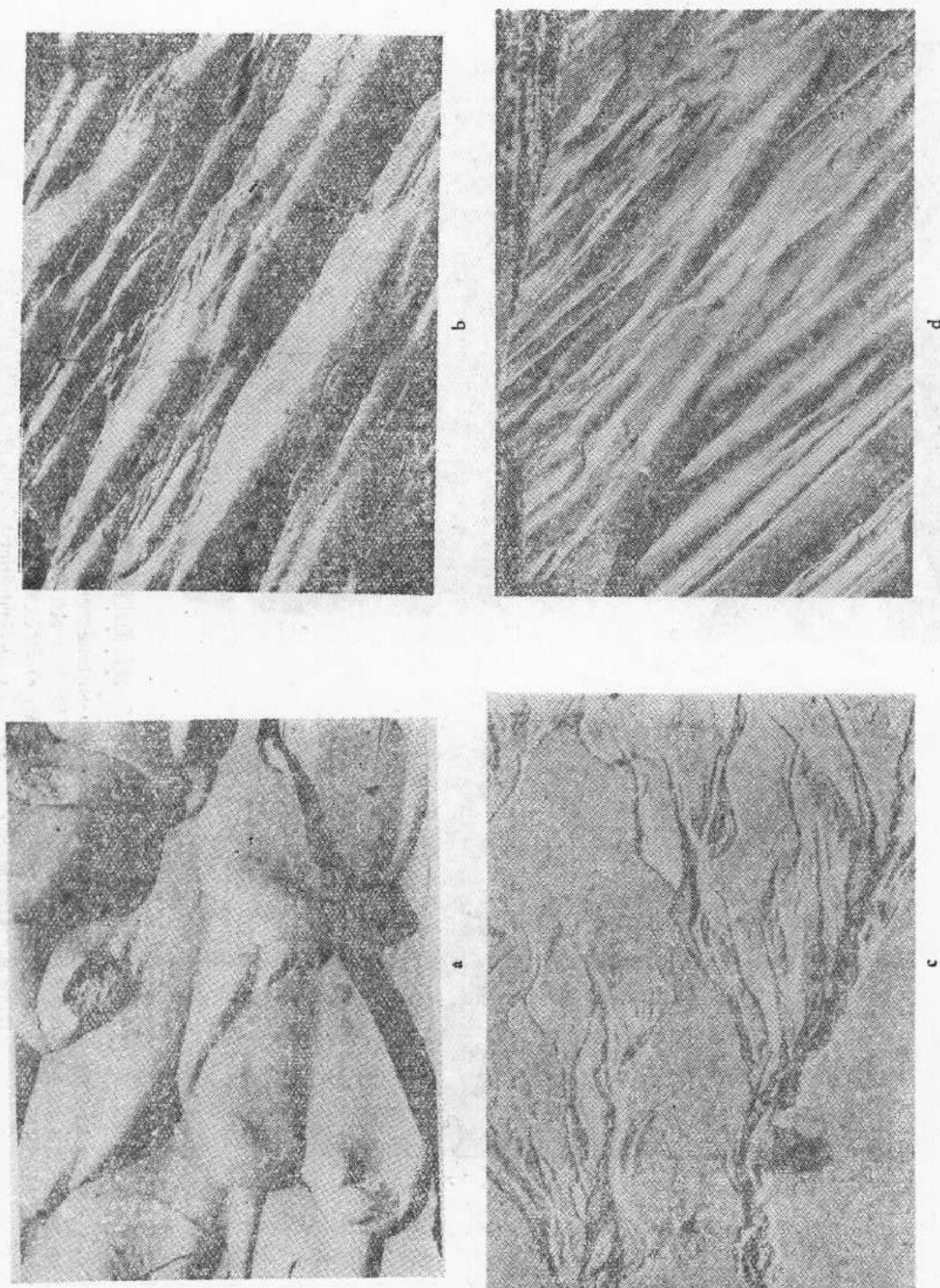


图 5 由流水或流水携带物形成的几个长形痕迹

a) 砂岩下层面上的厚的流痕压模 (flute-casts), 水流自左向右, 照片宽50厘米 (取自 Pettijohn 和 Potter, 1964); b) 阿富汗的Turkman山志留系砂岩下层面上的流痕压模, 水流自照片北东方向; c) 现代海滩上的冲痕, 水流自左向右 (取自 Pettijohn 和 Potter, 1964); d) 在砂岩下层面上的与流痕联合的刻痕压模, 可认出呈直线型的刻痕压模, 水流方向自东南角向西北角, 照片宽30厘米 (据 Pettijohn 和 Potter, 1964)