

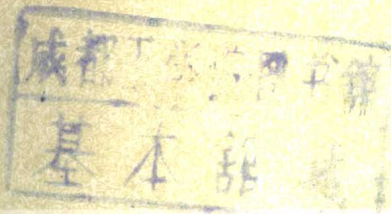
525156

3523
75477

高等学校试用教材

构造形迹

长春地质学院地勘系地质力学教研室 编



地质出版社

23
77

高等学校试用教材

构造形迹

长春地质学院
地勘系地质力学教研室 编

地质出版社

构造形迹

长春地质学院
地勘系地质力学教研室 编

*

国家地质总局教育组教材室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1979年2月北京第一版·1979年2月北京第一次印刷

印数1—18,600册·定价1.20元

统一书号: 15038·新363

编 者 说 明

1. 《构造形迹》是按地质力学专业、区域地质调查与矿产普查专业的教学计划要求而试编的。它与我院编写的《固体力学》、《地质力学》及《区域构造学》是互相联系的一套教材。本书也可供其它有关专业学员学习参考。

2. 本教材试以地质力学的理论和方法为指导,着重介绍和讨论岩层岩体的构成形象及其变动踪迹。力图在教材内容上与后继课程紧密衔接。有关应力应变、岩石力学性质等方面的内容已并入我院编的《固体力学》及《地质力学》教材中;有关制图、读图及试验分析方面的内容另编实习指导书;有关构造岩方面的内容已编入《岩组分析》。

3. 本教材是集体编写而成。自1973年以来,经过三次修编,先后参加教材编写的有:王林祥、杨丙中、李占德、王恩林、叶挺松、曹宝地、曹喜、李德伦。并在院内进行了四年多的教学实践。根据国家地质总局教育组有关教材编写任务的通知,在1977年初,由李占德对原《构造形迹》进行修编,在1978年春,由王林祥、杨丙中、叶挺松、王恩林对修编稿分别进行了内审。同年5月在长春对本教材进行了审议。最后根据审议书的要求,由李占德负责对本教材增补、修编和定稿工作。

4. 在编写本教材过程中,我们采用和学习了有关兄弟院校和生产、科研单位的成果,得到很多启发。在长春教材审议会上,参加会议的同志们对本教材进行了认真的审阅,并提出不少宝贵意见。在此,一并表示衷心感谢。

5. 由于本教材是在为适应地质力学专业教学计划的要求,在对原有构造地质学的内容进行适当调整后试编而成的,加上我们水平所限,缺点和问题一定不少,诚恳希望得到读者的批评和帮助,以便不断提高教材质量。

1978年7月于长春

目 录

绪 言	1
第一篇 岩层岩体的构成形象	6
第一章 沉积岩层的构成形象	7
第一节 沉积岩的原生构造	7
一、沉积岩层的基本特征	7
二、沉积岩相的相序——原生形象的组合特征	11
第二节 水平岩层的特征	14
一、原始产状的形成	14
二、水平岩层的特征	14
第二章 火成岩体的构成形象	17
第一节 侵入体的原生构造	18
一、岩体形态特征	18
二、原生流动构造	21
三、原生破裂构造	22
四、侵入体的岩相带	23
第二节 火山岩体的原生构造	25
一、火山岩体原生形态及产状	25
二、火山岩体的原生构造	26
三、火山岩相特征及其划分原则	29
四、火山岩系与火山活动周期的认识	31
第二篇 岩层岩体的变动踪迹	34
第三章 地壳运动的基本概念	35
一、地壳运动的基本状况	35
二、构造运动与构造形迹	40
第四章 岩层岩体的接触关系	41
第一节 岩层的接触关整	41
一、整合接触关系的确定	41
二、假整合接触关系的确定	42
三、不整合接触关系的确定	43
第二节 岩体与围岩的接触关系	44
一、侵入接触	44
二、沉积接触	45
第五章 倾斜岩层及其特征	46
一、倾斜岩层及其特征	46
二、倾斜岩层的产状及其形态变化	46
三、倾斜岩层的成因	47

第六章 褶皱构造	49
第一节 褶皱构造的认识	50
一、褶皱的基本类型和组成部分	50
二、褶皱构造的形态	52
三、褶皱内部构造的认识	60
第二节 褶皱构造的分析	64
一、褶皱构造的力学成因分析	64
二、褶皱构造形成机制的分析	67
三、褶皱构造形成时期的确定	71
四、褶皱构造形成和演化过程的研究	74
第三节 研究褶皱构造的意义	77
一、内生矿床与褶皱构造的关系	77
二、沉积矿床与褶皱构造的关系	79
三、褶皱构造是石油天然气聚集的重要条件	80
四、褶皱构造在水文地质和工程地质研究上的意义	80
第七章 断裂构造	81
第一节 节理	81
一、节理的概念及其分类	81
二、对不同力学性质的节理的认识	82
三、节理的发育和分布及其与褶皱、断裂的关系	88
四、研究节理的意义	90
第二节 断层	91
一、断裂构造形迹的认识	91
二、断裂构造形迹的分析	112
三、研究断层的意义	127
第八章 面状构造和线状构造	131
第一节 劈理	131
一、劈理的基本概念	131
二、劈理类型及其特征	132
三、研究劈理的意义及有关问题的讨论	136
第二节 片理	140
一、片理的概念及其研究	140
二、叶理的概念	141
第三节 线理	142
一、线理的概念	142
二、线理类型的划分状况	142
三、研究线理的意义及对线理的观测	151
附：构造形迹实习和实验内容提纲	154
主要参考文献	155

绪 言

本章提要——结构要素是李四光教授提出来的地质构造三重基本概念之一，它包括了岩层岩体的构成形象和变动踪迹。变动踪迹是地壳遗留下来的构造形迹，是构造地质学研究的主要方面。因此，本章主要阐述的内容是构造形迹的基本概念，构造形迹的研究任务和它的研究方法。

这本教材，是我们试图用地质力学观点，阐述主要的构造形迹特征，并作为初学地质力学时的一个知识基础而编写的。地质力学是构造地质学和动力地质学之间的桥梁。地质学科之间的这种自然的发展关系，使我们认识到，作为地质力学专业学生学习构造形迹的重要性。而构造地质的很多内容被引伸和提炼到地质力学中，多是研究构造形迹的那些部分。明确这点，可能有助于学习地质力学、正确对待构造形迹。

一、应力作用及其地质效应

构造地震现象和各种方式的地应力测量结果表明，地应力作用的结果，不仅在各种地质体中出现，就是在岩层、岩体及矿体地形成过程中也有表现。因此，它是个经常的、广泛的地质作用。只是由于地应力的大小不同、岩石力学性质的不同等原因，这种作用在岩层、岩体中表现出强弱不同而已。

在地应力活动微弱的条件下，主要反映岩层、岩体形成时的原始构造形象，一般可称为原生构造。如沉积岩的层理、波痕，侵入体的流面、流线等。在地壳运动的影响下，组成地壳的岩石，在成岩之后或一部分在成岩过程中，遭受地应力作用所形成的构造，一般称为次生构造。如有些褶皱、断裂及劈理等。构造形迹乃包括研究地壳上的原生构造和次生构造两大部分，而重点是次生构造。其原因就如同认识任何物质的结构那样，如果不了解它的原形，就很难了解它经过什么样的变形。很显然，在认识大量复杂的次生构造时，原生构造将起到“背景”或“参考面”的作用。故，原生构造不可忽视。

此外，在岩层、岩体中，存在着应力作用之后不显示构造形迹的效应，而仅表现出岩石的物理性质在不同方向上发生变异，例如导热性、电性、磁性等的变化。这是一种不见构造形迹的地球物理反应、一种有待今后加强研究的地质效应。它对地震地质、地震预测预报及地应力场的理论研究有着重大的实际意义。

在岩层岩体中，也存在着不是起因于应力作用的构造现象。如海底滑坡形成的揉皱、重力作用下的蠕变构造等。区分它们也是“构造形迹”要重视的课题。

在地壳上大量存在的是次生构造，其他一些非构造现象，往往混杂在各种次生构造现象之中。在实际工作中，必须学会区分它们，区分的关键不独是构造形态，而重要的倒是由应力活动后留在岩层、岩体自身中的一切构造形迹。

二、与构造形迹有关的概念

结构要素——在地质力学中，李四光教授提出了结构要素的概念并专文论述过它*，结构要素包括地壳各部分的岩层、岩体的各种构成形象和变动的踪迹。

岩层、岩体的构成形象，就是岩石原来的组成形象和各种岩石相互组合的形象（图0—1、图0—2）。

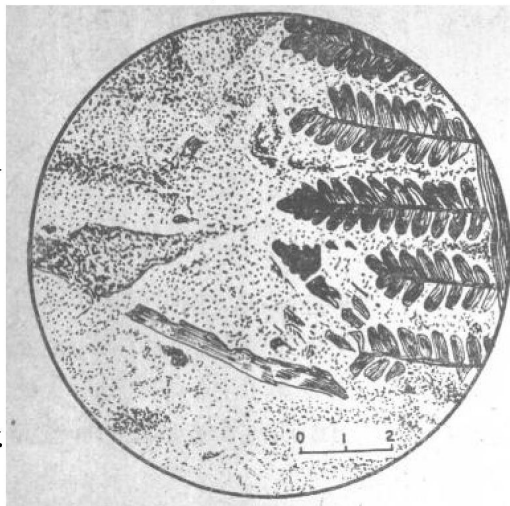


图 0—1 岩层的构成形象——滨海湖沼相
细砂岩中完好的植物化石 (Pecopteris)
(据北大地质系)

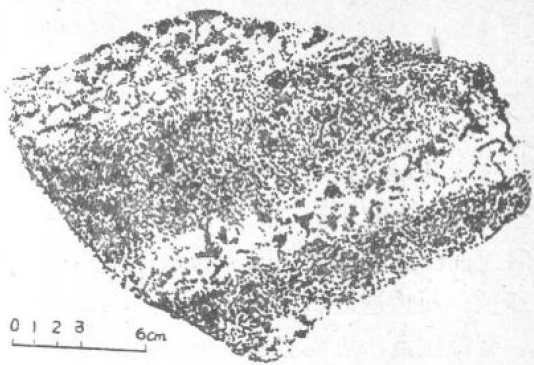


图 0—2 岩体的构成形象——侵入岩的条带状构造
(北京房山——据北大地质系)

岩层、岩体的变动踪迹，是指岩块或地块中的各种构造现象，即主要是由地壳运动而造成的各种构造现象(图 0—3, 图 0—4)；并且包括跟着构造现象而显现出来的岩石颗粒、岩块等的结合形态。

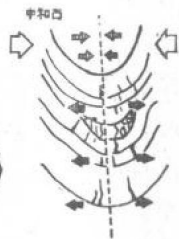
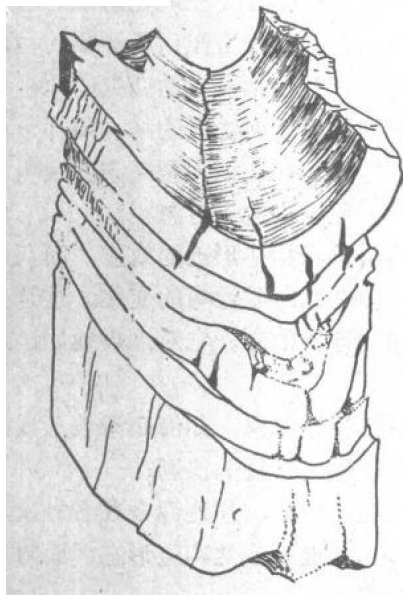


图 0—3a 广东潭源，薄层灰岩
中的小型向斜及平行向斜
轴的纵向张裂隙
(据兰淇锋、胡长霄)

* “关于地质构造的三重基本概念”《科学通报》1953 年第 11 期

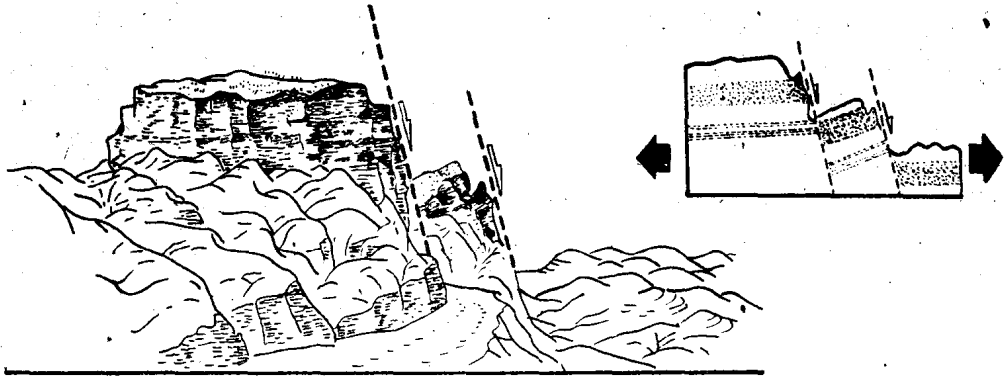


图 0—3b 广东仁化，岩层受水平张应力作用后，在重力影响下岩层沿张裂面下滑，形成阶梯状正断层
(据兰洪锋、胡长霄)

因此，结构要素包括了常说的原生构造和次生构造。它概括的范围比较广泛。

构造形迹——各种岩石在地壳运动的影响下，即在地应力作用下，形成各式各样的永久形变的形象，并且留下了相对位移的踪迹，这些形象和踪迹总括起来，都称为地质构造形迹，简称构造形迹。诸如褶皱、断裂、节理、片理、劈理、隆起、拗陷等等。所以，构造形迹是指次生构造，主要是指岩块或地块中的各种形变现象。

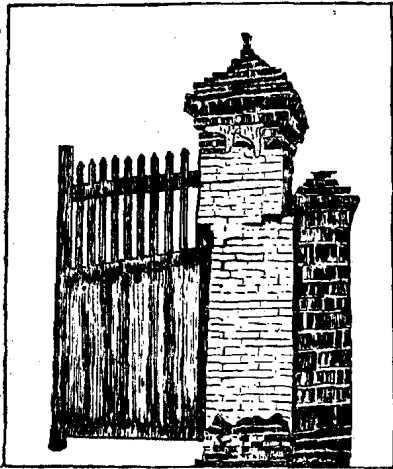


图 0—4 变动踪迹

1966年3月8日邢台发生6.8级地震之后隆尧千户营粮站大门砖柱发生顺时针扭动的迹象说明地壳运动留下的变动踪迹也反映在现代建筑物上
(据力鸣)

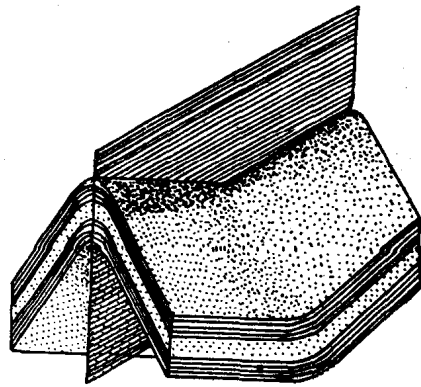


图 0—5 马鞍状背斜的轴面
(据F·J·特纳等)

结构面——为了描述和制图的方便，各种结构要素在三度空间的方位，用一个平面或曲面来表示，把这个面叫做结构面。例如，一个背斜构造（图0—5）仅用一个背斜轴面描述它的定向方位和某些特征等等。因此，在构造形迹中，为了方便起见广泛使用结构面来描述和概括更加复杂的构造现象。但这不等于结构面可以代替构造形迹这一概念，后者主要指构造现象。

对结构面以形态和成因两个侧面有两种不同的分类。

从形态出发，结构面可分为：

1. 分划性结构面——这一类主要包括各种构造破裂面，接触面等等（图 0—3b）；
2. 标志性结构面——这类仅有几何意义并无实体，如褶皱轴面等等（图 0—5）。

从成因出发，结构面又可分为：

1. 原生结构面——诸如岩层的层面、不整合面（图 0—6），间断面、侵入体的原生构造（图 0—2）等等。均为岩层或岩体在生成过程中所形成的界面。

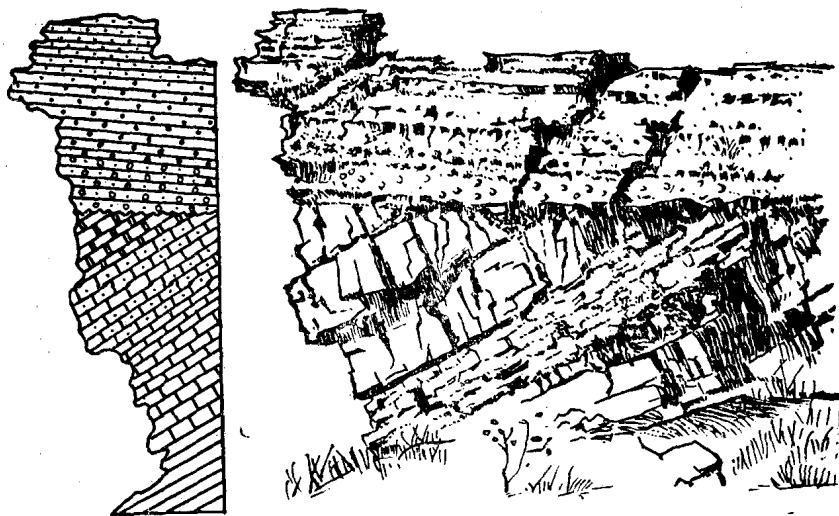


图 0—6 原生结构面——层面和不整合面
(据兰洪锋略改动)

2. 次生结构面——诸如断层面，节理面，劈理面，褶皱轴面等，凡受地应力作用后发生形变和相对位移所出现的一切几何的平面、曲面都属此类。因此，它又可称之为变形面。这类结构面是地质力学工作的重点和基础。由于它是受地应力作用之后产生的，所以对它要进一步进行力学分类。

三、《构造形迹》的研究任务

它的任务是鉴定地球上各个地区的岩石基盘的各种构成形象和变动踪迹，从而一方面确定地下矿藏分布情况和选定适合于大规模建筑的地基，而另一方面阐明作为自然界的一部分的地壳在它演变过程中的各个阶段所开展的运动。

比较而言，研究岩层、岩体的构成形象是次要任务，而研究变动踪迹是主要任务。诸如岩块或地块在地应力作用下而造成的各种伸缩、扭曲、破碎、转移等等现象，以及跟随这些现象而显现出来的岩石的颗粒、岩块、地块、矿体等的特殊结合形态，则是主要的中心任务。

四、《构造形迹》研究的一般方法

对构造形迹的研究，分为野外和室内两部分。

野外地质调查是构造形迹研究的最基本的方法。在进行具体的调查之前，阅读和分析前人工作成果，判读有关地质图，尤其是较仔细地分析缺资料地区的地形图，是必不可少的步骤。在有条件的地区对航空照片、卫星照片的使用更为必要。把所有这些分析结果，在进行调查前形成预测方案，制出予想的构造图件，之后有目的有重点地开展野外实地工作。

野外工作包括在工作区内按观测路线和观测点进行详细的构造现象观测，如实记录，绘制各种地质图件，对重要构造现象做素描并进行拍照。野外工作时在一定时期内要选择典型的地质点和地段，进行专门的更详细的观测和研究，以便深入地解决有关问题。在构造形迹的观测研究中，对面状和线状构造需要十分注意测量它们的产状。为此，要在准确、有比较有统计的基础上，尽量理出富有规律性的东西来。对确定岩相标志、岩层厚度变化的资料也应给予极大的注意；对构造岩、定向标本、岩组分析以及砾石、化石、鲕粒等变形变态的标本，在野外应很好搜集，以便打开微观世界，更深一步揭示地质规律。至于在重要的构造部位进行重点研究也非常重要。总之，在野外不论“大构造”或是“小构造”都要进行详尽的工作，力求不漏不偏，现场分析、比较、归纳说明问题，完成野外观测，确保室内资料充足有效。这样不难看出，野外工作是一项艰苦的精细的带有关键性的重要工作。

有些情况要进行地球物理测量，了解深部以及掩盖地区的构造状况，补充直接观测的不足，尤其是对储油气构造的研究更显得重要。

室内研究是野外工作的深入和补充，而偏重于整理、鉴定、分析和总结。为了更科学地论证和推理，还要辅以各种试验，特别是模拟试验。还要作岩石力学性质的分析和研究工作。岩组分析也在这个阶段作出结果。近年来，有人引用数理统计进行某些构造的研究，这说明构造形迹的研究方法是多种多样的。并且也在不断地应用着现代科学上的新理论，新方法。

随着科学技术日益发展，生产建设要求的不断提高，新理论和新方法经常被运用到地质科学中来，促进了地质科学的发展。不过对构造形迹的任何一种研究方法，最终目的之一是要为找矿勘探服务，即为社会主义的经济基础服务。任何一种研究方法，若离开辩证唯物主义的观点和原则去认识问题分析问题，永远不会得到正确的答案。

第一篇 岩层岩体的构成形象

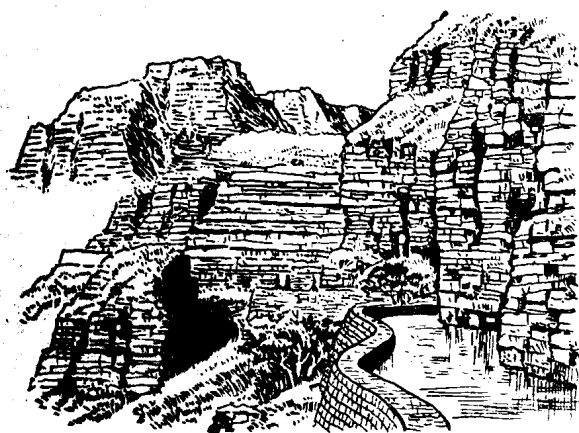


图 I—1 沉积岩的构成形象
河南省林县红旗渠处的沉积岩
(据石工)

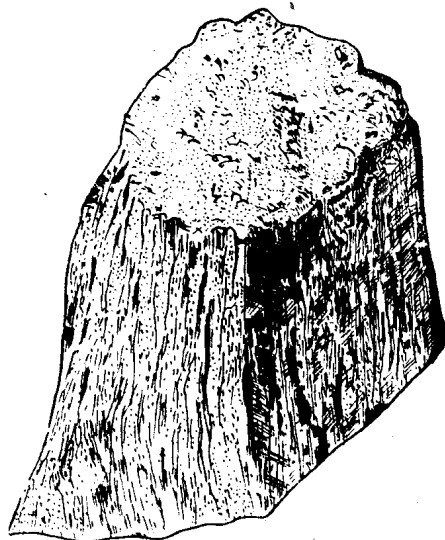


图 I—2 岩体的构成形象
(据 E·克劳斯)

第一章 沉积岩层的构成形象

本章提要——沉积岩的原生构造是地壳运动的产物之一。它的最典型最重要的原生形象就是成层性，以此可作为区别沉积岩层变动踪迹的“座标原点”。故，作为描绘成层特征的层面构造、单层厚度和层理构造；岩层组合形象以及水平岩层的特征是这章的要点。

地球的内部构造是呈不连续的层圈状。作为地球的外壳——地壳，其厚度在各处虽然并不相等，若按它的组成成分划分，层圈的特征依然存在。沉积岩层位于地壳最上层，平均厚约为0—15公里左右，占地壳面积的75%，成层性是它显著的特征。关于这些“层圈”、“层”、“层理”都是地球在运行过程中形成的原生构造。

解析几何研究空间形体要有一个三轴座标原点，构造地质学的“座标原点”就是各种原生构造——以此比较生成的原样，鉴别变动后的迹象。沉积岩层的构成形象就起这个作用。

第一节 沉积岩层的原生构造

一、沉积岩层的基本特征

1. 沉积岩层的生成

沉积岩层，外观上层层叠置（图 I—1、图 I—3），它是在沉积盆地长期相对沉降，松散堆积物、各种溶质及生物遗骸不断堆积，经过了复杂的物理化学作用和地质作用之后形成的。层状构造作为沉积和沉积环境的物质反应、构造背景的演变记录，在原生构造中是最主要的一种。

沉积岩层原生构造，系指沉积作用和一部分成岩——后生作用中造成的岩石宏观特征。它包括常见的层理构造、层面构造、页理构造、生物礁构造以及化学——生物化学作用有关的缝合线、溶洞、叠锥、结核和团块等。其中层理构造是所有沉积岩中最典型的最普遍的特征。沉积岩都有层面，而特有的层面构造就不一定到处都存在；其他的原生构造，因为受岩性、岩相和成岩条件的限制，出现的更少。

2. 层状构造的标志

沉积岩层状特征具有三项共同的标志，即：层面、单层厚度和层理构造。

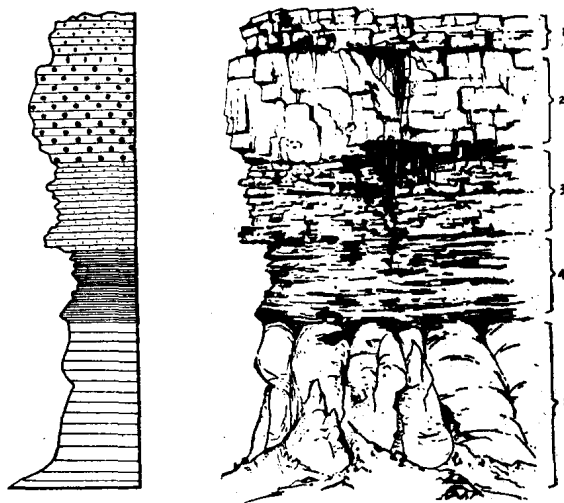


图 I—3 沉积岩层的组合形象

1—中层砂岩；2—厚层砂岩；3—薄层砂岩；4—页岩；5—泥岩
(据兰洪峰并改绘)

(1) 层面

层面有顶面（上层）和底面（下层）之分。在顶面可出现层面构造的实体，在底面多出现下伏岩层顶面的印模或印痕。凡是沉积岩层面普遍存在，而包含在层面之内的类型繁多的层面构造是特殊现象。如同广大范围分布有地层，而含化石层却少见一样。

因此，象找寻化石一样，注意在沉积岩层中找寻层面构造。常见的层面构造有波痕、泥裂和流痕（图 I—4）；其他层面构造如雨痕、冰雹痕、冲刷槽、生物活动遗迹以及各种形象印模和印痕等都比较少见。

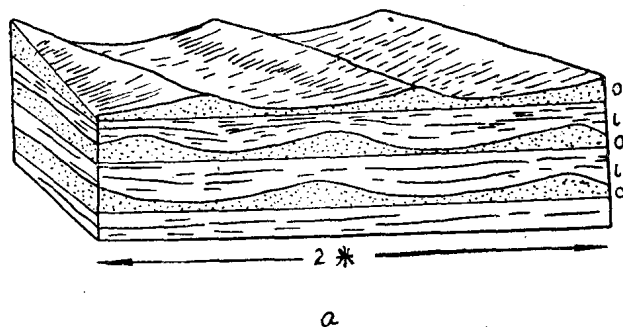


图 I—4a 波痕——复州湾前王泉屯下寒武系灰岩中的波痕
(据张瑞锡)

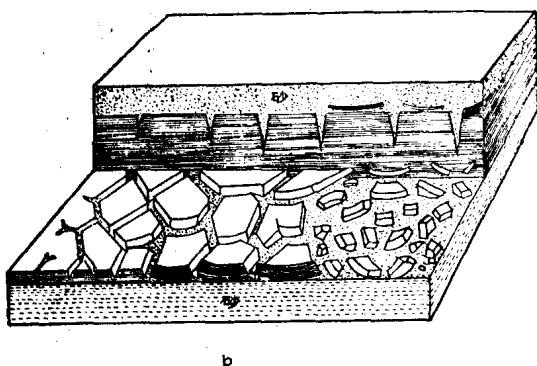


图 I—4b 泥裂
(据施罗克)

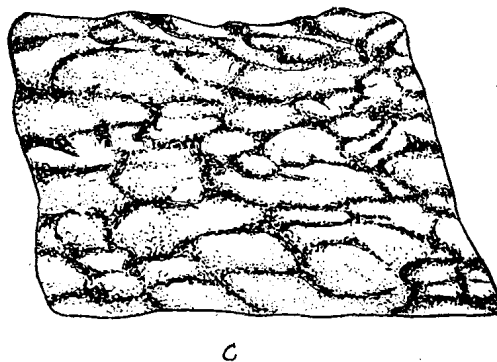


图 I—4c 流痕

绝大多数层面构造分布在上层面，这是它被利用的最富有意义的所在之一。根据层面原生构造形象的变异，用来识别各种构造变动、确定地层层序、层位的倒正和古水流向、古地理环境及古气候性质等。如图 I—4b、图 I—5 的方法。

(2) 岩层厚度

上下由层面分开的、特征大体一致的岩石平面单位，叫做岩层。上下层之间的垂直距离即为岩层厚度。每个岩层代表一种稳定的沉积环境和沉积作用系统，当这些条件改变时，即有新的岩层形成。

岩层的单层厚度是重要的原生构造标志。通常划分出块状、厚层状、中层状、薄层状等级别，这是带有定量意义的描述原生构造的一个重要方面。

单层厚度加大或变薄在褶皱形成机制研究中，具有很大作用；具有一定厚度的岩层稳

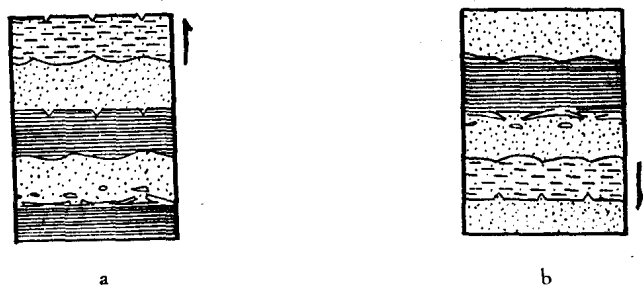


图 I—5 根据层面构造判断地层层序

a—正常层序；b—倒转层序

定分布或突然中断及尖灭等现象，对认识断裂变动和沉积古地理环境，也有很大意义（见第六章、第七章）。

（3）层理构造

层理构造，是一种岩石的层次现象，这种层次是在沉积作用进行时，由于物质成分的改变，或沉积条件的变化而形成的。所以，它属于岩层的内部构造。

沉积岩层具有层理构造，是一种普遍的现象；而某些类型的层理构造，分布上却比较稀少，这是特殊情况。若从形态上分析，把层理构造划分三种类型：

- ①水平层理（图 I—6）；
- ②波状层理（图 I—8）；
- ③斜层理或交错层理（图 I—7、图 I—8）。



图 I—6 湖成水平层理
(据北大地质系)

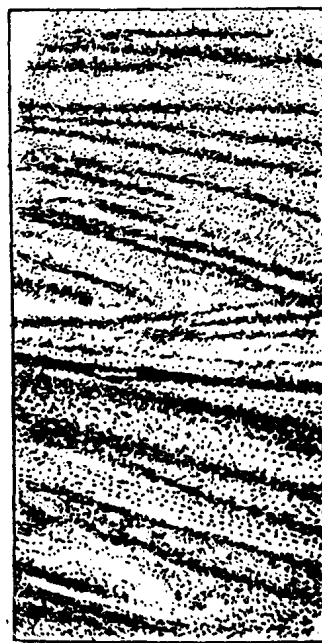


图 I—7 河床相中的单向斜层理
(据北大地质系)

认识层理构造包括认识层面特征在内，比较有效的方法是详细观察岩石的成分、结构、构造、颜色等特征和变化。沉积物成分的变化是产生层理最明显的原因之一，不大的

变化都可能产生清晰的层理。岩石颜色变化与成分变化很有关系。岩层结构上的变化很有区分的效果，使层理明晰。在它们发生有规律的变化之处，往往被一个界面隔开，界面就是层面或层理。



图 I—8 滨海波痕带中的波状交错层理
(据北大地质系)

水平层理分布普遍，平平展展的岩层层面，就体现出这种层理构造的特征；其次是波状层理；而斜层理、交错层理比较少见。

层理构造的规模大小很不一样，在一块标本上，一块岩蕊里，都能见到完整的斜层理；有些成因类型不同的斜层理规模却大得惊人，例如我国北票盆地中侏罗系沙漠相砂岩中，斜层理的一个小小层系，分布竟达几千平方米，层系界面在露头上，很难与岩层层面区分开来。因此，在构造分析中在利用层理的同时，对层理构造必须有沉积相分析的观点，以免造成偏差。

层理构造主要用来确定地层层序（图 I—9）、判断岩层倒正，分析褶皱构造。层面和层理构造是在变质岩区进行构造研究时，是一件关键性的工作。往往因为层面或层理确定不准确，地层厚度不但测错，层位弄颠倒，连构造也搞乱，酿成大错。在浅变质岩区，斜层理能保留的很好（图 I—10），就是在深变质岩区，有时也能找到变余的斜层理（图 I—11），这对构造和变质作用的研究颇有意义。

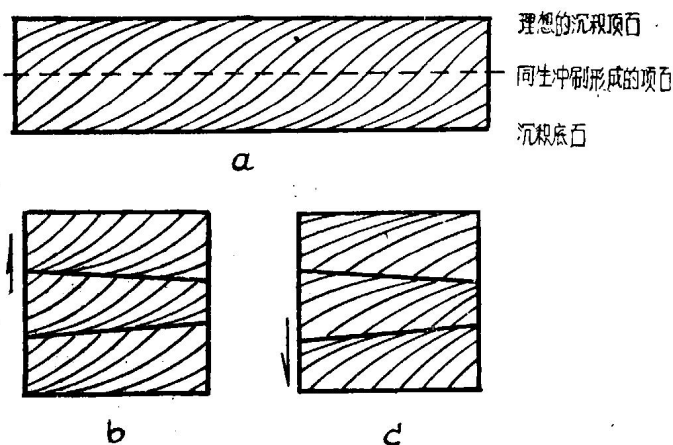


图 I—9 根据斜层理判断地层层序
a—斜层理形成过程解析；b—正常层序；c—倒转层序

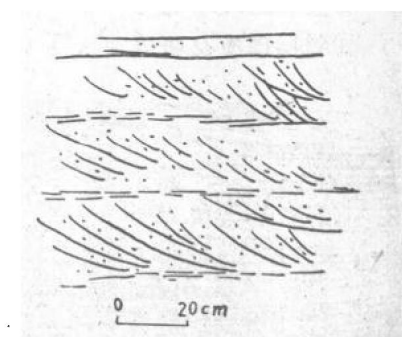


图 I—10 石英岩中变余斜层理
(据地勘系秦岭队)

在原生构造中，除层面单层厚度和层理构造之外，还有许多原生构造的形象，在认识构造变动规律时，只要有其出现，意义就很大。如像生物礁构造，它是特定条件下的原生构造。我国北方震旦亚界、下古生界，有大量的层礁出现——由层礁藻灰岩组成，藻体生长方向指向岩层顶面，对解决地层层序，层次倒正很准确（图 I—12）。

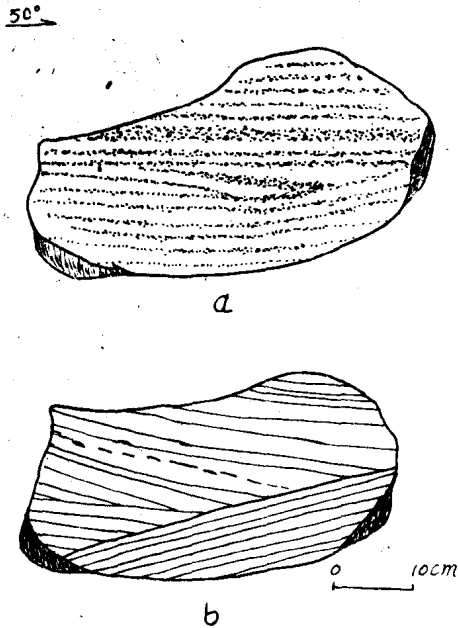


图 I-11 燕山宽城桦树沟东庄 535 高地混合岩化变粒岩中的交错层理
a—素描图；b—素描注释图

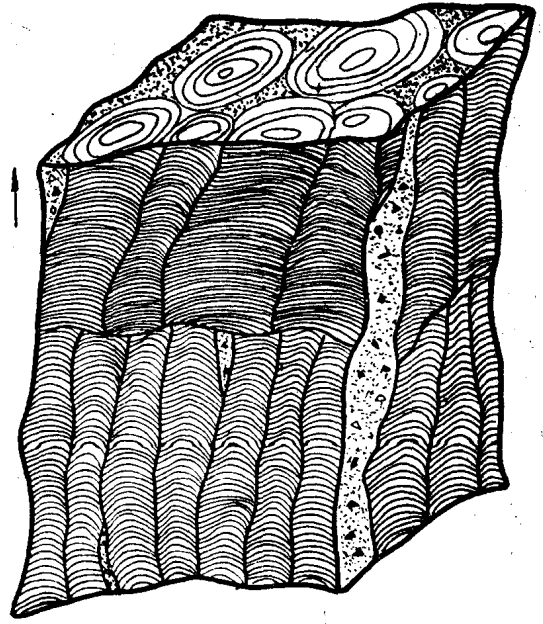


图 I-12 层礁藻灰岩
(据地勘系秦岭队)

二、沉积岩相的相序——原生形象的组合特征

沉积岩的原生构造特征，反映在组合的沉积岩层中，无论在其横向上（空间上）或是纵向上（时间上），都是分明的。这点已经早被沉积相的研究所证实。无疑，深刻地分析沉积相，尤其是分析沉积相序关系，对于认识构造形迹，将是一个有效的方法。

例如，陆棚浅海中沉积岩层组合的形成，假定在一定时期内，陆缘区表现为下降趋势，浅海盆地或海面表现出上升，海水便沿一定方向，向陆缘区侵没——海侵（图 I-13 a）。由大陆到陆棚浅海，在同一个时期内形成了砾岩——砂岩——页岩——灰岩等不同岩性的横向序列。对应的相序列是滨海相——浅海波浪带——浅海相（波浪带之下）。若海侵随时间持续进行，沉积物分布面积不断扩大。在纵向上，上述相序列向陆缘方向迁移，岩层间出现超覆现象（图 I-13a）。纵向上的序列关系，同时可以在横向上找到（图 I-14），相序列变化是连续的。岩性成分和构造方面，在纵向（剖面）上，由下而上岩石粒度出现由粗变细的韵律。由砂岩→灰岩一套沉积岩层组合的有规律变化；岩性界面 (l_1l_1 、 l_2l_2) 和等时面 (T_1T_1 、 T_2T_2) 的关系如图 I-13 a 所示。

还假设，同样的沉积环境，海陆的地壳运动方式没有变，仅方向调换即大陆上升，海盆或海水面相对下降，海水沿某一定方向从大陆退出——海退（图 I-13 b）。由大陆到陆棚浅海，横向上在同一个时期内，形成了砾岩—砂岩—页岩—灰岩等不同岩性的横向序列。而相应的相序列变了，变成河流相—沼泽泻湖海湾相—沙丘滨海相、波浪带—滨前和波浪带之下的沉积相。若海退时间持续进行，沉积物分布面积逐渐变狭窄。在纵向上，上述相序列向海盆方向迁移，岩层间出现退伏现象（图 I-13 b）。相序列变化是连续的。岩性成分和结构在纵剖面上反映出：由下而上，岩石粒度出现由细变粗的韵律，即由灰岩→砂砾