

中等专业学校教材

构造地质学

孙超 杨名义 谢炬 编



地质出版社

中等专业学校教材

构造地质学

孙超 杨名义 谢炬 编

地质出版社

内 容 提 要

本书是根据地质矿产部1983年1月制定的中等地质学校《构造地质学》教学大纲编写的。全书包括沉积岩的原始产状和构造；各种常见构造的分类、描述和研究方法；地质构造分析的力学基础；岩浆岩和变质岩区构造等内容。并附有极射赤平投影在构造地质中的应用、实习教材和构造地质作业图选等。内容比较丰富，图文并重，内容简要。

本书是中等地质学校地质类专业的通用教材，也可供地质技术人员参考。

× × ×

本书正文由邓刚盛、余俊成主审；作业图选由傅家训、赵隆兴主审。1984年4月中旬，由地质矿产部中等专业学校第一教材编审委员会委托召开的审稿会审议通过，同意作为中等专业学校教材出版。

中等专业学校教材

构造地质学

孙超 杨名义 谢炬 编

责任编辑：余俊成

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：787×1092¹/₁₆印张：18¹/₂字数：428,000

1985年5月北京第一版·1985年5月北京第一次印刷

印数：1—14,685册 定价：4.95元

统一书号：13038·教198（附图一袋）

前 言

构造地质学是地质科学中一门基础性学科，是地质专业的一门专业基础课。本书是中等地质专业学校（四年制）的地质调查及找矿、水文地质及工程地质专业的通用教材。

本书是根据地质矿产部教育司1982年12月制订的中等地质专业学校（四年制）教学计划和1983年1月地质矿产部属中等专业学校地质类第一教材编审委员会制订的《构造地质学》教学大纲编写的。

1983年11月编委会在广州召开的编审会议上，由广州地质学校邓刚盛、郑州地质学校余俊成、赣州地质学校赵隆兴等对初稿进行了审议。与会同志逐章、节的认真审查并提出许多宝贵意见和建议。编者认真听取和考虑了这些意见并作了修改。1984年4月初邓刚盛、余俊成和付家训、赵隆兴分别对本教材修改稿和构造地质作业图选进行了详细审阅。1984年4月中旬，编委会委托邓刚盛、余俊成、李泰来、傅家训、赵隆兴等同志进行集体评议。经讨论一致同意交付出版。

本书在内容上侧重于讲述中、小型地质构造，包括构造的形态特征、分类、形成的基本原因、观察描述的基本方法等，与原1979年出版的《构造地质学及地质力学》试用教材比较，在内容和结构上作了较大幅度的改动、对内容也进行了适当的更新和增减。

极射赤平投影在现代构造地质学的研究中应用日渐广泛和重要，中等地质技术人员应予掌握。本书将其基本内容编于附录中，供教学选用和学生自学参改。

为加强实践性教学环节，提高学生的读图、作图能力，巩固和加深课堂教学效果，结合教材的有关章节，编写了实习教材（附录2）和构造地质作业图选等附件。

本书的绪论、第二章、第五章、第六章、第八章及其实习教材由昆明地质学校杨名义编写。第一章、第三章、第四章、第七章、第九章及其实习教材由长春地质学校孙超编写。构造地质作业图选由长春地质学校谢炬编写和清绘。书中插图和实习用图由长春地质学校苏凤琴和昆明地质学校白建中清绘。

限于编者的水平，对书中的错误和不当之处敬请使用本书的同志和读者批评、指正。

编 者

1984年6月

目 录

绪 论	1
一、构造地质学研究的内容	1
二、构造地质学在社会主义现代化建设中的作用	1
第一章 岩层的成层构造	3
第一节 成层构造	3
一、岩层和地层	3
二、层理	3
三、成层岩层的原生构造和层序的确定	5
第二节 岩层的接触关系	9
一、岩层接触关系的类型	9
二、岩层接触关系的观察和研究	11
第二章 岩层的产状、厚度及露头形态	15
第一节 岩层的产状	15
一、岩层的产状	15
二、岩层的产状要素	16
三、岩层产状要素的表示方法	20
第二节 水平岩层	20
一、水平岩层的露头形态	20
二、水平岩层的露头宽度和岩层厚度	21
第三节 倾斜岩层	22
一、倾斜岩层的露头形态	22
二、倾斜岩层的露头宽度	24
三、倾斜岩层产状要素和厚度的测定	25
第四节 直立岩层	33
一、直立岩层的露头形态	33
二、直立岩层的露头宽度及厚度	33
第三章 地质构造分析的力学基础	34
第一节 应力的概念	34
一、应力	34
二、应力分析	35
三、应力状态	36
第二节 变形的概念	37
一、变形的概念	37
二、变形的方式	38
三、变形的阶段	39
四、岩石的破裂方式	43
第三节 应变椭球体的概念	45

一、应变椭球体的概念	45
二、应变椭球体的特点	45
三、应变椭球体的类型	46
四、应变椭球体的应用	46
第四节 影响岩石力学性质及岩石变形的因素	48
一、围压	49
二、温度	49
三、溶液	50
四、时间	50
五、应力状态	52
第四章 褶皱	53
第一节 褶皱的基本概念	53
一、一般概念	53
二、褶皱的基本单位和形式	53
三、褶曲的要素	54
第二节 褶曲的分类	55
一、褶曲的产状分类	55
二、褶曲的形态分类	59
三、褶曲组合形式的类型	65
第三节 表示褶皱的图件	68
一、褶皱的平面图	68
二、褶皱的剖面图	69
三、构造等值线图	70
第四节 褶皱的成因分析	71
一、形成褶皱的力的作用方式	71
二、褶皱作用的类型	73
三、岩层的成层性和岩层厚度在褶皱形成中的作用	75
四、岩层的力学性质对褶皱形成的影响	77
第五节 褶皱的观察和研究	79
一、如何确定褶皱的存在	79
二、褶皱内部小构造的观察和研究	79
三、残破褶皱的恢复	82
四、褶皱形成相对时期的确定	87
五、褶皱与矿产关系	88
第五章 节理	93
第一节 节理及分类	93
一、概述	93
二、节理分类	94
第二节 节理的分期和配套	101
一、节理的分期	101
二、节理的配套	101
第三节 节理的观察和研究	103

一、研究节理的意义	103
二、节理观察研究的内容及节理图的编制	103
第六章 断层	108
第一节 断层的概念	108
一、一般概念	108
二、断层要素	109
第二节 断层的分类	111
一、根据断层两盘相对位移的分类	111
二、根据断层走向与岩层产状关系的分类	113
三、根据断层走向与区域构造线的关系分类	113
四、断层组合形态分类	113
第三节 断层成因分析	117
一、正断层	117
二、逆断层	118
三、平推断层	120
第四节 断层的观察和研究	122
一、断层标志	122
二、断层类型的确定	129
三、断层形成相对时期和多次活动的确定依据	132
四、研究断层构造的实际意义	135
第七章 劈理和线理	140
第一节 劈理	140
一、劈理及其基本类型和特征	140
二、劈理与其他构造的关系	142
三、劈理的研究和应用	147
第二节 线理	150
一、线理的概念	150
二、线理的类型	151
三、研究线理的意义及线理的观测	158
第八章 岩浆岩区构造	160
第一节 概述	160
一、岩浆岩的产状	160
二、岩浆岩岩相的划分	161
三、侵入岩体与围岩接触关系	163
第二节 侵入岩体的构造研究	164
一、侵入岩的构造	164
二、侵入岩体的形态恢复及剥蚀程度、侵入深度的研究	167
三、侵入岩体形成的时代和形成次序的确定	170
第三节 火山岩的构造	171
一、火山岩的原生构造	171
二、火山机构	172
三、喷发时代的确定	176

第九章 变质岩区构造	177
第一节 变质岩区的构造特征和研究意义	177
一、变质岩区地质构造特征	177
二、变质岩区构造研究的意义	178
第二节 变质岩区的构造研究	179
一、识别原岩的层理	180
二、恢复原岩的正常层序	180
三、构造的置换及其识别	182
四、构造的叠加及其识别	186
五、变质岩区区域构造形态特征	190
六、变质岩区断裂的特征	195
主要参考书	200
附录: 极射赤平投影在构造地质学中的应用	202
第一节 赤平投影的基本概念	202
一、赤平投影的基本概念	202
二、各种产状直线和平面的赤平投影	203
第二节 赤平投影网及其用法	206
一、吴氏网的成图原理	206
二、吴氏网的使用方法	208
第三节 极射赤平投影在构造地质学中应用举例	211
一、真、假倾角的换算及求岩层的厚度	211
二、确定褶曲枢纽和轴面产状	217
三、断裂构造的赤平投影和应力分析	226
四、岩浆岩原生构造的赤平投影	235
五、求褶皱前节理的产状或角度不整合面上地层沉积时下伏地层的产状	240

构造地质学实习教材

实习一 根据原始资料编制水平岩层地质图,并在地质图上切制地质剖面图	247
实习二 在地形地质图上求岩层的产状要素并切绘地质剖面图	250
实习三 用三点法求岩层产状要素并根据已知条件求岩层埋藏深度	252
实习四 根据原始资料编制单斜岩层地质图	254
实习五 读褶皱地质图并编制剖面图	256
实习六 读褶皱地质图并切制剖面图	260
实习七 分析褶皱区地质图并编写褶皱构造发展史	263
实习八 根据原始资料编制构造等值线图	265
实习九 节理测量结果的整理及编制节理走向玫瑰花图	268
实习十 编制节理极点图和等密图	270
实习十一 读断层地质图并确定断层类型	273
实习十二 在断层地质图上确定断距及断层形成时期	274
实习十三 分析断层发育地区的地质图、切制剖面图并写出地质构造发展简史	275

实习十四	读岩浆岩区地质图并切制剖面图	227
实习十五	地质图的综合分析及编制构造纲要图	278
I、三角函数表		282
II、各种常见的岩石花纹图例		283
III、各种地质符号		286

附图及参考图选目录（见附件）

附图1	芹峪地区地形图
附图2	刘家坪地区地形地质图
附图3	鲁家峪地质图
附图4	团山矿区图
附图5	曲溪地形图
附图6	唐柳峪地区地形地质图
附图7	迷莺谷地区地形地质图
附图8	洪泉镇地区地质图
附图9	川江地区地形图
附图10	石道涧地质图
附图11	赵墅园地质图
附图12	红旗镇地质图
附图13	高庄地质图
附图14	彩云岭地质图
附图15	杨泉地区地质图
附图16	极射等面积投影网
附图17	极点统计等积方格网
附图18	吴氏网

1. 山峪地区地形图
2. 二顶山地质图
3. 马鞍山地形图
4. 凉水河地形图
5. 唐家地形图
6. 长溪地形图
7. 平岗地质图、青峰地质图
8. 二沟子地质图、碧海岗地质图
9. 红松屯地质图
10. 三岔子地质图
11. 川云涧地形图
12. 玉泉地区地质图
13. 松杉岭地质图
14. 九曲河地质图
15. 河湾镇地质图

绪 论

一、构造地质学研究的内容

构造地质学是研究地壳(或岩石圈)地质构造的学科。所谓地质构造,是指在地壳发展过程中,地壳岩石在动力地质作用下发生的各种变形,包括褶皱、断层、劈理及其它面状、线状等构造现象。构造地质学除研究各种地质构造的形成原因、形态特征、组合方式、分布规律、形成时期和形成的地质条件外,同时还要研究各种构造形态的描述、制图及其表示方法,并研究它们与矿产地质、水文地质、工程地质、地热及地震地质等的相互关系,从而为有关地质科学研究和生产实践服务。

地质构造虽然能由各种动力地质作用形成,但就其发育的广度、深度和意义来说,内动力地质作用形成的地质构造占主导地位,它是构造地质学研究的主要对象。

地质构造可以从各种不同的角度和尺度去进行研究,因而有许多不同分科。如侧重于研究地壳较大区域内的大地构造特征及其发展规律,则属于区域大地构造学范畴;如研究全球范围内地壳组成、地壳构造、地壳运动及其发展规律的学科,则属于全球构造学的范畴。构造地质学主要侧重于研究中、小型地质构造,它为大地构造学及后继的其它地质专业课程(如矿床学、找矿勘探地质学、水文地质及工程地质等)打基础。所以,构造地质学是学习地质科学的一门基础性课程。

二、构造地质学在社会主义现代化建设中的作用

构造地质学在社会主义建设中的作用是多方面的。

首先必须指出,为进行社会主义建设需要足够的矿产资源,而地壳中许多矿产的形成、分布和富集是受一定地质构造条件所控制的。例如,石油和天然气常分布在封闭的穹窿、背斜和某些断裂带附近;很多内生金属与非金属矿产与断裂构造有关;矿产形成以后,又常受到后期构造作用的改造和破坏等等。因而只有正确地了解区域和矿区的地质构造特征及其发育历史,才能科学地指导普查找矿和正确地进行矿产评价。

矿产的开采,地表、地下工程建筑的设计和施工等,都必须查清影响施工安全和工程稳固的水文、工程地质条件,否则将会发生不堪设想的后果。这些条件都直接或间接地受到地质构造条件的控制。如断裂破碎带常夹有挤压破碎物质,形成了一个强度低、压缩性大的软弱带,建筑在它上面的工程或建筑物,常会因地面发生沉陷而造成工程、建筑物的破裂、倾斜或毁坏;在其上面建设水库,则可能会造成漏水;在地下施工中遇到它,则会造成涌水、坍塌等,给施工造成巨大困难和损失。因此,查明地质构造的特征和分布规律,是评价水文地质、工程地质条件的一个重要因素。

地震是现代构造运动的表现形式之一,破坏性地震给国家和人民的生命、财产带来巨大的损失。绝大多数地震与地质构造密切相关。地震多发生在现代构造运动强烈的地段,特别是复杂的断裂带、不同方向构造的交接地带等。因此,搞清区域地质构造的发育特征及其近代的活动规律,对地震地质研究和地震预报等都是非常重要的。

地球内部是个巨大的热库,地热在地表的逸散和聚集与地质构造关系密切,绝大多

数地热异常、现代火山活动和岩浆活动等与现代的断裂活动有关。在良好的地质构造和人文地质条件下，能够富集成具有巨大经济价值的地热田。查清与其有关的地质构造，对地热的寻找、开发和利用是至为重要的条件。

构造地质学与社会主义现代化建设的关系是极为密切的。当然，在完成这些工作中，必须与其它有关学科，如矿床学、岩石学、地层学、地貌学等紧密配合，才能发挥应有的作用。

第一章 岩层的成层构造

第一节 成层构造

成层构造是地壳表层形成的层状沉积岩层的一种重要表现特征。由于它们是在沉积作用下，一层叠一层地堆积起来的，因此在成岩以后，呈现明显由平行界面局限的，并相互重叠的层状构造。在有大量火山活动的地区，喷发岩也常具有成层构造。在沉积岩的形成过程中，伴有火山喷发物质的堆积层，它们也可以和沉积岩一起相间成层，构成成层构造。现将成层构造的一些问题，简要介绍如下。

一、岩层和地层

岩层是指由两个平行或近于平行界面所限制，由某种岩石所组成的地质体。其上、下界面叫层面，上层叫顶面，下层叫底面。

岩层的形成过程是内动力地质作用（主要是地壳运动）和外动力地质作用的相互影响、制约的过程。例如，处于地壳逐渐下降过程中的一个接受沉积的拗陷盆地，在其边缘堆积了砾石，向盆地内部逐渐过渡为砂、泥质物质等，在更远的地方为较稳定的化学沉积。成岩后就形成了砾岩、砂岩、页岩、泥灰岩和石灰岩（图1-1（a））等。如果地壳继续下

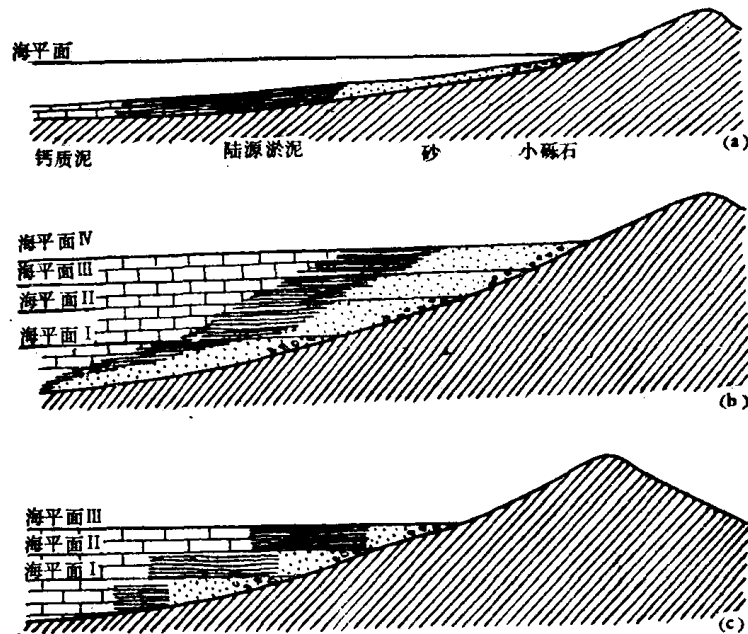


图 1-1 岩层及层理的形成

（据Г.Д.阿日吉列）

- (a) 一沉积盆地中陆源沉积物与海岸线的分布关系；
- (b) 当沉积盆地呈缓慢下降时，各岩层间物质成分的渐变关系；
- (c) 当沉积盆地迅速下降时，各岩层间物质成分的突变关系

降, 沉积区不断扩大, 沉积环境发生变化, 在原砾石层上面又沉积了砂层, 在原砂层的位置又沉积了细砂和粘土等, 因而在水平和垂直方向均呈现出逐渐过渡的关系(图1-1(b))。有时因地壳沉降速度有明显的变化, 造成沉积环境明显的改变, 从而使上、下两套沉积物在物质成分、结构、构造和颜色等方面具有明显的差异(图1-1(c))。这种具有相互成层叠置并有较明显差异的地质体, 在构造上的基本特征是成层构造。

任何一套岩层都是地质历史时期在一定的空间、时间和自然环境下形成的, 所以在生产实践中对某地区在某一地质时代形成的一个或一套甚至几套岩层, 叫做地层。

二、层理

(一) 层理的概念

一套岩层被许多层面所分割, 以及由于物质成分、结构、构造、颜色的不同所呈现的交替变化, 而在垂直岩层层面上显现出一层层差异的现象叫层理。层理是沉积岩的基本构造特征, 它是在岩层形成过程中形成的。根据层理, 不仅能说明沉积岩中有不同岩层的存在, 而且是识别沉积岩形成时的沉积环境的重要标志之一。

在观察、研究地质构造的实践中, 识别层理是最基础的工作。因为观测地质构造首先就要搞清岩层的层序和它们的空间方位, 进行层面产状的测量。在很多情况下, 只有找出层理, 才能正确确定层面的产状。根据层理的特征, 搞清岩层的顺序(即分清层位的正、倒), 进而才能正确地查明该地区的地质构造。

(二) 层理的识别

在层理发育的岩层中, 层理并不难识别。但在裂隙发育的厚层岩层中, 平行展布的裂隙常被混淆为层理, 尤其在受到浅变质的层状岩层中, 新产生的面状构造(或称面理, 见第七章), 也常被误认为层理。这些新生的面状构造和原生层理交织在一起, 很难分辨, 因此, 在野外地质工作中, 辨别原生层理对搞清岩层层序和查明地质构造是极为重要的。

层理的识别标志如下:

1. 根据岩层成分和结构的变化可以帮助识别原生层理。例如, 在沿某一方向上岩石的成分发生变化, 出现相间成层, 与其相垂直的方向就是层理的延伸方向。如发现粗细颗粒相间成层; 云母片呈面状排列分布; 扁平的砾石或扁平的原生结核成带状排列等, 都可用作为识别层理的标志。

2. 在岩性均一的岩层中, 如有特殊岩性的夹层, 如砂岩中有砾岩的夹层, 灰岩中有页岩的夹层等, 均可做为判断层理的标志。

3. 在层理隐蔽的岩层中, 如看到一层或几层颜色略有不同的条带或夹层, 也可做为确定层理的标志。

4. 在节理发育的岩层中, 层理常被节理所混淆。当两者不易分辨时, 可对某一个分界面加以追索, 如该面并不平直而光滑, 且延续较远时, 则可能是层理; 否则, 则可能是节理(图1-2)。

5. 在火山岩中如果有沉积岩夹层, 尤其是具有特殊的颜色、结构或含有化石的沉积岩夹层, 是识别火山岩层理的良好标志。

6. 沉积岩或喷发岩中的原生构造或生物生长、活动的遗迹等, 能借以确定层面的位置, 确定了层面的同时也确定了层理。

有时在岩层的风化面上比未受风化的新鲜面更易于识别层理。因为它们在成分、结构上的微细差异，经风化后，显现的更清楚（图1-3）。但也有些需要劈开岩石的新鲜面才能发现层理。

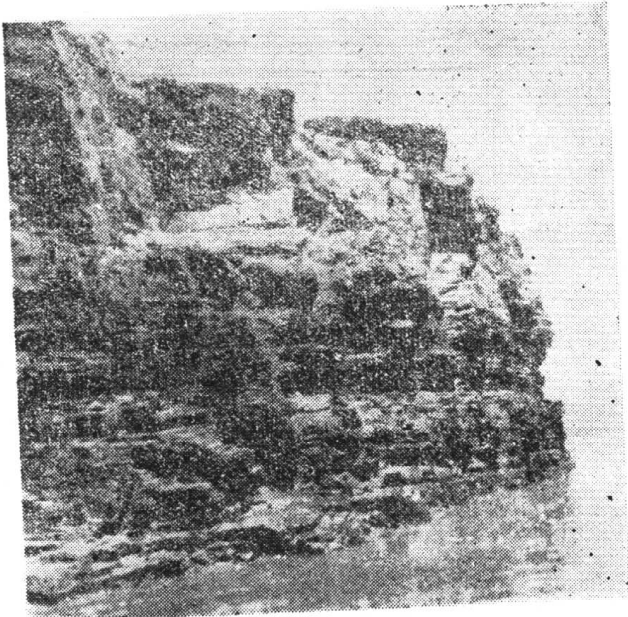


图 1-2 奥陶系灰岩中发育的层理，岩层的产状水平。和层理大致呈直交并切割层理的是节理
(辽宁，复县)

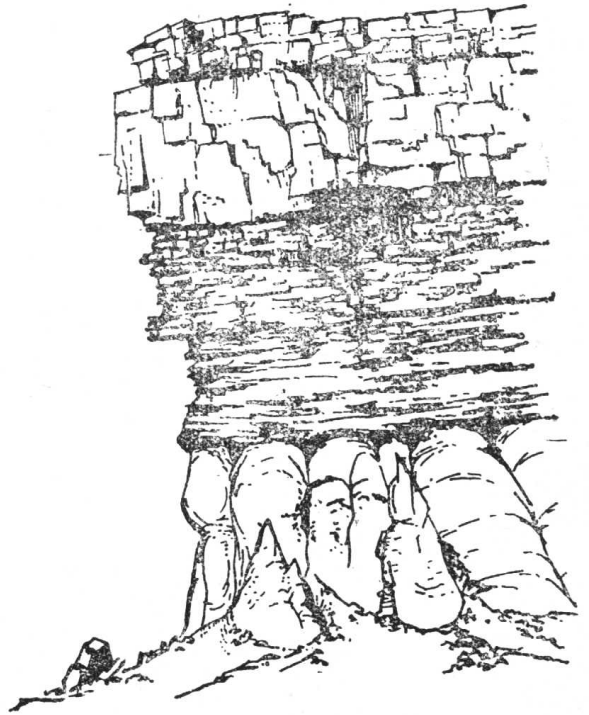


图 1-3 层理特征和岩性厚度的关系
(据蓝洪锋)

岩性和厚度不同，呈现的层理特征也不同，素描图中自上而下为中厚层砂岩、厚层砂岩、薄层砂岩、页岩、泥岩。泥岩的层理特征不明显，厚层状的砂岩层理也显示的不清楚

三、成层岩层的原生构造和层序的确定

(一) 波痕及其印模

波痕形成于松散沉积物，特别是砂的表面，有水成的和风成的。水成波痕又有振荡和流动波痕两种。振荡波痕的形态特点是由尖棱的波峰和圆弧形的波谷所组成，所以又叫对称波痕。保存在地层中的对称波痕或它的外模都可以用来确定地层层序。正常层序中的振荡波痕，其尖锐的波峰总是指向新地层或上层位，圆滑的波谷总是指向老地层或下层位（图1-4）。

从形态上看，风成的或流水形成的波痕不易用来确定地层层序，因为它们的形态不对称，需要考虑多方面的因素。

(二) 雨痕、雹痕及其印模

雨痕和雹痕是稀疏的雨滴或冰雹落在湿润的尚未完全固结的泥质或粉砂质沉积物上，冲打成圆形或椭圆形凹坑，再被上覆沉积物填充掩埋而保存下来的痕迹。在上覆层的底面形成圆形或椭圆形的瘤状突起的印模，在下伏层的顶面形成凹坑，据此可以鉴别地层的顶、底面（图1-5）。雹痕的凹坑比雨痕大而深。

(三) 泥裂及其印模

泥裂是细粒的软泥或粉砂沉积物在尚未固结之前露出水面，经暴晒而干裂，形成上宽

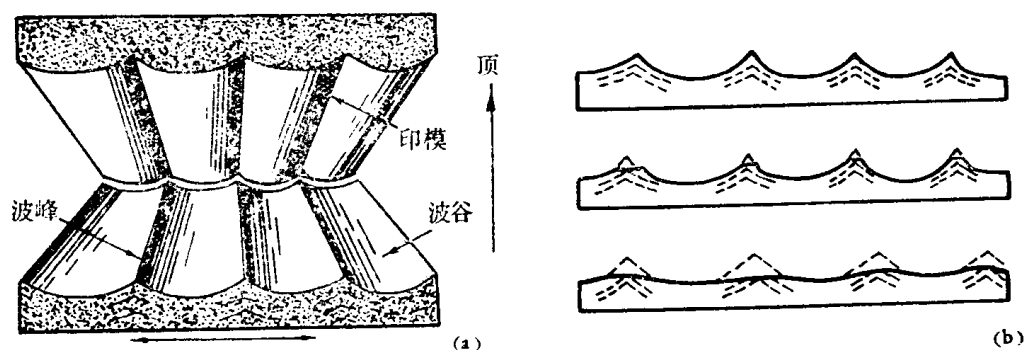


图 1-4 对称性振荡波痕及印模

(据Г.Д.阿日吉列)

(a)一竖直的箭头指向顶面，水平箭头指层面的延伸方向；(b)一是波峰逐渐被侵蚀的情况，如能保存其内部构造，亦可做为鉴定层位的依据

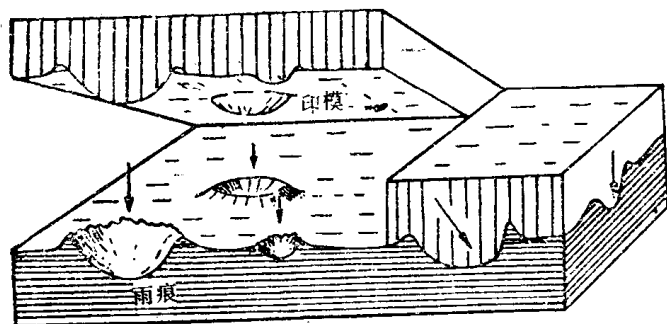


图 1-5 雨痕及其印模的立体示意图

(据P.施罗克①)

图中的小箭头指雨痕或冰雹的下落方向。旁侧的大箭头指层位的顶、底

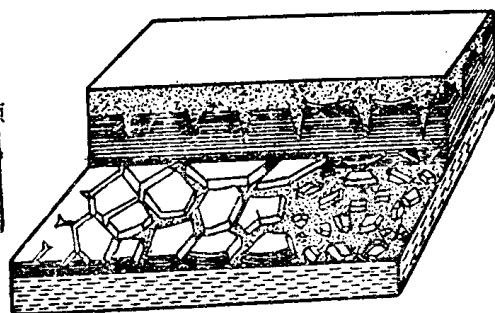


图 1-6 泥裂及其印模的立体示意图

(据P.施罗克①)

旁侧的箭头指向上层位

下窄的楔形空间，再被上覆的沉积物充填，形成泥裂及其印模。根据泥裂的形态，宽阔的一端总是指向上层面，据此可以用来判别层位的倒正（图1-6）。

(四) 交错层理

交错层理属斜层理。它夹在主层理中并与其相交一角度。用来确定层位关系的一种斜层理是与顶部主层理呈角度相交且层纹间距较宽，其底部则收敛变缓并与底部主层理相切（图1-7 (a)、图1-8）。这是三角洲、沙洲等边缘沉积环境形成的，可以用来判别顶、底的位置和层位的倒正（图1-7 (c)、(d)、(e)）。河流，尤其是洪流等沉积形成的斜层理，很少具有上述特点（图1-7 (b)），不能用来判别层位的倒正。

(五) 粒级层理

在碎屑岩中，常可看到某一岩层的许多小层，具有从底到顶，颗粒由粗逐渐变细的层状结构特征，叫粒级层理或递变层理。在地壳微弱振荡运动的作用下，某一岩层沉积后，其顶面常可受到冲刷，而后来沉积的上覆层可再次出现递变的粒级层理。

①引自武汉地质学院等四院校合编《构造地质学》，下同

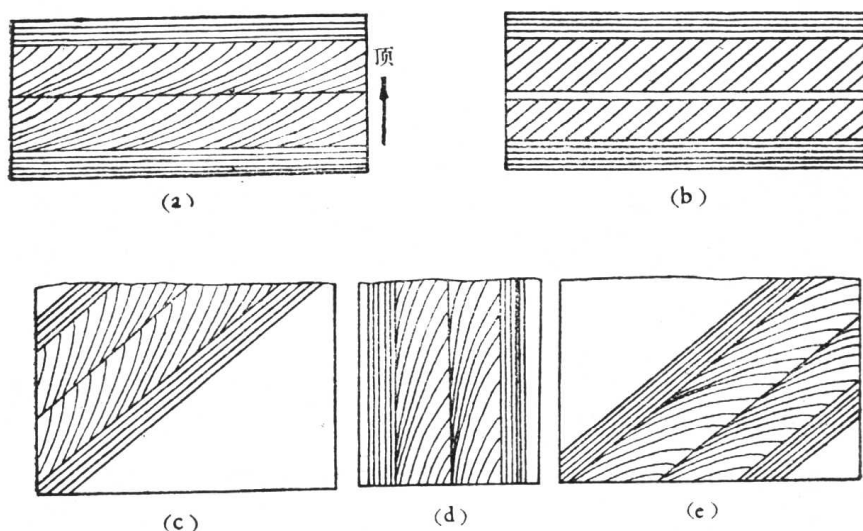


图 1-7 交错层理的类型及利用交错层理确定层位的倒正

(据 M.P. 毕令斯)

(a) — 正常层位的交错层理 (b) — 洪流形成的交错层理; (c) — 岩层产状是倾斜的, 但层位正常; (d) — 岩层产状直立, 上层面在右; (e) — 岩层产状倾斜, 但层位倒转

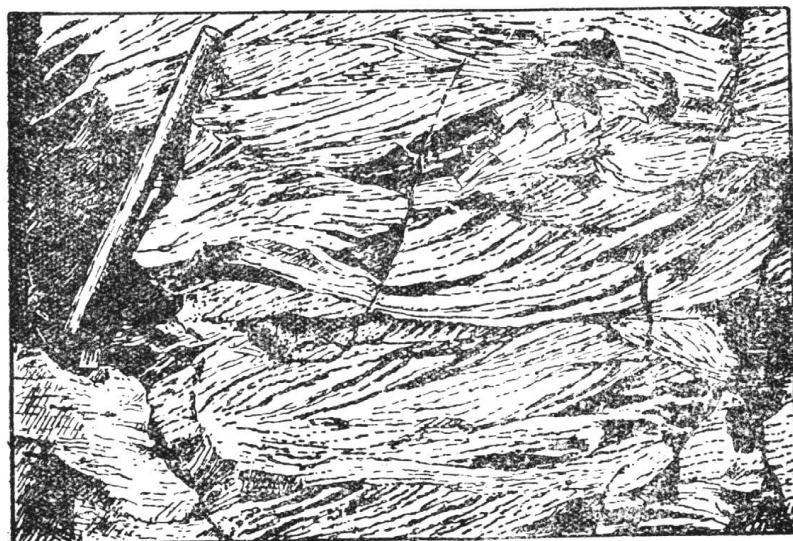


图 1-8 河南嵩山元古界石英岩中交错层理的素描图

(据《野外地质素描》)

锤柄指向上层面

粒级层理是确定层序的标志之一。在粒级层理中碎屑颗粒由粗变细, 尤其是有冲刷面相间隔的由粗到细的变化, 说明是正常层序 (图1-9)。

(六) 古生物化石生长状态和保存状况

埋藏在沉积物中的动、植物遗体其生长状态可以被保存下来。如珊瑚, 特别是群体珊瑚等底栖生物, 若它们在原来生长位置被掩埋, 它们的根部总是指向岩层的底面。再如由藻类生物形成的叠层石, 其内部的穹状纹层和向上生长的分枝总是指向岩层的顶面 (图1-10)。

介壳类化石的位态亦可做为判定层序的参考依据。如图1-11, 介壳类生物死后, 其外壳脱落, 如果其凸侧朝下, 则总是处于不稳定状态, 在水流作用下, 易于滚动、翻转。当

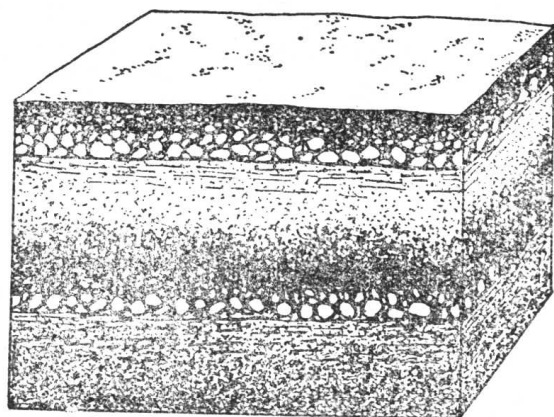


图 1-9 碎屑颗粒由粗到细的递变结构和冲刷面或侵蚀面构成的粒级层理的示意图

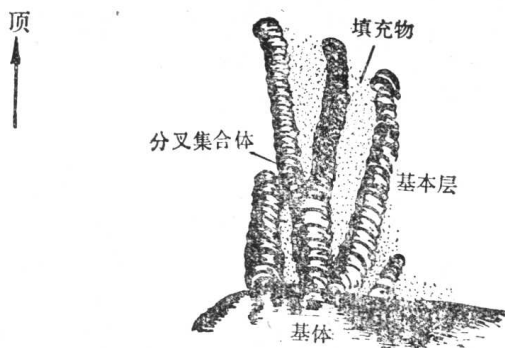


图 1-10 叠层石的纵剖面 and 内部的弯状纹层和生长的分枝
(据程裕琪)

凸侧朝上时，就相对稳定了。如在含有大量介壳化石的岩层中，介壳化石大部分是凸侧朝上的，可能是处于正常层序，反之，可能是倒转层序。

(七) 印痕和压模

印痕(也叫底面印痕或底痕)是指泥质岩与其上覆的砂砾岩、砂岩、粉砂岩或灰岩之间不平整的界面，是由于在上覆的岩层沉积之前，泥质沉积物受到水流侵蚀或水流携带物的拖曳、弹跳或滚动所产生的凸凹不平表面，使上覆层的底面形成不平整的印痕保存下来。通常可在泥质岩剥落后的砂岩等的原始底面上观察到。

压模(也叫荷载印模)是上覆粗碎屑沉积物中的砂粒或砾石下沉到下伏的塑性较高的泥质沉积层中，再经压实形成各种形态保留在下伏岩层之中。印痕是确定岩层底面，压模是确定岩层顶面的良好标志。

(八) 火山熔岩的枕状构造和气孔构造

海底喷发的基性熔岩常发育有枕状构造，单个岩枕的底面较平、顶面呈凸圆状，借此可判断熔岩的顶、底面的位置(图1-12、1-13)。

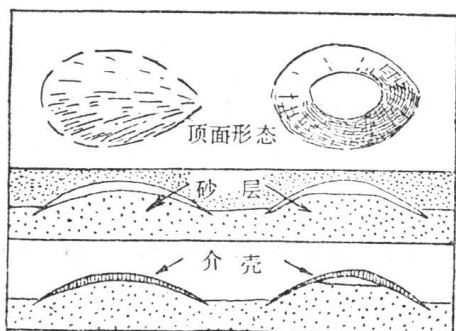


图 1-11 生物介壳埋于沉积物中其相对稳定位置的示意图

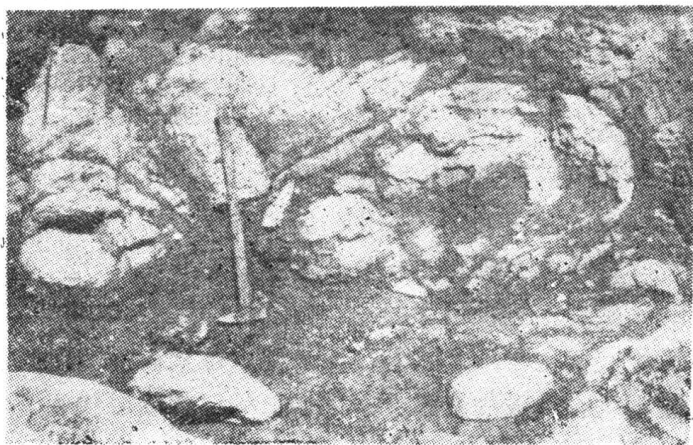


图 1-12 喷发岩中的枕状构造
(张家口、南地，据穆克敏)
锤柄指向上层面