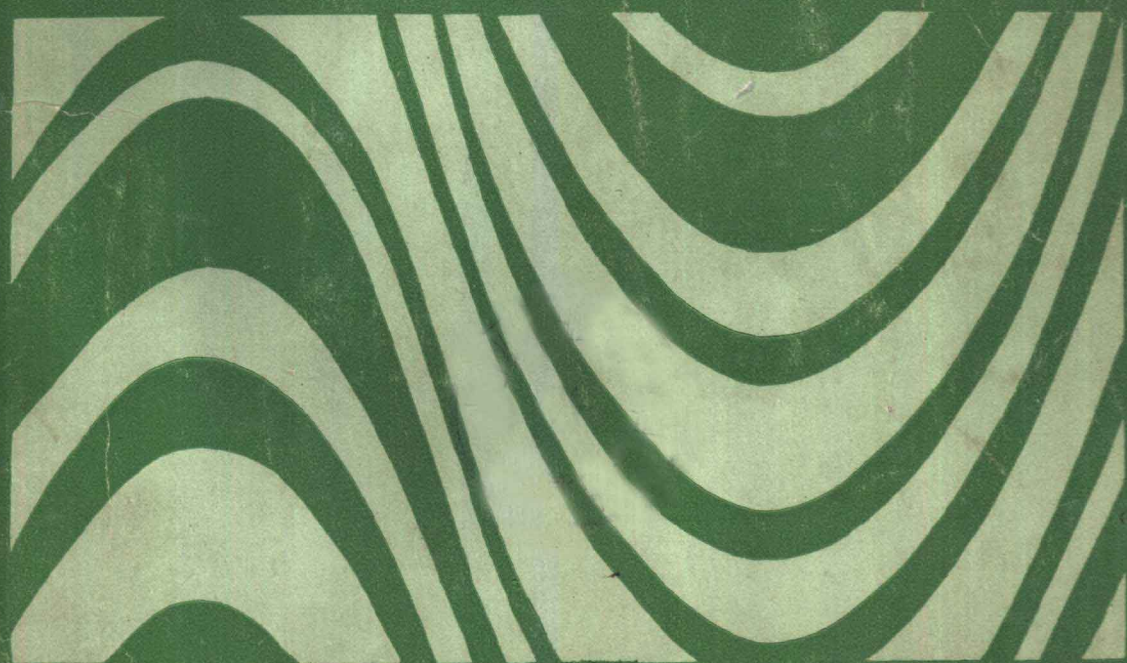


高等学校教材

# 构造地质学

成都地质学院 徐开礼 武汉地质学院 朱志澄 主编



地质出版社

高等学校教材

# 构造地质学

成都地质学院 徐开礼  
武汉地质学院 朱志澄 主编

地质出版社

## 内 容 提 要

《构造地质学》教材是在原《构造地质学》试用教材的基础上重新编写的。全书由十章正文、附篇及附录三部分组成。附篇和附录另装成册。全书共约49万字，插图469幅，附图22张。

本书基本内容着重讲述了地壳基本地质构造的形态特征、分类和组合形式、各类构造的观察描述和研究方法及其形成力学机制，并专章讲述了岩浆岩体和变质岩区的构造研究。

本书供高等地质院校地质专业师生教学用，也可作为其它专业的参考教材和供野外地质人员参考。

※ ※ ※ ※

本书由何绍勋、高万里主审，经地质矿产部构造地质学教材编审委员会1983年4月召开的审稿会议审稿，同意作为高等学校教材出版。

※ ※ ※ ※

## 构造地质学

成都地质学院 徐开礼 主编  
武汉地质学院 朱志澄  
责任编辑：高焕章 常志忠

地质矿产部教材编辑室编辑

地质出版社出版  
(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷  
(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：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>，印张：21<sup>1</sup>/<sub>16</sub>，字数：414,000  
1984年5月北京第一版·1984年5月北京第一次印刷  
印数1—34,770册·定价3.20元  
统一书号：15038·教173

(另有附本)

# 前 言

这本教材是按地质矿产部高等地质院校构造地质学教材编审委员会制订的第二批（1981—1985年）教材编审规划，根据1980年审订的高等地质院校“构造地质学教学大纲”的内容要求编写的。

构造地质学教材编审委员会于1981年10月和1982年10月先后召开会议，审查本教材的编写提纲和初稿。参加审稿会的有：编委会全体成员及部分有关地质院校的教师代表。参加审查的同志遵循教育部关于编审教材的八项原则和“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”的要求，根据多年教学、科研和生产实践经验，对编写提纲和初稿的基本理论、基本内容和基本方法以及内容选择、组织安排和编写方法等提出许多建设性意见和建议，编写同志认真听取和考虑了这些意见和建议，对初稿作了重大修改。修改稿于1983年4月经主审、主编和责任编辑等进行了复审和修改，最后定稿。

本书作为地质专业基础课教材，着重讲述地壳的基本地质构造的形态特征、分类和组合型式，各类构造的观察描述和研究方法及其形成力学机制，并专章讲述了岩浆岩体和变质岩区构造的研究。

本教材是在武汉地质学院、成都地质学院、南京大学地质系和河北地质学院合编的《构造地质学》试用教材（1979年出版）的基础上，吸取了原教材的优点，纠正和删去了其中错误和不妥之处，同时还参考了国内外构造地质学教材和研究方面的新资料和新论点编写而成的。全书各章节及两个附篇的内容和安排均有不同程度的改动。实习教材主要是补充了变质岩区构造图的阅读和地质立体图的绘制，还介绍了“构造地质综合分析作业”的几种方式，原来的实习图也都作了修改，并增添了一些图件以供选用。

本教材附本包括附篇一，即“极射赤平投影在构造地质学中的应用”；附篇二，即“实习教材”。为便于教学的参考，在各章后面附有本章参考文献，而本书主要参考文献则附于正文之末。

各院校在教学中，可根据各自专业的课程要求和学时的具体情况，对教材的内容和实习内容酌情进行选择、调整或补充。

本书由成都地质学院和武汉地质学院合编，主编为徐开礼和朱志澄两同志，主审为何绍勋（中南矿冶学院地质系）和高万里（地质矿产部全国地质资料局）两同志，责任编辑为高焕章（西北大学地质系）和常志忠（北京大学地质系）两同志。编写分工是：第一、二和四章由徐开礼同志编写；第五、六章由朱志澄同志编写；第三、八章由蔡学林同志编写；第七、九章由傅昭仁同志编写；第十章由纪克诚同志编写；“极射赤平投影在构造地质学中的应用”由张伯南同志编写，并由董士尤（浙江大学地质系）同志进行校阅和部分修改。实习教材则由编写有关章的同志分工编写而成。

限于编者水平，尚祈读者对本书中的错误和不妥之处，予以指正！

编 者

1983.9.

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
一、构造地质学的研究对象和内容 .....	1
二、构造地质学的研究意义 .....	1
三、构造地质学的研究方法 .....	2
<b>第二章 沉积岩层的原生构造及其产状</b> .....	4
<b>第一节 沉积岩层的原生构造</b> .....	4
一、层理及其识别 .....	4
二、利用沉积岩层原生构造确定岩层的顶面和底面 .....	5
<b>第二节 岩层的产状、厚度及出露特征</b> .....	9
一、岩层的原始产状特征 .....	9
二、水平岩层 .....	10
三、倾斜岩层 .....	11
<b>第三节 地层的接触关系</b> .....	17
一、整合与不整合 .....	18
二、不整合的类型 .....	18
三、不整合的观察和研究 .....	20
参考文献 .....	23
<b>第三章 地质构造分析的力学基础</b> .....	24
<b>第一节 应力分析</b> .....	24
一、外力、内力和应力 .....	24
二、应力状态与应力椭球体 .....	25
三、二维应力分析 .....	27
四、三维应力分析 .....	32
五、应力场、构造应力场、应力轨迹和应力集中 .....	34
<b>第二节 变形分析</b> .....	37
一、变形和应变 .....	37
二、岩石变形的阶段 .....	39
三、剪裂角分析 .....	43
四、应变椭球体 .....	46
五、递进变形 .....	47
六、变形岩石的应变测量 .....	50
<b>第三节 影响岩石力学性质与岩石变形的因素</b> .....	52
一、围压（静岩压力） .....	52
二、温度 .....	53
三、溶液 .....	53
四、孔隙压力 .....	55
五、时间 .....	56

参考文献 .....	58
<b>第四章 褶皱</b> .....	60
<b>第一节 褶皱和褶皱要素</b> .....	60
一、褶皱要素 .....	61
二、褶皱轴面和枢纽产状的测定 .....	62
三、褶皱的波长和波幅 .....	62
<b>第二节 褶皱的几何形态及褶皱的描述</b> .....	63
一、褶皱的几何形态—圆柱状褶皱和非圆柱状褶皱 .....	63
二、褶皱形态的描述 .....	64
<b>第三节 褶皱的类型及褶皱的组合型式</b> .....	67
一、褶皱的产状类型 .....	67
二、褶皱横截面的几何类型 .....	69
三、同沉积褶皱和底辟构造 .....	71
四、褶皱的组合和分布 .....	72
<b>第四节 褶皱的形成机制</b> .....	76
一、褶皱形成机制的基本类型 .....	77
二、褶皱形成中的压扁作用 .....	85
三、影响褶皱形成的主要因素 .....	87
<b>第五节 褶皱构造的观察和研究</b> .....	90
一、褶皱形态的研究 .....	90
二、褶皱形态的深部变化的研究 .....	93
三、褶皱内部小构造的研究 .....	94
四、确定褶皱形成的时代 .....	95
参考文献 .....	97
<b>第五章 节理</b> .....	99
<b>第一节 节理的分类</b> .....	99
一、节理与有关构造的几何关系分类 .....	99
二、节理的力学性质分类 .....	100
三、节理组和节理系 .....	109
<b>第二节 节理的分期与配套</b> .....	109
一、节理的分期 .....	109
二、节理的配套 .....	110
<b>第三节 不同地质背景上发育的节理</b> .....	112
一、与褶皱有关的节理 .....	112
二、与断层有关的节理 .....	114
三、与区域构造有关的节理 .....	115
<b>第四节 节理的野外观测</b> .....	115
一、观察点的选定 .....	116
二、观测内容 .....	116
三、节理的测量和记录 .....	117
<b>第五节 节理测量资料的整理</b> .....	118
一、基本节理图 .....	118

二、节理资料的电算处理 .....	120
三、利用节理资料探讨构造应力场 .....	121
参考文献 .....	123
<b>第六章 断层</b> .....	124
<b>第一节 断层要素和位移</b> .....	124
一、断层要素 .....	124
二、位移 .....	124
<b>第二节 断层分类</b> .....	126
一、按断层与有关构造的几何关系分类 .....	126
二、按断层两盘相对运动分类 .....	126
<b>第三节 断层各论</b> .....	128
一、正断层 .....	128
二、逆断层 .....	130
三、平移断层 .....	136
四、顺层断层 .....	137
<b>第四节 断层形成机制</b> .....	139
<b>第五节 断层的观察和研究</b> .....	143
一、断层的识别 .....	143
二、断层面产状的测定 .....	151
三、断层两盘相对运动方向的确定 .....	152
四、利用物探方法确定断层或断裂带 .....	157
五、断层效应 .....	158
六、断层作用的时间性 .....	161
七、同沉积断层 .....	162
<b>第六节 区域性大断裂</b> .....	163
一、区域性大断裂的特点 .....	163
二、裂谷 .....	164
三、推覆体构造(辗掩构造) .....	166
四、走向滑动断层 .....	167
五、层圈式滑动的顺层断裂 .....	168
附: 断层的分类和命名问题 .....	169
参考文献 .....	170
<b>第七章 劈理及线理</b> .....	171
<b>第一节 劈理</b> .....	172
一、劈理的类型 .....	173
二、劈理与大构造的关系 .....	176
三、劈理的野外研究 .....	179
<b>第二节 线理</b> .....	182
一、变形岩石中的小型线理 .....	182
二、变形岩石中的大型线理 .....	183
三、线理的野外研究 .....	186
参考文献 .....	192

<b>第八章 岩浆岩体构造研究</b> .....	193
<b>第一节 岩浆岩体的产状及其构造控制</b> .....	193
一、侵入岩体的产状 .....	193
二、喷出岩体的产状 .....	198
<b>第二节 岩浆岩体的原生构造</b> .....	200
一、侵入岩体原生流动构造 .....	200
二、侵入岩体原生破裂构造 .....	203
三、喷出岩体的原生构造 .....	204
<b>第三节 岩浆岩体的次生构造</b> .....	207
一、岩浆岩体褶皱构造特征 .....	207
二、岩浆岩体次生断裂特征 .....	208
<b>第四节 岩浆岩体构造的观测和研究</b> .....	208
一、岩体产状的恢复 .....	209
二、岩体原生构造和次生构造的观察和研究 .....	210
三、岩体接触关系和形成时代的确定 .....	212
参考文献 .....	214
<b>第九章 变质岩区的构造研究</b> .....	215
<b>第一节 变质岩区的构造特征</b> .....	215
一、变质岩区构造的基本特点 .....	215
二、变质岩层的成层构造 .....	220
三、叠加褶皱 .....	222
四、韧性断层 .....	226
五、变质岩系间的不整合 .....	228
<b>第二节 变质岩区的构造解析</b> .....	230
一、变质岩区构造解析的内容和步骤 .....	230
二、构造解析的基础—地质制图 .....	232
三、构造数据的收集和分析 .....	233
四、区域构造模式的建立 .....	236
参考文献 .....	236
<b>第十章 表生构造及撞击构造</b> .....	237
<b>第一节 表生构造</b> .....	237
一、表生构造的特点 .....	237
二、常见的表生构造 .....	237
<b>第二节 撞击构造</b> .....	241
一、撞击构造的基本地质特征 .....	241
二、撞击构造研究意义 .....	242
<b>全书主要参考文献</b> .....	243



# 第一章 绪 论

## 一、构造地质学的研究对象和内容

构造地质学是地质学的一门分支学科，其研究对象是地壳或岩石圈的地质构造。所谓地质构造是指组成地壳的岩层和岩体在内、外动力地质作用下发生的变形，从而形成诸如褶皱、节理、断层、劈理以及其他各种面状和线状构造等。构造地质学主要研究由内动力地质作用所形成的各种地质构造的形态、产状、规模、形成条件、形成机制，分布和组合规律及其演化历史，并进而探讨产生地质构造的地壳运动的方式、规律和动力来源。

构造地质学虽然主要是研究岩层和岩体在内动力地质作用下产生的次生构造，但是，对于沉积岩在沉积和成岩作用过程中，岩浆岩在岩浆侵位和结晶过程中所形成的原生构造，也要加以认识和研究。岩石的类型和原生构造，常常可以提供关于次生地质构造形成的地质环境的资料。有些原生构造则是观察和研究次生构造形态、产状及其变形特征的识别和比较的标志。当然，岩石的原生构造，主要是岩石学研究的内容，在构造地质学中只不过涉及这方面的某些内容而已。

地质构造的规模有大有小，大的成百上千公里甚至具全球规模；小的仅在一定范围内有限的露头上或一块手标本上就可直接观察到构造的完整形态，而更小的则需要利用显微镜才能观察。在研究较大范围的区域构造特征及其发展史等问题时，除要观察、分析这个地区的各种构造的形态、产状及其相互关系外，还要对该地区的沉积岩相、建造特征、岩浆活动、变质作用及成矿作用等进行综合分析，从而发展为构造地质学的一个重要分支学科——大地构造学。

近二十年来，国内外对构造地质的研究进展迅速。学科之间的相互渗透，新的技术方法的广泛采用，使构造地质学的研究领域日益扩大和加深。航空和航天遥感技术的应用，各种地球物理探测方法的发展以及借助电子显微镜观察岩石和矿物，使构造地质学一方面越来越把地球构造作为一个整体来研究，而另一方面又开辟对微小尺度的构造变形进行详尽研究。

本书作为地质专业基础课教材，将着重讲述地质构造的基本形态、产状、分布和组合关系及对各种构造的认识方法和分析方法，并探讨各种构造的形成条件和力学机制。有关区域大地构造方面的内容，则由区域地质、大地构造学和地质力学等课程讲授。

## 二、构造地质学的研究意义

研究地质构造的理论意义在于阐明地壳构造在空间上的相互关系和时间上的发育顺序，探讨地壳构造的演化和地壳运动规律及其动力来源；而其实践意义则在于，应用地质构造的客观规律指导生产实践，解决矿产分布、水文地质、工程地质及地震地质等方面有关的问题。

地壳中矿产的分布是受一定的地质构造控制的。形成矿产的成矿物质来源和成矿作

用,都直接地、间接地受到地壳运动的影响;而矿产的形成,又需要有成矿物质运移的通道和沉淀、赋存的场所,这些通道和场所与地质构造有极其密切的关系。例如许多金属与非金属矿产的形成既与岩浆活动有关,也与褶皱或断裂构造有密切关系;又如石油、天然气常分布在背斜的顶部或具圈闭条件的断裂构造中。另一方面,许多已形成的矿产还会遭受后来地壳运动的影响而变形。因此,在矿产普查勘探和采矿工作中,要对矿产作出科学的评价和进行合理的开采,就必须正确认识区域的和矿区的构造特征。而要解决矿产预测,寻找和圈定矿产远景地区,提供矿产勘探后备基地等问题,就更离不开深入地、系统地研究有关地区的地质构造发生、发展及其与成矿作用和矿产形成时空规律之间的关系。

地下水的活动和富集,与地质构造有密切关系,只有认识了地质构造特征,才能更有效地寻找地下水。许多工程建设,如水库、堤坝、桥梁、隧道或大型地下工程等,都要先查明工程地区地质构造情况,对地基稳定性作出评价,为工程设计和施工提供地质依据。

破坏性地震常给人民的生命财产带来很大的损失。绝大多数地震活动是现代地壳运动的反映,因而震源与地质构造,特别与断裂构造的关系极为密切。在研究发震规律和地震预报工作中,研究区域构造特征及近代构造活动规律,是地震地质工作一项十分重要的基础工作。

综上所述,构造地质学无论在理论方面还是生产实践方面,都有十分重要的意义。作为祖国社会主义建设的尖兵——中国地质工作者,要为振兴中华而勤奋学习,运用所掌握的科学技术知识为祖国四个现代化建设作出贡献。

### 三、构造地质学的研究方法

如上所述,构造地质学的研究对象是地壳或岩石圈的地质构造,而绝大多数地质构造又都是在漫长的地质历史过程中,历次地壳运动的产物。人们既不可能直接看到当初它们变形的环境和过程,也不可能在实验室中以同样的规模和时间过程来再造它们。因此,对它们的研究,只能是通过观察、研究它们变形的遗迹——各种地质构造的形态、产状及它们之间的相互关系,并结合其他资料加以综合分析,推断它们受力变形的情况,进而探讨其区域应力状况及其所反映的地壳运动的性质和特点。构造地质学这种研究方法,可以叫做“反序法”。用反序法研究地质构造的主要任务是:1)对地质构造进行几何分析或空间分析,即对各种构造在三维空间的真实产状和形态及其相互关系进行正确地观测和描述;2)对地质构造进行历史分析,即阐明各类地质构造的形成时代及其发育顺序;3)对地质构造进行力学分析或成因分析,即正确鉴定各类构造的力学性质,阐明其形成条件和力学机制,进而分析地区内的构造应力场和变形史。这三个方面的分析是相互联系、相辅相成的。而对构造形态进行几何分析则是基础,有了几何分析的基础,才能正确分析地质构造演化历史和成因,进而对各个地区的构造分析资料及其他方面资料进行综合分析,揭示出地质构造的形成原因和规律。

尽管研究地质构造有许多的专门方法,但是,野外观察和地质填图始终是研究地质构造的基本方法。通过野外观察填绘的地质图,不仅反映出一个地区各种岩层和岩体的分布,而且根据岩层和岩体的产状、相互关系和各自的时代,可以认识该区各种地质构造的形态、组合特征和发育史。通过绘制剖面图和根据地面的构造形态观测及钻井和物探等提供的资料,编绘构造等高线图和等厚图,能较好的反映地下构造形态特征。

近年来,航空、航天遥感技术和航片、卫片的采用,扩大了观察地表地质构造的视域和深度,弥补了野外地质观察的局限性。而钻探、坑探和物探等工程和探测技术的使用,为了解地下构造情况,提供了重要资料。因此,在研究一个地区地质构造时,应充分利用这些方面的资料。

研究地质构造的形态、产状及其相互关系,除采用填绘地质图和有关图件以及相应的文字描述这种常规方法外,另一种方法是通过对各种面状和线状构造要素的力学性质、产状和相互几何关系的系统观察和测量,并对所收集的构造要素数据,应用赤平投影的图解方法进行产状方位分析,或运用电子计算机作数据统计分析和数学模拟,进而得出地质构造的产状方位的型式和对称性的特征,为建立地质构造三维空间图象、分析构造变形机制和恢复变形史提供依据。B. 桑德尔(Bruna Sander, 1930)在《岩石组构学》中提出的变形岩石显微组构的几何分析方法和运动学解释原则,经广大地质学家在实践中进行修正和补充,现已发展成为不仅可用于显微构造分析,而且也可以应用于中、小型构造乃至大型构造分析。

研究地质构造不能只满足于形态描述,还要应用力学原理,鉴定各个构造的力学性质和相互关系,并分析它们的形成机制和各构造之间的内在联系,以便得出区域地质构造的分布和发展规律。

研究地质构造的形成力学机制,常常需要进行模拟实验,例如根据相似原理,用泥巴、石蜡、沥青或凡士林等材料,做成某种形态和尺寸的试件,并设置相应的几何边界,通过一定受力方式使之发生变形,观察其变形特点、应力与应变之间关系,并将实验模型与自然界的构造原型进行类比;藉以说明这种构造的形成、发展和组合关系以及构造变形的边界条件和应力作用方式。也有利用明胶、塑料或其他适当的透明材料作成试件,通过在光弹仪上受力以及通过偏振片观察由干涉色带组成的图象,从而了解到在一定的受力方式下,变形体内部应力的分布情况。近几年来,数学地质的发展和电子计算机的应用,使构造地质的研究向定量的数理分析方向发展。如应用概率统计处理和分析构造数据;应用有限单元法来计算一定地区内的各点的应力方向和大小,并进而对这个地区的构造应力场作出数学模拟,据此可以推断出相应的构造图象,并与该地区的地质构造特征进行比较。高温高压实验和电射显微镜的应用,补充、修正和加深了一些理论上的认识。须要指出,自然界地质构造的形成受到多种可变因素的影响,尤其在变形的规模上和经历的漫长时间,都是在实验室不可能模拟的。不过,在进行地质构造的力学机制的分析和探讨中,模拟实验仍是一种有用的辅助手段。

对地质构造进行历史分析,一般是根据地层之间的不整合接触关系及各种构造间成因联系和交截、叠加关系,并结合沉积岩相、厚度以及岩浆活动等方面的分析,或配合同位素地质年代的测定资料,分析该区构造形成时代和发育顺序,划分构造发育的阶段,恢复区域构造发展史,从而对该区地质构造的规律有一个较为正确的认识。再运用认识到的规律去指导生产,在生产实践中对理论加以检验,并不断地加以修正、补充,从而使对该区地质构造的规律的认识不断深化。

在研究过程中,必须与岩石学、地层学、地貌学及地球物理学等学科密切结合。同时,要努力学习和掌握辩证唯物主义思想方法,遵循实践、认识,再实践、再认识这个辩证唯物主义的认识论的原则,坚持理论联系实际的学风和严肃认真的科学态度,只有这样,才能学好这门学科的基本理论和知识,并使之向前发展。

## 第二章 沉积岩层的原生构造及其产状

沉积岩是地壳表层分布最广泛的岩石，其分布面积约占地球表面积的75%，地壳表层的地质构造很多都是由沉积岩形成的。观测分析沉积岩层原生构造，岩层的产状和接触关系是研究地质构造的一项基础工作，也是本课程的基本内容之一。

### 第一节 沉积岩层原生构造

由两个平行或近于平行的界面所限制的同一种岩性的层状岩体叫做岩层，由沉积作用形成的岩层就叫沉积岩层。岩层的上、下界面叫层面，上层面又称顶面，下层面又称底面。两个岩层的接触面，既是上覆岩层的底面，又是下伏岩层的顶面。

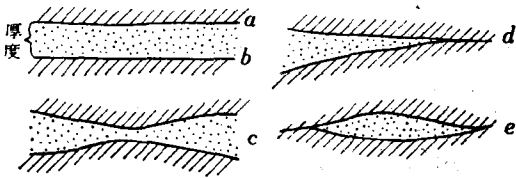


图 2—1 岩层的厚度和形态

a—顶面；b—底面；c—岩层变厚变薄；d—岩层尖灭，呈楔形；e—岩层呈透镜状

岩层顶、底面之间的垂直距离，就是岩层的厚度。有的岩层在较大范围内厚度基本一致，形成厚度稳定的板状岩体；有的厚度变化较大，如向一个方向变厚，向另一方向变薄以致尖灭，使岩层成为楔形；而有的岩层向两端尖灭，成为透镜状（图 2—1）。

沉积岩层原生构造是在沉积物堆积过程中和成岩作用过程中形成的，如层理、层面构造以及生物遗迹、结核、缝合线及叠锥等这些生物成因或化学成因的构造。

沉积岩层原生构造主要是岩石学和沉积学研究的内容。但是，它对地质构造的研究也具有的重要意义。研究沉积岩层原生构造不仅可以帮助我们认识岩层形成时的古地理环境和当时地壳运动的特征，而且有些原生构造，诸如层理和层面构造还是我们确定岩层顶、底面，识别岩层序的标志和研究岩层变形及构造形态的重要依据。

#### 一、层理及其识别

层理是沉积岩最常见的一种原生构造。它是通过岩石成分、结构和颜色在剖面上的突变或渐变所显现出来的一种构造。层理的形成及其特征与组成岩石的成分，形成岩石的地质、地理环境及介质运动特征有关。层理按其形态的不同可分为三个基本类型，即平行层理、波状层理和斜层理（图 2—2）。

在层状岩石地区观察地质构造时，首先就要正确地识别岩层的层理和层序。大多数沉积岩的层理都较为明显，容易认识。但是，某些岩层，如巨厚层岩层或砾岩层，它们的层理常常很不清楚；有的岩层则由于节理、劈理强烈发育而掩蔽了层理或与层理混淆不清。

特别是在某些变质岩地区，由于次生面理特别发育，甚而层理被置换，以致原生层理极难辨认。这就要求我们在野外工作中必须仔细观察，尽力发现和鉴别层理的各种标志及岩层的其他原生构造去识别层理。

层理主要是根据岩石的成分、结构和颜色的变化以及层间分界面等几个方面去识别的，即：

1. 岩石成分的变化。在成分比较单一的巨厚层岩石中，要注意寻找成分特殊而有变化的夹层。如块状砂岩中的砂砾层、粗砂岩夹层或透镜体；巨厚层石灰岩或白云岩中的薄层泥灰岩、页岩夹层或硅质条带等，查明这些夹层的层理，就有助于识别包含这些夹层的巨厚岩层的层理，所以这些夹层是识别巨厚岩层层理的比较可靠的标志。

2. 岩石结构的变化。根据沉积原理，不同粒度或不同形状的颗粒总是分层堆积的，从而显示出层理。如砾岩中大小不同的砾石分层堆积呈带状；砂岩中云母呈面状分布，各种原生结核或扁平状砾石在沉积岩中呈面状排列等，这都可作为确定层理的标志。

3. 岩石颜色的变化。在成分单一，颗粒较细，层理隐蔽的岩石中，如有颜色不同的夹层或条带，也可指示层理。但要注意区别某些次生变化造成的岩石颜色的差异。例如氢氧化铁胶体溶液，常沿节理或岩石孔隙扩散并沉淀，从而在岩石中形成不同色调的褐红色条带或晕圈，当规模很大时，在个别露头上观察，就容易误认为层理。此外在有些深色泥岩或白云岩中，常因风化而引起退色作用，也会沿节理或裂缝发生颜色变化，如不注意也会误当作岩层的层理。

4. 岩层原生层面构造，如波痕、泥裂、雨痕，象形印模等，也可以作为确定层理的标志。

在野外观察中，如果在一个露头上层理不易看清，或者分不清是层理还是其它次生面状构造如节理，劈理时，应多观察一些附近的露头，详加比较分析，并根据层理面一般都延展较远，连续性较好等特点加以区别。当沉积岩中发育有大型斜层理时，应注意要把斜层理的细层与层系的主层理区别开来。

## 二、利用沉积岩层原生构造确定岩层的顶面和底面

确定岩层的新老层序是野外观察研究地质构造的一个重要问题。因为岩层形成并经受构造变动，虽然有的还保持其正常层序，即岩层的顶面朝上，底面向下，顺着岩层倾向，由老到新层层排列；但也有些岩层在强烈的构造变动后，产状变为直立，甚至倒转，以致岩层底面朝上，顶面反而向下造成岩层顺着倾向方向，出现由新到老的层序倒置的现象。鉴定地层的时代和层序主要的依据是化石。但是在某些情况也可以根据岩层原生构造和某些次生构造，通过判别岩层的顶、底面，去确定岩层的相对新老层序，尤其是在缺乏化石的“哑地层”中，依靠原生构造特征去确定地层的层序就更是重要的方法。至于如何利

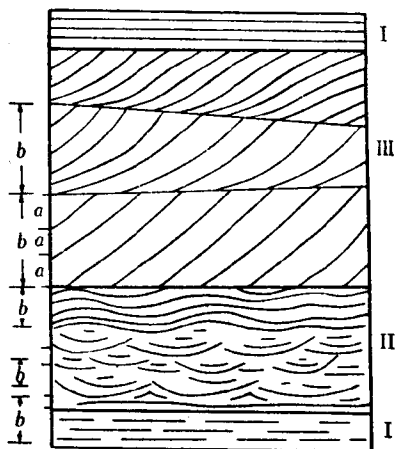


图 2-2 层理的基本类型

I—平行层理；II—波状层理；III—斜层理；a—细层；b—层系

用某些次生构造，如层间小褶皱、劈理等来确定岩层的顶、底面的方法，将在后面有关章节中加以论述。这里只介绍几种常见而又比较可靠的确定岩层顶，底面的原生构造。

(一) 斜层理

斜层理是由一组或多组与主层面斜交的细层组成的。不同层（层系）的细层可以向同一方向倾斜，也可以向不同方向倾斜。斜层理的类型很多，能用来确定岩层顶，底面的斜层理的特征是：每组细层理与层系顶部主层面成截交关系，而与层系底部主层面则呈收敛变缓而相切的关系，弧形层理凹向顶面。根据这个特点就可以确定岩层顶、底面（图2—3）。

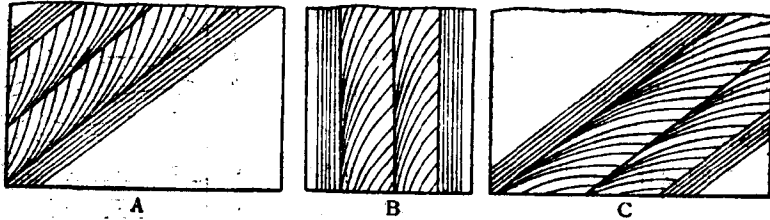


图 2—3 根据斜层理确定岩层顶、底面

(据 M. P. Billings)

A—顶面在左边，岩层是正常层序；B—岩层直立，顶面在右边；C—顶面在右边，岩层倒转

(二) 粒级层理

粒级层理又叫递变层理。其特点是在一单层内，从底到顶粒度由粗逐渐变细，如由砾石或粗砂质向上递变为细砂、粉砂，以至泥质。递变层厚度可由几厘米到几米。在相邻两粒级层之间，下层顶面常受过冲刷，因而两层在粒度上或成分上不是递变而是突变。根据粒级层理这种下粗上细粒度递变的特征，可以确定岩层的顶、底面（图2—4）。粒级层理除发育于砂岩等碎屑岩中外，在以凝灰质为主的火山碎屑岩中，也可见到粒级层理，也可据此鉴别岩层顶、底面。这种具粒级层理特征的岩层变成浅变质岩石，还可能保留粒级层理的特征。不过当变质程度较深时，由于成分、粒度不同，对变质作用的反应也不同，如原来细致的泥质物质经重结晶，可能形成比砂质变质的石英质粒度还要大的新矿物，因而会出现与原岩粒级层理相反的现象。此外，在某些粗碎屑岩中，也有反粒级层理的现象。因此，在利用粒级层理判断岩层顶、底面时，要注意区别这些反常现象。

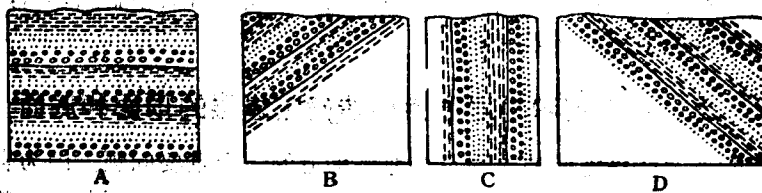


图 2—4 根据粒级层理确定岩层顶、底面

(据 M. P. Billings)

A—水平岩层，每层自底到顶由粗变细；B—正常倾斜岩层，顶面在左上方；C—顶面在右边的直立岩层；D—顶面在左下方的倒转岩层

(三) 波痕

波痕的成因和类型很多，能指示岩层顶、底面的主要是对称型浪成波痕。浪成波痕是

由尖棱状波峰和圆弧形波谷组成的（图 2—5）。这种波痕无论是原型还是其印模，都是波峰尖端指向岩层的顶面，波谷的圆弧则是凹向底面（图 2—6）。波痕常见于砂岩、粉砂岩、泥灰岩和石灰岩中。

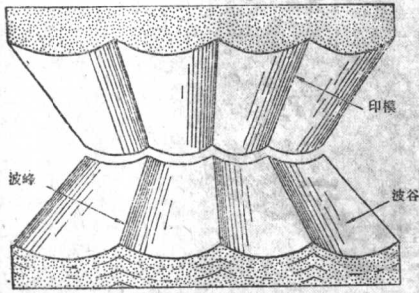


图 2—5 对称型浪成波痕及其印模示意图  
(据 R. R. Shrock)

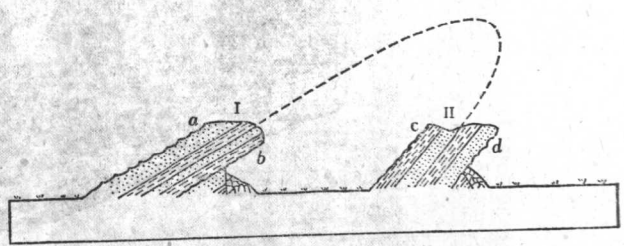


图 2—6 利用波痕确定岩层顶、底面  
(据 M. P. Billings)

a—波痕原型，波峰指向左上方；b—波痕印模，波峰指向左上方；c—波痕印模，波峰指向右下方；d—波痕原型，波峰指向右下方；  
I—正常岩层；II—倒转岩层

#### (四) 泥裂

泥裂又称干裂，是未固结的沉积物露出水面，经曝晒干固时，因收缩而形成与层面大致垂直的裂缝。泥裂常见于粘土岩和粉砂岩中，但也见于碳酸盐岩中。泥裂使层面构成网状、放射状或不规则的分叉状的裂缝，而在剖面上则呈“V”字型或“U”字型裂口。这些裂缝常为上覆沉积物填充，其填充层的底面成为脊形印模（图 2—7）。无论是楔形裂缝或脊形印模的尖端均指向岩层的底面，即指向较老岩层。

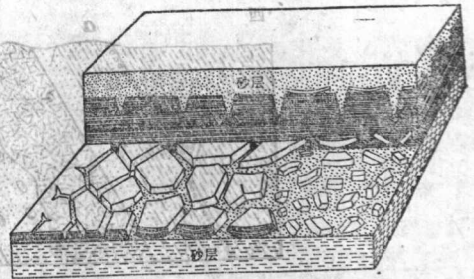


图 2—7 泥裂的示意图  
(据 R. R. Shrock)

#### (五) 雨痕、冰雹痕及其印模

雨痕和冰雹痕是雨点或冰雹落在湿润而柔软的泥质或粉砂质沉积物上，冲打出圆形或椭圆形，边缘略高于沉积物表面的凹坑。冰雹痕较雨痕大而深，形状不太规则，也较粗糙，凹坑边缘也较高。两种凹坑形成后又被上覆沉积物填充掩埋，成岩之后，遂在岩层面上留下凹坑，而在上覆岩层的底面形成圆形或椭圆瘤状突起的印模。因此，凹坑总是分布在岩层的顶面（图 2—8），瘤状印模则出现在岩层的底面，或者说，凹坑和瘤状印模的圆弧外形均凸向岩层的底面。

此外，还有许多不同成因、形态各异的印痕和印模，如由生物活动形成的虫迹、脚印；流水的流痕，或者流水携带某些“工具”（如石块、贝壳、树枝等）对沉积物表面的冲击或刻划所造成的各种印痕，而在上覆岩层底面都会形成各种对应的印模，如槽模、沟模、……等等。这些印痕和印模也都是凹形印痕分布在岩层的顶面上，凸起的印模则出现在岩层底面上，据此，也可以判别岩层顶、底面，从而确定岩层的层序。

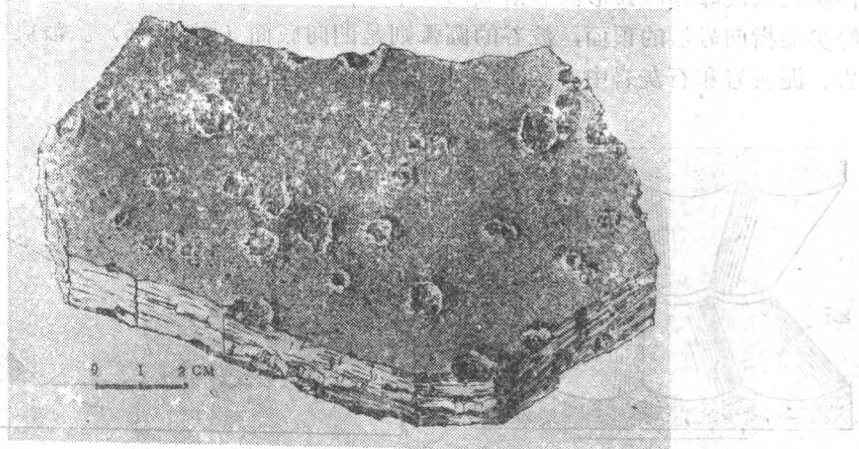


图 2—8 四川广元三叠系飞仙关组紫红色砂质页岩中之雨痕  
(李尚宽绘)  
雨痕凹坑所在，表明为上层面

**(六) 冲刷面**

固结或半固结的沉积层，在出露水面或在水下经水流冲刷，在沉积层顶面造成凹凸不平的冲刷面。此后，在这些不平整的冲刷面上又沉积物质时，被冲刷的下伏岩层的碎块和砾石，往往在冲刷出的沟、槽和浅坑处又沉积下来，这些来自下伏岩层的碎屑沉积物的特点是，从下往上逐渐减少变细。这种冲蚀和下粗上细的充填特点，也可以作为确定岩层顶、底面的标志 (图 2—9)。

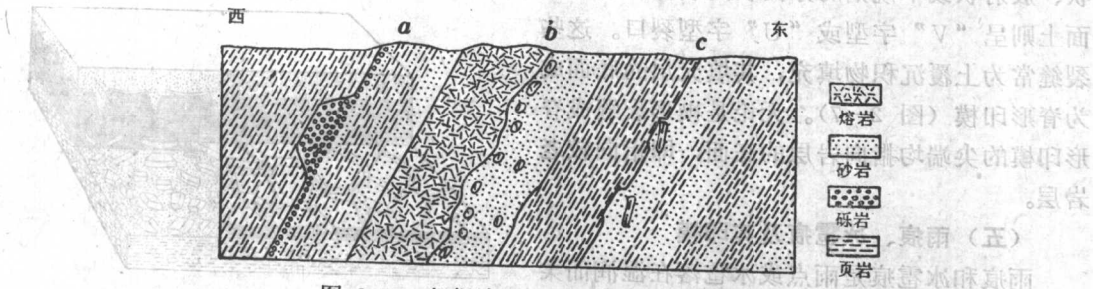


图 2—9 根据冲刷面特征确定岩层相对层序  
(据 M. R. Billings)

从a、b、c等处冲刷面形态及砾石碎块岩性等特征，说明岩层西边老，东边新，岩层又向西倾斜，故这套岩层是倒转层位

**(七) 古生物化石的生长和埋藏状态**

保存在岩层中的古动、植物化石，除可以根据其种属，确定地层的地质时代外，还可以从某些化石在岩层内的埋藏保存状况和生长状态鉴定岩层的顶、底面。例如珊瑚（特别是群体珊瑚）等底栖生物，常可能就以当初生长状态被掩埋起来，因此，它们的根部总是指向岩层的底面。又如由某些藻类形成的叠层石，其类型不同，形态各异，如柱状、分枝状、锥状和瘤状。叠层石具有向上穹起的叠积纹层构造。这些穹状纹层的凸出方向，往往指向岩层的顶面 (图 2—10)。

一些腕足类或斧足类介壳，在被沉积物掩埋时，大多数介壳保持着凸面向上这样一种



最稳定的埋藏状态，所以，大多数介壳的较凸的一瓣的凸出方向，也往往指向岩层的顶面（图 2—11）。

古代羊齿类、苏铁类和其他种类植物的根系，当被掩埋时，保持其生长状态，则古植物根系的生长迹象，也可作为判断岩层顶、底面的标志（图 2—12）。

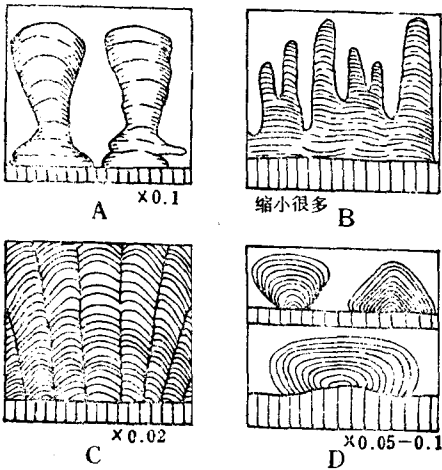


图 2—10 叠层石形态素描图

(据 R. R. Shrock 选绘)

A—柱状叠层石；B—分枝状叠层石；C—大型纹层状叠层石；D—同心纹层状叠层石

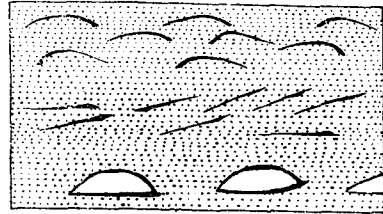


图 2—11 介壳埋藏状态示意剖面图

(据 R. R. Shrock)

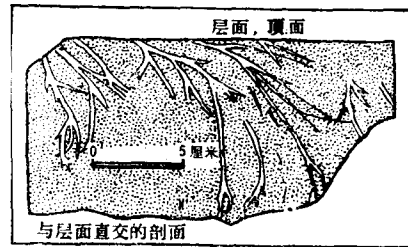


图 2—12 植物根系生长状态示意剖面图

(据 R. R. Shrock)

## 第二节 岩层的产状、厚度及出露特征

岩层的产状系指在某一地点测得的岩层面在三维空间的延伸方向。

要正确地认识地质构造，研究分析岩层经受什么样的变形而产生这些构造形态，不仅要详细观测现在岩层的产状，也需要了解岩层的原始产状特征。

### 一、岩层的原始产状特征

在比较广阔而平坦的沉积盆地（如海洋、湖泊）中形成的沉积岩，往往是一层一层水平地沉积下来的，其原始产状大都是水平的或近于水平的。只是在沉积盆地边缘、岛屿的周边或水下隆起的边坡等处沉积的岩层，由于地形的影响，层面才出现一定程度的倾斜，这就叫原始倾斜（图 2—13）。这时，岩层的厚度也会向地形高起的一方变薄或尖灭。在生物礁及其围岩的一定部位，也常常呈现出原始倾斜的特征（图 2—14）。某些陆相沉积，如洪积，坡积、河流沉积、冰川和风成堆积等也都呈透镜状并具有程度不同的原始倾斜现象。尽管如此，但绝大多数岩层的原始产状是水平的或近于水平的，岩层的原始倾斜总是局部的。因此，将岩层的原始产状理解为水平的，是我们分析沉积岩层地质构造一个基本前提。当然不可忽视岩层的原始倾斜现象，因为这对于分析古地理、古构造以及寻找近海沉积矿床。如铁、锰、磷、煤和铝土矿以及石油，天然气等都很有意义。