

高等学校教材

构造地质学

成都地质学院

徐开礼

中国地质大学

朱志澄

主编

(第二版)

地质出版社

37847

高等学校教材

构造地质学

S24/16

(第二版)

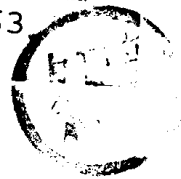


200391263

成都地质学院 徐开礼

中国地质大学 朱志澄

主编



00393263

地质出版社

• 地
90
MXX

内 容 提 要

本书系1984年出版的《构造地质学》教材的修订本。修订本仍保持原书的体系和分章,但对各章及附篇和附录的内容、图件都作了不同程度的修改、调整和更新。全书由十章正文、附篇和附录三部分组成。附篇和附录另装成册。全书约46万字,插图523幅,附图23张。

本书着重讲述地壳基本地质构造的形态特征、分类、组合型式和形成机制,以及各类构造的观察描述和研究方法,并专章讲述了岩浆岩体和变质岩区构造研究。

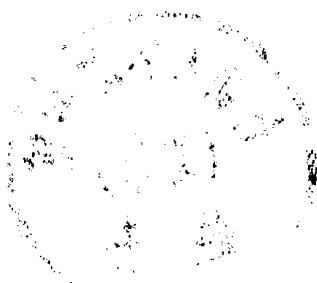
本书供高等地质院校地质类专业师生教学用,也可作为其他专业教学参考书,并可供生产和科研等地质科技人员参考。

※

※

※

本书由何绍勋教授、段嘉瑞副教授主审,经地质矿产部高等地质院校构造地质学课程教学指导委员会审定,推荐作为高等学校教科书出版。



高等学校教材 构造地质学

(第二版)

成都地质学院 徐开礼 主编
中国地质大学 朱志澄

责任编辑 张荣昌

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)

新华书店总店科技发行所发行

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 26.5(包括附本) 插页: 2页 字数: 626,000

1989年3月北京第一版·1989年3月北京第一次印刷

印数: 1—9,470册 定价: 5.40元

ISBN 7-116-00362-2/P·312

(另有附本)

再 版 前 言

《构造地质学》自1984年出版发行以来，我们收到广大教师和学生及其他读者的大量意见、建议和批评。反馈来的大量珍贵信息，表达了广大读者对本书的关心和期望，也是对我们的鼓励和鞭策。为了适应教学发展的形势和要求，我们对本书进行了修订，经地质矿产部高等地质院校构造地质学课程教学指导委员会审定、推荐列入“七五”教材编审出版规划。

这次修订是遵循教材编写原则和要求，本着利于教学并与本书第一版保持连续性，修订本的章节安排和体系除个别章稍作调整外，基本未变，但在内容上进行了适当更新、增删和调整，吸取了近年来科学研究上的一些新观点、新发现和新概念，如逆冲断层、断层双层结构等；并在地质构造的分析、认识中尽量渗入辩证思维方法，如尺度、构造层次、组合等概念的引入。同时，对图件（包括实习用图）和文字作了适当修改或更换。

本书的修订工作仍按第一版分工进行。在本教材修订前的评议过程中不少委员会成员对原书进行了详细审议，并提出不少宝贵意见。本书修订本完稿后，由主审中南工业大学何绍勋教授和段嘉瑞副教授审阅认为达到了预期要求，同意交付出版。

限于编者水平，仍祈读者对本版的缺陷和疏误提出批评和建议。

编者

1987年4月

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

第一章 绪论	(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)
第二章 沉积岩层的原生构造及其产状	(5)
第一节 沉积岩层的原生构造	(5)
一、层理及其识别	(5)
二、利用沉积岩层原生构造确定岩层的顶面和底面	(6)
第二节 岩层的产状、厚度及出露特征	(10)
一、岩层的原始产状	(10)
二、水平岩层	(10)
三、倾斜岩层	(12)
第三节 地层的接触关系	(18)
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	(24)
第三章 地质构造分析的力学基础	(25)
第一节 应力分析	(25)
一、外力、内力和应力	(25)
二、应力状态与应力椭球体	(26)
三、二维应力分析	(28)
四、三维应力分析	(33)
五、应力场、构造应力场、应力轨迹和应力集中	(35)
第二节 变形分析	(38)
一、变形和应变	(38)
二、岩石变形的阶段	(40)
三、剪裂角分析	(45)
四、应变椭球体	(47)
五、递进变形	(49)
六、变形岩石的应变测量	(53)
第三节 影响岩石力学性质与岩石变形的因素	(56)
一、围压(静岩压力)	(56)
二、温度	(57)
三、溶液	(57)
四、孔隙压力	(58)
五、时间	(59)

参考文献	(61)
第四章 褶皱	(62)
第一节 褶皱和褶皱要素	(62)
一、褶皱要素	(62)
二、褶皱轴面和枢纽产状的测定	(64)
三、褶皱的波长和波幅	(64)
第二节 褶皱的几何形态及褶皱的描述	(65)
一、褶皱的几何形态——圆柱状褶皱和非圆柱状褶皱	(65)
二、褶皱形态的描述	(66)
第三节 褶皱的类型及褶皱的组合型式	(68)
一、褶皱的产状类型	(68)
二、褶皱横截面的几何类型	(71)
三、同沉积褶皱和底辟构造	(73)
四、褶皱的组合型式及其分布	(74)
第四节 褶皱的形成机制	(78)
一、褶皱形成机制的基本类型	(78)
二、褶皱形成中的压扁作用	(86)
三、影响褶皱形成的主要因素	(88)
第五节 褶皱构造的观察和研究	(92)
一、褶皱形态的研究	(92)
二、研究褶皱形态的纵深变化	(95)
三、研究褶皱内部小构造	(95)
四、确定褶皱的形成时代	(96)
参考文献	(98)
第五章 节理	(100)
第一节 节理的分类	(100)
一、节理与有关构造的几何关系分类	(100)
二、节理的力学性质分类	(101)
三、节理组和节理系	(110)
第二节 节理的分期与配套	(110)
一、节理的分期	(110)
二、节理的配套	(112)
第三节 不同地质背景上发育的节理	(113)
一、与褶皱有关的节理	(113)
二、与断层有关的节理	(115)
三、与区域构造有关的节理	(115)
四、节理在分析区域构造中的作用和问题	(117)
第四节 节理的野外观测	(118)
一、观测点的选定	(118)
二、观测内容	(118)
三、节理的测量和记录	(120)

第五节 节理测量资料的整理	(120)
一、基本节理图	(120)
二、节理资料的电算处理	(122)
参考文献	(123)
第六章 断层	(125)
第一节 断层的几何要素	(125)
一、断层面和断层带	(125)
二、断盘	(125)
三、位移	(125)
第二节 断层分类	(127)
一、按断层与有关构造的几何关系分类	(127)
二、按断层两盘相对运动分类	(127)
第三节 断层各论	(129)
一、正断层	(129)
二、逆冲断层	(132)
三、平移断层	(137)
四、顺层断层	(139)
第四节 断层效应	(141)
一、正(逆)断层引起的效应	(141)
二、平移断层引起的效应	(141)
三、平移正(逆)断层或正(逆)平移断层引起的效应	(142)
四、横断层错断褶皱引起的效应	(142)
第五节 断层形成机制	(144)
第六节 断层的观察和研究	(147)
一、断层的识别	(147)
二、断层面产状的测定	(152)
三、断层两盘相对运动方向的确定	(153)
四、断层岩	(157)
五、断层作用的时间性	(160)
第七节 同沉积断层	(162)
第八节 韧性断层	(163)
一、韧性断层的几何特征	(165)
二、韧性断层内的变形变质特征	(166)
三、野外观测	(167)
第九节 区域性大断裂	(167)
一、区域性大断裂和岩石圈的层圈性	(167)
二、裂谷	(168)
三、逆冲推覆构造	(171)
四、走向滑动断层	(173)
附: 断层的分类和命名问题	(175)
参考文献	(176)

第七章 劈理及线理	(178)
第一节 劈理	(179)
一、劈理岩石的域组构	(179)
二、劈理的分类	(181)
三、不同地质背景上发育的劈理	(188)
四、劈理的野外研究	(191)
第二节 线理	(194)
一、变形岩石中的小型线理	(194)
二、变形岩石中的大型线理	(195)
三、线理的野外研究	(199)
参考文献	(204)
第八章 岩浆岩体的构造研究	(205)
第一节 岩浆岩体的产状及其构造控制	(205)
一、侵入岩体的产状	(205)
二、喷出岩体的产状	(211)
第二节 岩浆岩体的原生构造	(212)
一、侵入岩体的原生流动构造	(212)
二、侵入岩体的原生塑变构造	(215)
三、侵入岩体原生破裂构造	(216)
四、喷出岩体的原生构造	(218)
第三节 岩浆岩体的次生构造	(221)
一、岩浆岩体的褶皱构造	(221)
二、岩浆岩体的次生断裂构造	(222)
第四节 岩浆岩体构造的观测和研究	(222)
一、岩体产状的恢复	(223)
二、岩体原生构造和次生构造的观察和研究	(224)
三、岩体接触关系和形成时代的确定	(226)
参考文献	(228)
第九章 变质岩区的构造研究	(230)
第一节 变质岩区的构造特征	(230)
一、变质岩区构造的基本特点	(230)
二、变质岩层的成层构造	(234)
三、变质岩区的叠加褶皱	(238)
四、变质岩区的构造滑动断裂	(243)
五、变质岩系间的隐蔽不整合	(245)
第二节 变质岩区的构造解析	(246)
一、变质岩区构造解析的内容和步骤	(246)
二、构造解析的基础——地质填图	(249)
三、构造数据的收集和分析	(250)
四、区域构造模式的建立	(252)
参考文献	(254)

第十章 表生构造及撞击构造	(256)
第一节 表生构造	(256)
一、表生构造的特点	(256)
二、常见的表生构造	(256)
第二节 撞击构造	(261)
一、撞击作用	(261)
二、撞击构造的基本地质特征	(262)
三、撞击构造研究意义	(265)
全书主要参考文献	(267)

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对象，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，大到成百至数千平方公里乃至全球规模；小的则表现在一定范围的露头上或手标本上；更小的甚至需借助于显微镜才能观察。因此，对地质构造的观察研究，可以按规模大小划分为许多级别，称为“构造尺度”。构造尺度的划分是相对的，一般把构造尺度划分为巨、大、中、小、微以至超显微等级别。不同尺度的地质构造各有其不同的研究任务和研究方法。野外地质调查，通常是从小尺度或中尺度的地质构造观察研究入手。至于研究大尺度和巨大尺度的区域构造，除了对该范围的各种中、小型构造进行观察研究外，还要对该地区的地层发育情况，沉积岩相和建造特征，岩浆活动、变质作用以及成矿作用等进行综合研究分析。实际上已属大地构造学的研究范畴。

近二、三十年来，构造地质学发展迅猛。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深入。航空、航天遥感技术的应用和地球物理探测方法的发展，对地球构造的研究，已从陆地发展到海洋，从地壳表层深入到深层，将地球作为一个整体来研究，并与宇宙星体进行类比；电子显微镜的应用和实验构造的发展，深入研究晶体缺陷，分析微观、超微观变形，从而加深了对构造变形机制的了解。

本书作为地质专业基础课教材，将着重讲述中、小尺度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，则由区域地质和大地构造学等课程讲授。

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、地震地质及环境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。成矿物质的形成和运移等成矿作用，

都直接或间接地受到地壳运动的影响；矿产的形成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，就更高不开深入地、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。

影响人类赖以生存和发展的地质环境质量的诸多地质因素中，地质构造是其重要的因素。不同地区地质环境的差异及地表元素分布的不均一，在很大程度上与各地区地质构造的不同有关。因此，环境地质学在研究地质环境的形成和变化，预测和评价人类生产活动对环境的近期与长期的影响，保护、改善和利用地质环境，防止与减少地质灾害，地质构造的研究与之有密切关系

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社会主义四个现代化建设作出贡献。

三、构造地质学的研究方法

地质构造的研究应包括构造的几何学、运动学和动力学的研究，以及构造发育、演化的历史分析。构造几何学的研究是对各种地质构造的形态、产状和规模及其组合型式和相互关系进行观察、描述和测量；构造的运动学分析是根据构造几何学的有关资料和数据，去追索现有构造状态和位置的岩体在变形时，物质相继发生的位移、转动和应变等内部和外部的运动；而动力学的研究则是探索构造变形时作用力的性质、大小、方向、应力场的演化以及外力与应力之间的关系。构造的历史分析是通过野外观察和室内对有关资料的综合研究，阐明各种地质构造的形成时期及其发育顺序。这几个方面的研究是相互联系、相辅相成的。对构造形态进行几何分析则是构造地质学研究的基础，有了构造几何分析的基础，才可能正确分析地质构造的演化历史和成因，进而对各个地区的构造分析资料及其他方面的资料进行综合分析，从而揭示出地壳构造的形成和发展规律。

尽管对不同岩石类型地区地质构造和不同尺度构造的研究任务和方法各有不同，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，能较好地反

映地下构造形态的特征。

研究地质构造的形态、产状及其相互关系，一方面是采用填绘地质图、编制有关图件以及相应文字描述的常规方法；另一方面是通过对各种面状构造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，应用极射赤平投影或电子计算机作数理统计分析和自动化成图，从而得出地质构造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像、分析构造变形机制和恢复变形史等提供依据。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。

现代航空、航天遥感技术和航片、卫片的采用，扩大了观察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作用，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。

研究地质构造形成的力学机制，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，在设置的相应几何边界条件下，施加一定方式的力使之发生变形，观察其变形特点、应力与应变之间的关系，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于干涉色带组成的图像，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像，并与该地区的地质构造特征进行比较。高温高压实验和电子显微镜的应用，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。

随着地质构造研究的不断深入，人们对从地表到地下深处构造有了更进一步的了解，认识到地壳或岩石圈不同深度区的变形过程、变形机制和变形产物以及构造特点都是很不同的。因而，引用了C. E. Wegmann (1935) 提出的“构造层次”的概念。构造层次是指在一定变形幕过程中，由于在地壳不同深度温度、压力的不同而引起岩石物性的变化，从而形成各具特色的构造分层，或不同构造阶段引起的构造叠加。一般把地壳或岩石圈划

分为浅、中、深构造层次。各层次之间的界限并非等深圈层面，而且常常表现为渐变的过渡带或剪切带。由于构造作用，特别是逆冲断裂的推覆作用，可以把地壳深层或上部地幔的岩石推至地表，因而在地表的构造断裂带中常常可以见到地壳深层和上地幔的岩石零散分布。

在对规模不同、类型众多、成因多样的地质构造进行几何学、运动学和动力学的研究时，要兼顾宏观与微观、空间与时间、定性与定量的分析。或者说要对空（空间）、时（时间）、力（外力与应力）、物（岩性和物态）、境（地质背景和环境）等方面进行统一的辩证的分析。

在构造地质学研究中，还需与岩石学、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认识论原则；坚持理论联系实际的学风和严肃认真的科学态度；才能学好、用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大陆面积的75%。大陆地壳表层的地质构造很多都是由沉积岩形成的。观测分析沉积岩层的老构造、岩层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 沉积岩层的老构造

由两个平行或近于平行的界面所限制岩性基本一致的层状岩体叫做岩层，由沉积作用形成的岩层叫沉积岩层。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。两层间的垂直距离，就是岩层的厚度。由于沉积环境和条件的不同，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；有的岩层厚度不稳定发生一定的变化，有的向一侧变薄以致尖灭，形成楔形；有的向两侧同时变薄和尖灭，形成透镜状（图2-1）。

沉积岩在沉积过程中和成岩作用过程中产生的非构造变动的构造特征称为沉积岩层的老构造，如层理、层面构造、结核、叠锥以及生物遗迹、叠层石等等。沉积岩的老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有重要意义。沉积岩老构造不仅为研究和判断岩层形成时的古地理和地壳运动特征提供重要资料，而且有些老构造，诸如层理、层面构造等，还是鉴别

岩层顶、底面和确定岩层相对层序的重要依据，了解这些构造特征对观察、分析构造形态，确定岩层产状和岩石变形特征具有一定的指导意义，在某些情况下具有特殊的作用。

一、层理及其识别

层理是沉积岩最常见的一种老构造。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成层构造。层理的形成及其特征与组成岩石的成分，形成岩石的地质、地理环境以及介质运动特征有关。层理按其形态的不同可分为三种基本类型：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

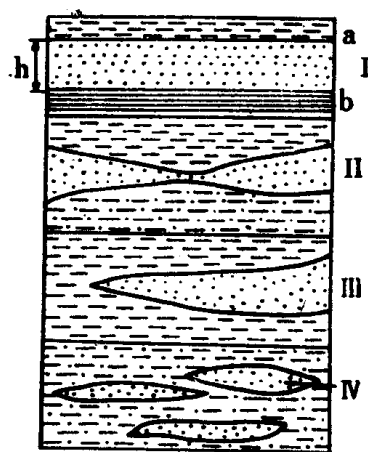


图 2-1 岩层的厚度和形态

a—顶面，b—底面，h—岩层厚度，I—板状岩层，II—岩层变厚变薄，III—岩层尖灭，呈楔形，IV—岩层呈透镜状

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仔细观察，尽力发现能鉴别层理的各种标志及岩层的其他原生构造去识别层理。

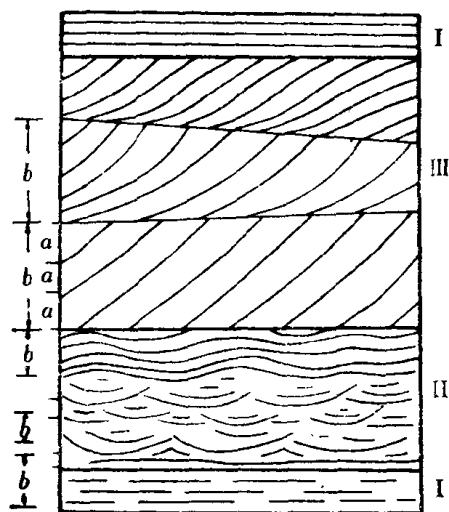


图 2—2 层理的基本类型
I—平行层理；II—波状层理；III—斜层理；a—细层；b—层系

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，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。但要注意区别由某些次生变化造成的岩石颜色差异。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，当其规模很大时，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. 岩层的原生层面构造 这些构造包括波痕、泥裂、雨痕、生物遗迹及其印模等，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，即岩层的顶面在上，底面在下，沿着岩层倾向，按由老到新的层单排列；但也有些岩层在强烈的构造变动后，产状变为直立甚至发生倒转，造成岩层底面在上，顶面反而在下，使岩层沿着倾斜方向，出现由新到老的层序倒置的现象。确定岩层的地质时代和层序，主要是依据化石。但是在某些情况下，尤其在缺乏化石的“哑地层”中，也可以根据岩层的原生构造或某些次生构造，通过判别岩层的顶、

底面去确定其相对新老层序。关于利用次生构造（如层间小褶皱、劈理等）确定岩层顶、底面问题，将在后面有关章节中论述。这里只介绍几种常见的而又比较可靠的确定岩层顶、底面的原生构造。

（一）斜层理

斜层理由一组或多组与主层面斜交的细层组成。不同类型的斜层理细层的倾斜方向也不同，可以向同一方向倾斜，也可向不同方向倾斜。斜层理能用来确定岩层顶、底面的方向，其判别特征是：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）。

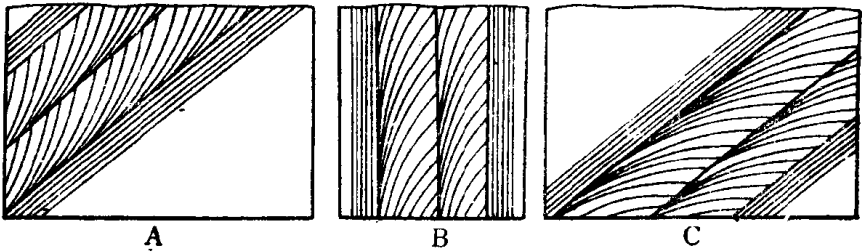


图 2—3 根据斜层理确定岩层顶、底面

（据M. P. Billings, 1947）

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

（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，如底部是砾石或粗砂质，向上可递变为细砂、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，也同样可作为鉴别岩层顶、底面的特征。这种具粒级层理特征的岩层变成浅变质岩石时，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，可能形成比由砂质变质的石英质粒度还要粗大的新矿物，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。

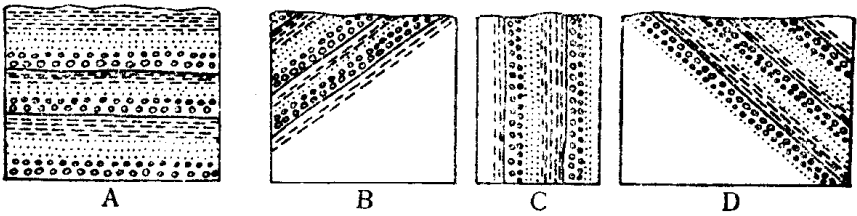


图 2—4 根据粒级层理确定岩层顶、底面

（据M. P. Billings, 1947）

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—直立岩层，顶面在右边；D—倒转岩层，顶面在左下方