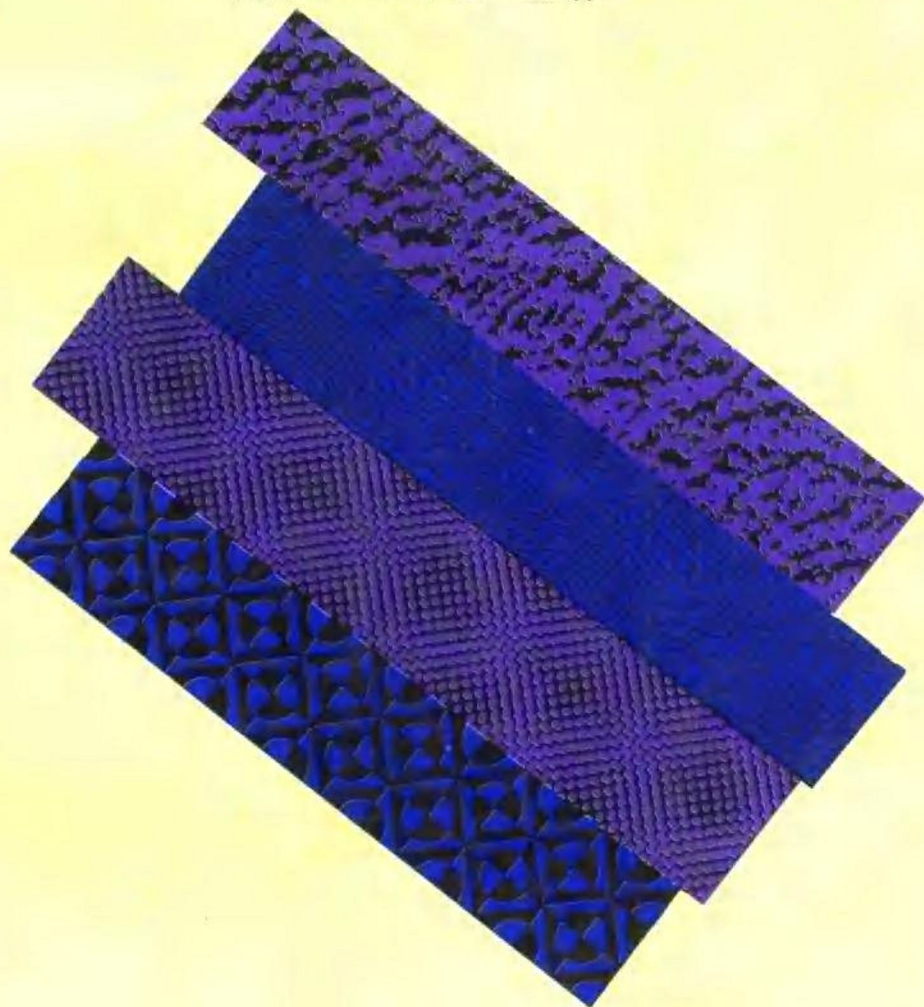


构造地质学原理

(修订版)

俞鸿年 卢华复 主编



南京大学出版社



高等学校教材

构造地质学原理

(修订版)

52/04/19

俞鸿年 卢华复 主编

南京大学出版社
1998·南京

内 容 提 要

本书内容包括构造地质学的课堂讲授(十二章与附文)、实验教材及附录。课堂讲授内容按先形态后成因顺序安排了十二章,其中第一至三章为构造形态描述,第四至六章为应力应变分析的力学基础,第七至九章为构造成因分析,第十章劈理、面理和线理及第十一章火成岩原生构造与火成岩区构造研究,因内容偏少,就不再将形态与成因分列章次。由于变质岩构造的特殊性,加之有些方面需进行专题深入研究,因此,作为大学教材,本书第十二章对变质岩区构造研究作了基础性的一般介绍。

编写和修订本书的指导思想是“打好基础”,对构造地质的一些基本理论问题和基本原理,着墨较多,尽量做到使学生知其所以然;对各类构造的野外观察和研究也不吝笔墨,以培养学生野外观察和分析构造的能力;对近一二十年来构造地质研究的新进展、新内容及有关的研究成果亦有不同程度的反映,以为学生今后深入研究打下基础。实验教材(按十六次实验编写)多半承袭了“原书”及以往同类教材的内容并有所取舍,强调基本技能的训练和培养学生的动手能力。

本书主要供高等院校地质类专业师生教学用,也可供地质生产和研究人员参考。

构造地质学原理

(修订版)

俞鸿年 卢华复 主编

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码:210093)

江苏省新华书店发行 江苏省地质测绘院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 插页 12 字数 410 千

1998 年 1 月第 1 版 1998 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-305-03043-0/P·114

定价: 21.50 元

前言

本书是在1986年地质出版社出版的《构造地质学原理》(以下简称“原书”)一书的基础上修订而成。《原书》由俞鸿年、卢华复主编,沈修志、孙岩、邓锡殃、黄钟瑾、董火根等参加编写;在邓海泉、徐开礼教授主审的基础上,复经地质矿产部原构造地质学教材编审委员会全体委员审查通过,并作为高等学校教材推荐出版,责任编辑为张荣昌、蔡学林。

“原书”共分形态构造地质学、成因构造地质学、实验构造地质学三篇十六章及实验教材,“赤平极射投影方法在构造地质学中的应用”作为附文放在第一篇形态构造地质学末。根据该书多年来使用的教学实际情况和读者意见,现取消分篇,但仍保留将构造形态和构造成因分别相对集中的编写体系和编排方式;原第三篇实验构造地质学因其内容在一般构造地质基础研究中较少涉及,且大多数教学、研究单位目前还不具备进行这方面研究的仪器设备条件,故予删去,但在本书修订中参考了其中某些有关内容;原第二篇第十二章“构造应力场”取消,将有关内容并于本书第四章中。

根据近十年来国内外构造地质学研究进展和成果,对“原书”内容作了增删、修改和充实,如将“岩石变形与应变分析基础”单独列章,使塑性变形机制和有限应变测量内容得到一定程度的扩展;对韧性剪切带内容给予适度深化;此外,对近年来研究进展较快的伸展构造、平衡地质剖面、侵入体侵位机制等内容也作了概述性的补充介绍。

本书修订中所参考的国内已出版的教材主要有朱志澄、宋鸿林主编的《构造地质学》(1990年中国地质大学出版社出版),徐开礼、朱志澄主编的《构造地质学》(第二版,1989年地质出版社出版),郑亚东、常志忠主编的《岩石有限应变测量及韧性剪切带》(1985年地质出版社出版)等,在此谨表谢意。对关心和鼓励本书修订工作的地质矿产部构造地质学课程指导委员会全体委员,我们也深表感谢。

本书修订工作是由俞鸿年(第1~12章)、张庆龙(附文和实验教材)完成的,卢华复提供了“平衡地质剖面概述”一节的初稿。

由于水平所限,错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

俞鸿年 卢华复 张庆龙

1994年2月于南京大学地球科学系

目 录

绪论	(1)
第一章 成层构造和地层接触关系	(3)
第一节 成层构造的基本概念	(3)
一、层状岩石的原始产状及其变动	(3)
二、岩层的产状要素	(3)
三、岩层露头线的分布规律	(4)
第二节 鉴别岩层顶、底面的原生构造	(6)
一、粒级层理	(6)
二、斜层理	(7)
三、波痕	(7)
四、冲刷印模	(7)
五、同生变形	(8)
六、泥裂(干裂)	(8)
第三节 地层的接触关系	(8)
一、整合接触	(9)
二、不整合接触	(9)
三、不整合的意义及其研究中应注意的问题	(10)
主要参考文献	(12)
第二章 褶皱构造	(13)
第一节 褶皱要素	(13)
第二节 褶皱形态描述	(15)
一、褶皱几何形态描述	(15)
二、剖面上褶皱形态描述	(16)
三、褶皱平面形态描述	(17)
四、轴面与枢纽产状相结合的褶皱形态描述	(17)
五、褶皱组合形态描述	(18)
第三节 褶皱的形态类型	(20)
一、根据岩层厚度变化的褶皱分类	(20)
二、根据岩层等倾斜线型式的褶皱分类	(21)
第四节 褶皱形态的认识和研究方法	(23)
一、野外观察研究褶皱形态的方法	(23)
二、褶皱在地质图上的表现	(24)
三、褶皱形成时代的研究	(27)
主要参考文献	(27)
第三章 断裂构造	(29)
第一节 节理	(29)

一、概述	(29)
二、节理的分类	(29)
第二节 断层及其几何要素	(32)
一、断层面和断层带	(32)
二、断盘	(32)
三、断层擦痕的倾伏与侧伏	(32)
四、断层位移	(32)
第三节 断层的分类与组合类型	(34)
一、断层的分类	(34)
二、断层的组合类型	(35)
第四节 断层的标志及其产状与性质的鉴别	(37)
一、判断断层存在的标志及断层两盘相对动向的鉴别	(37)
二、断层效应	(44)
三、断层活动时代的确定	(46)
第五节 大型断裂简述	(46)
一、裂谷	(47)
二、生长断层	(47)
三、走向滑动断层	(47)
四、推覆构造	(48)
主要参考文献	(49)
 第四章 岩石变形分析的力学基础	(50)
第一节 应力概念	(50)
一、外力、内力和应力	(50)
二、主应力、主应力面与主应力轴	(51)
第二节 应力状态分析	(52)
一、单轴应力状态分析	(52)
二、双轴应力状态的二维分析	(54)
三、应力状态的三维分析	(57)
四、应力集中	(58)
第三节 构造应力场	(59)
主要参考文献	(60)
 第五章 岩石变形与应变分析基础	(61)
第一节 应变	(61)
一、线应变和剪应变	(61)
二、主应变与应变椭球	(62)
第二节 变形	(64)
一、非旋转变形和旋转变形	(64)
二、变形阶段	(65)
三、塑性变形机制	(67)
四、破裂变形	(71)
五、递进变形	(75)
第三节 有限应变测量概述	(77)

一、标志体原始形态为圆球	(78)
二、标志体原始形态为椭球	(78)
主要参考文献	(80)
第六章 影响岩石力学性质及岩石变形的因素	(81)
第一节 围压	(81)
第二节 温度	(82)
第三节 溶液	(83)
第四节 孔隙压力	(84)
第五节 时间	(85)
一、岩石的粘性	(85)
二、蠕变与松弛	(85)
三、快速施力、缓慢施力与重复施力对岩石变形的影响	(87)
主要参考文献	(87)
第七章 节理成因分析	(89)
第一节 张节理与剪节理	(89)
一、张节理	(89)
二、剪节理	(91)
第二节 节理力学性质的复合	(92)
一、节理力学性质的复合现象	(93)
二、节理力学性质复合的成因分析	(93)
第三节 节理的组和系	(94)
一、节理组、系的划分	(94)
二、共轭节理系及其鉴别	(95)
第四节 节理的间距和密度	(96)
第五节 节理的观测和统计	(97)
一、节理的观察	(97)
二、节理的测量和室内资料整理	(97)
主要参考文献	(98)
第八章 断层成因分析	(100)
第一节 断层的活动机制	(100)
第二节 均匀介质中断层发育的应力状态——安德生模式和哈弗勒模式	(101)
第三节 非均匀介质中断层与主应力轴的关系	(104)
第四节 断层的成因分类问题	(105)
第五节 正断层的成因分析	(105)
一、形成正断层的应力条件	(105)
二、正断层形成的构造背景	(106)
第六节 逆断层的成因分析	(108)
一、高角度逆断层的成因	(108)
二、低角度逆断层的成因	(108)
三、逆掩断层和推覆构造的成因	(110)

第七节 平移断层的成因分析	(114)
一、平移断层的两种形成方式	(114)
二、平移断层的派生构造	(115)
三、收敛平移断层作用与分散平移断层作用	(116)
四、平移断层引起的垂直运动	(117)
第八节 韧性剪切带	(118)
一、剪切带的概念与类型	(118)
二、韧性剪切带特征及其研究	(119)
第九节 伸展构造概述	(123)
主要参考文献	(125)
第九章 褶皱成因分析	(127)
第一节 褶皱形成机制	(127)
一、纵弯褶皱作用	(127)
二、剪切褶皱作用	(131)
三、横弯褶皱作用	(134)
四、柔流褶皱作用	(135)
第二节 褶皱的发育	(136)
一、褶皱主波长的概念	(136)
二、接触变形及其对褶皱发育的影响	(138)
三、多层岩石的褶皱及其构造形态	(139)
四、压扁作用对褶皱发育的影响	(140)
五、影响褶皱发育的主要因素	(142)
第三节 底辟构造的成因	(143)
第四节 褶皱与断裂的组合关系	(145)
一、纵弯褶皱的伴生节理	(146)
二、横弯褶皱的伴生节理	(148)
三、褶皱与断层的伴生关系	(148)
第五节 平衡地质剖面概述	(149)
一、平衡地质剖面的概念及其意义	(149)
二、平衡地质剖面的检验原则	(149)
三、平衡地质剖面的编制	(150)
主要参考文献	(152)
第十章 劈理、面理和线理	(153)
第一节 劈理	(153)
一、劈理的域构造	(153)
二、劈理的类型	(153)
三、劈理成因	(155)
四、劈理与大构造和成层构造的关系	(157)
五、劈理的观测和研究	(158)
第二节 线理	(158)
一、小型线理的类型	(158)
二、大型线理的类型	(160)

三、线理的观测和研究·····	(161)
主要参考文献 ·····	(162)
第十一章 火成岩原生构造与火成岩区构造研究 ·····	(164)
第一节 侵入岩原生构造·····	(164)
一、流动构造·····	(164)
二、塑性变形构造·····	(165)
三、脆性破裂构造·····	(166)
第二节 火山岩原生构造·····	(167)
一、层状构造·····	(167)
二、破裂构造·····	(168)
三、火山构造·····	(169)
第三节 火成岩区构造研究·····	(173)
一、岩墙群构造·····	(173)
二、侵入体侵(定)位机制·····	(174)
三、火山岩喷发与区域构造关系·····	(176)
四、侵入体相带划分及侵入体与围岩接触带形态的恢复·····	(176)
五、岩体与围岩的接触关系·····	(177)
六、侵入岩次生构造·····	(177)
第四节 撞击构造·····	(177)
主要参考文献 ·····	(178)
第十二章 变质岩区构造研究 ·····	(180)
第一节 变质岩区构造的基本特征·····	(180)
一、新生变质构造的广泛性·····	(181)
二、多期变质构造的叠加性·····	(181)
三、变形与变质作用的相关性·····	(181)
第二节 构造置换·····	(182)
一、层理的置换过程·····	(183)
二、置换现象的识别·····	(184)
第三节 叠加褶皱·····	(184)
一、叠加褶皱的干扰型式·····	(184)
二、叠加褶皱的识别·····	(186)
第四节 变质岩区构造野外研究方法概述·····	(188)
一、填绘构造岩性图·····	(188)
二、编制变形面图·····	(189)
三、选定重点构造研究地段·····	(189)
主要参考文献 ·····	(189)
附文 赤平极射投影方法在构造地质学中的应用 ·····	(191)
一、赤平极射投影的原理·····	(191)
二、平面和直线的赤平投影特征·····	(192)
三、赤平投影网及其用法·····	(193)
四、基本作图方法·····	(196)

主要参考文献	(207)
--------	-------

实验教材

实验一	用间接方法确定岩层产状要素	(209)
实验二	地质图的基本知识和地质图的判读	(211)
实验三	根据岩层产状要素编制倾斜岩层地质图及岩层厚度的计算	(215)
实验四	赤平极射投影方法在构造地质学中的应用 (之一)	(219)
实验五	赤平极射投影方法在构造地质学中的应用 (之二)	(220)
实验六	真倾斜与视倾斜的换算和构造线产状的测定	(221)
实验七	赤平极射投影方法在构造地质学中的应用 (之三)	(223)
实验八	绘制褶皱横截面图	(226)
实验九	绘制和分析构造等高线图	(228)
实验十	绘制节理极点图和等密图	(231)
实验十一	根据共轭节理求主应力轴方位并绘制构造应力场图	(234)
实验十二	赤平投影在断裂构造研究中的应用	(235)
实验十三	读褶皱断层区地质图并绘制地质剖面图	(239)
实验十四	构造模拟实验	(243)
实验十五	构造标本模型观察	(247)
实验十六	综合读图及分析地质构造并绘制地质剖面图	(248)

后 记	(250)
-----	-------

附 录

附录 I	各种常见岩石花纹图例	(251)
附录 II	各种地质符号	(254)

插 页

附图 1	吴氏网
附图 2	施密特网
附图 3	赖特网
附图 4	普洛宁网
附图 5	凌河地形地质图
附图 6	松溪地形地质图
附图 7	鹰岩地质图
附图 8	凉风垭地区地形图
附图 9	郟庐断裂中段派生构造应力场图
附图 10	望洋岗地质图
附图 11	松岭峪地质图
附图 12	景陵峪地质图

绪 论

一、构造地质学的研究对象与内容

构造地质学的研究对象是地壳或岩石圈的结构,即地质构造。地质构造反映出地壳或岩石圈各个组成部分的形态及其相互结合(或构成)的方式和面貌特征。如一部分较平缓褶皱的岩层可与一部分紧闭褶皱的岩层之间以断层相连接;又如在露头上常见到岩石被节理切割而破碎等。岩层的各种褶皱、断层、节理均属地质构造。地质构造的规模可大可小,它们主要是岩石在形成过程中或形成以后受了内、外动力地质作用而产生的变形。因此,可以将地质构造看作是岩石变形的产物。

构造地质学的主要研究内容可分三个方面:

空间方面 主要研究构造的形态特征、分布与组合型式;

时间方面 主要研究构造的形成时间、顺序与演变;

成因方面 主要研究构造的形成机制及其发育的地质条件。

从变形角度来看,这三方面的内容可归并为变形分类学与变形成因学,或称形态构造地质学与成因构造地质学。形态与成因二者既有联系,又有区别。认识构造形态是分析构造成因的基础;了解构造成因,反过来也有助于深刻地认识不同形态的构造,并掌握其分布、组合的规律。生产实践对构造研究工作的要求不尽相同,如某些工程建设中对地基稳定性的研究,主要涉及的是形态构造地质学方面的问题;为总结区域成矿规律与进行成矿预测,对构造研究的要求则不仅仅限于形态,还需要更多有关构造成因方面的资料。因此,形态构造地质学与成因构造地质学无疑是构造地质学研究的主要内容。除此之外,为了解各种岩石在不同温度、压力、应变速率等条件下变形的力学行为,研究构造形成的力学机制以及重现构造发育的某些过程,进而检验根据野外观察所作构造成因的理论推断,需要进行实验研究,包括岩石有关的力学参数的实验测定与各种模拟实验。

大地构造学与岩石组构学同样也是构造地质学的研究内容。前者以区域性构造以致整个地壳、岩石圈的构造为对象,从宏观角度研究和阐述为什么地壳曾经全部变形,进一步探讨和追溯地壳变形力的来源。后者则通过组构的几何分析方法,更多地从微观尺度探讨岩石变形过程中的运动学和动力学方面的问题。

由上可见,构造地质学的研究内容十分广泛。但是,本书内容主要是形态构造地质学与成因构造地质学。至于大地构造学与岩石组构学,因有后续课程系统讲授,本书从略。附带说明的是本书第十章劈理、面理和线理、第十一章火成岩原生构造与火成岩区构造研究、第十二章变质岩区构造研究,由于其研究内容及研究方法与一般沉积岩区构造有所不同,而且在先行课程中很少叙及,因此,尽管其中也有形态方面的内容,本书仍将其形态与成因合并成章。这样更符合由浅入深,循序渐进的教学规律。

二、构造地质学的研究方法

构造地质学与古生物地层学、岩石学是地质学的三门专业基础学科。在解决资源、能源、水

工建设、地震预报等生产实际问题中,以及在研究区域地质发育规律从理论上指导生产实践的过程中,这三门专业基础学科需要相互配合,并均有自己独特的重要意义。地质构造存在于一定时间、空间范围的地质体中,它不是别的什么,而是地层或岩石。因此,研究地质构造不能脱离其所在的地层或岩石;李四光曾概括构造地质学的任务是同时研究建造与改造,指明地质构造的研究要同物质成分的研究相结合。这也就是构造地质学研究中所需运用的历史地质分析与构造变形分析相结合的重要方法。

地质制图是构造地质研究中必需采用的另一重要方法。地质构造以一定的产状、形态、规模存在于三维空间之中。因此,将野外观测到的各种地质现象,用一定比例尺的平面地质图、剖面图及其他图件表示出三维空间的构造形态是十分重要的。在地质制图过程中充分运用航片、卫片以及各种地球物理资料,不仅事半功倍地弥补地表观察的局限,而且还能获得地下构造的某些信息。这些资料有助于从三维空间认识和分析地质构造。

显微构造与组构的几何分析方法在深入研究岩石变形过程中物质的运动和导致变形的作用力等方面具有重要意义。运用这种方法除要求具备坚实的岩石学与野外地质工作的基础外,还须掌握显微镜和费氏台的工作方法。

实验构造地质学作为深入研究构造地质的一种有效手段,已越来越为人们所重视,也是近年来地质研究中进展比较显著的一个领域。它在从定性的物理模拟到定量的数学模拟;从常温、常压条件下的实验到高温、高压条件下的实验;从宏观的岩石矿物的实验到微观的模拟矿物变形实验等方面都有显著进展。70年代以来,由于透射电镜与电子计算机等先进技术的引入,大大丰富了实验构造地质学的内容,提高了实验构造地质学的水平,并使构造研究深入到超微观的晶体变形中成为可能。

地质构造往往是在漫长的地质历史中形成的。这种过程是人类历史无法经历和难以重复的,也是野外观测中难以全面观察到的。因此,运用辩证的思维方法,分析和评价野外所获的资料就显得特别重要。“多重暂定假说”是野外研究构造地质问题经常采用的一种辩证思维方法。这种思维方法的实质是,在掌握一定的实际资料的情况下,先拟定出各种可能与已知事实不相矛盾的工作假说,即作出一定的判断,而后进一步观察和收集资料,用新的事实对前面的判断加以检验和修正;其中一些假说可能被新的事实否定,另一些则会得到补充、发展或形成又一个工作假说。如此循环反复,逐步深入,使判断不断趋于全面、正确。运用多重暂定假说这一思维方法可以避免见其一点,不及其余,过早地作出依据不够的论断,或者始终感到资料依据不足,而不作出较切实际判断的这两种极端情况。

第一章 成层构造和地层接触关系

第一节 成层构造的基本概念

一、层状岩层的原始产状及其变动

成层构造有原生与次生两类。原生成层构造又称层理,常见于沉积岩及火山岩中。它由物质成分、颗粒大小、颜色、结构构造等的差异而表现出来。这种构造是在岩石形成过程中产生的。层理面是研究构造变形及其历史的重要的参考面。次生成层构造常见于变质岩中,它是由变形变质作用所形成的,如片理、片麻理等。因此,沉积岩、火山岩及变质岩常表现为具有层状构造的岩层。

沉积岩层的原始空间位态多呈水平或近于水平,只有在沉积盆地边缘、岛屿周围、水下隆起或火山锥附近等局部地区,才会出现原始倾斜。因此,在认识和分析岩层产状和变形时,常以水平面作为参考面与岩层面进行对照确定。

原始位态水平的岩层,可以因为后来的地壳运动或浅表的动力作用改变其水平状态而倾斜、直立或弯曲,甚至发生破裂,形成褶皱、节理、断层、劈理等各类构造形态。

二、岩层的产状要素

地质上任何构造面(如层面、节理面、断层面、劈理面、不整合面等)的空间位态,即产状,是由走向与倾斜(包括倾角与倾向)来确定的,通常所说的产状要素就是指走向与倾斜。对于岩层而言,其产状还应增加厚度这一要素。厚度是指两个大致平行的层面之间的垂直距离。由于实际工作中涉及构造面的问题较多,因而走向、倾斜往往成为产状要素^①的同义词。

在构造地质学研究中还经常遇到线状构造的变动问题。“线”的产状要素是倾伏与侧伏,二者的区别在于测量面的不同。如图 1-1 所示,倾伏是在包含线 OF 的直立剖面上测量的,该线与其水平投影线之间的夹角称为倾伏角(图 1-1, $\angle EOF$, 即 $\angle \alpha$);水平投影线指向下倾的方向为倾伏向(图 1-1, $O \rightarrow E$ 方向)。侧伏在包含线 OF 的构造面上测量,该线下倾一端与构造面走向线的锐交角(图 1-1, $\angle BOF$, 即 $\angle \beta$)称为侧伏角,构成此锐交角的走向线一端的方向称为侧伏向(图 1-1, $O \rightarrow B$ 方向)。

倾伏与侧伏可在野外直接测得。从图 1-1 可看出二者有如下关系(式中文字代号含义同图 1-1):

$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot \sin \gamma \quad (1-1)$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\cos \beta}{\sin \beta \cdot \cos \gamma} \quad (1-2)$$

① 产状要素表示方法有三种:(1)走向/倾向象限、倾角,如 $290^{\circ}/\text{SW} \angle 20^{\circ} (\text{N}70^{\circ}\text{W}/\text{SW} \angle 20^{\circ})$;(2)走向、倾角、倾向象限,如 $290^{\circ}/20^{\circ}\text{SW}$;(3)倾向、倾角,如 $200^{\circ} \angle 20^{\circ}$,三种表示方法通用。

三、岩层露头线的分布规律

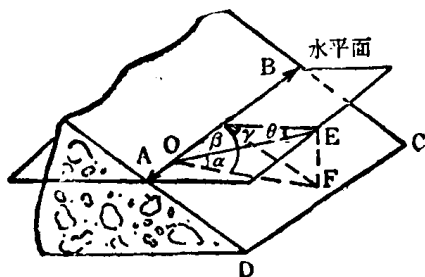


图 1-1 线要素 OF 之倾伏与侧伏

$ABCD$ —断层面或其他构造面；

OF —擦痕线或其他构造线；

$O \rightarrow E$ —倾伏向；

$O \rightarrow B$ —侧伏向；

α —倾伏角；

β —侧伏角；

γ —构造面倾角；

γ —倾伏向与构造面倾向之夹角

对于层状地质体在三维空间的分布,经常利用平面图来表示。因此,应注意层状地质体的产状在平面上的表现,即露头线的分布规律。

露头线是指构造面(包括岩层面)与地面的交线,地质图上所画的各种地质界线,如地层界线、断层线、侵入体与围岩的接触界线等,皆是各有关构造面露头线的水平投影。假如各构造面是平面(实际上任何构造面均非严格意义上的平面,但可以分段地当作平面来处理,或者从统计的意义上作为平面来处理),那么不论构造变动如何复杂,其空间的位态不外三种:水平的、直立的和倾斜的。构造面这三种位态的露头线有一定的分布规律。现以层面为例,分述于下。

(一) 水平岩层

水平岩层露头线与地形等高线平行或重合,但不相交(图 1-2 I 线)。

(二) 直立岩层

直立岩层露头线呈直线延伸,不受地形影响,其延伸方向即岩层的走向(图 1-2 II 线)。

(三) 倾斜岩层

倾斜岩层走向与山脊或沟谷延伸方向近于垂直时,露头线均呈“V”字形分布(图 1-2 III 线)。依据岩层倾斜与地面坡向、坡角的三种不同关系而呈现三种不同分布规律的“V”字形形态。这种规律称为“V”字形法则。现以穿过沟谷的露头线为例,分述如下:



图 1-2 岩层露头线及其水平投影(右图为平面图,图中数字表示等高线高度)

I—水平岩层; II—直立岩层; III—倾斜岩层

(1) 岩层倾向与地面坡向相反时,“V”字形露头线尖端指向沟谷上游,但其张开角度大于等高线(图 1-3)。

(2) 岩层倾向与地面坡向相同,且岩层倾角大于地面坡角时,“V”字形露头线尖端指向沟谷下游(图 1-4)。

(3) 岩层倾向与地面坡向相同,且岩层倾角小于地面坡角时,“V”字形露头线尖端指向沟谷上游,但其张开角度小于等高线(1-5)。

如岩层露头线穿过山脊,则“V”字形露头线的尖端指向与上述相反。

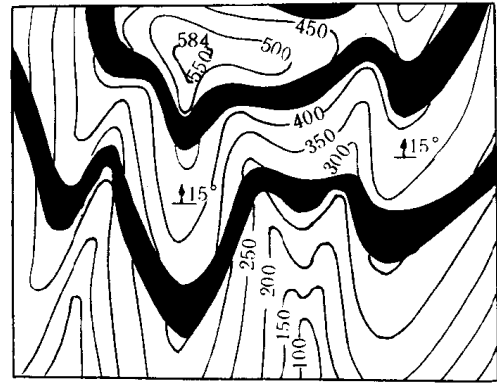
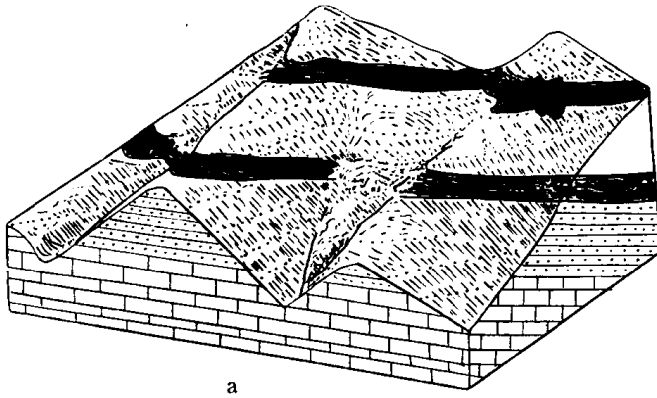


图 1-3 倾斜岩层“V”字形露头线形态之一
a—立体图； b—平面图

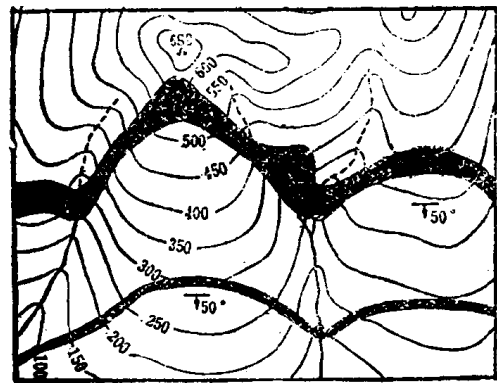
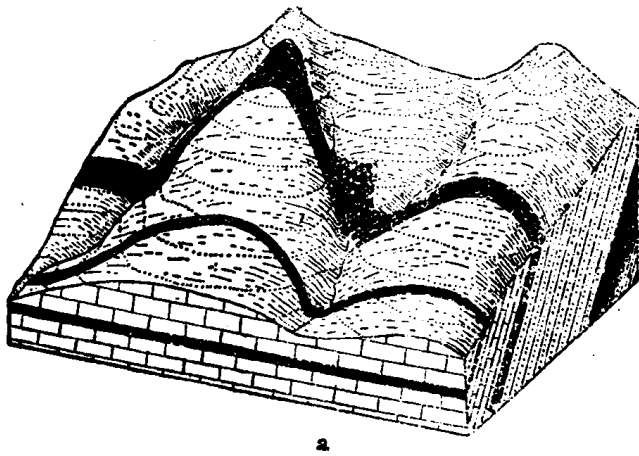


图 1-4 倾斜岩层“V”字形露头线形态之二
a—立体图； b—平面图

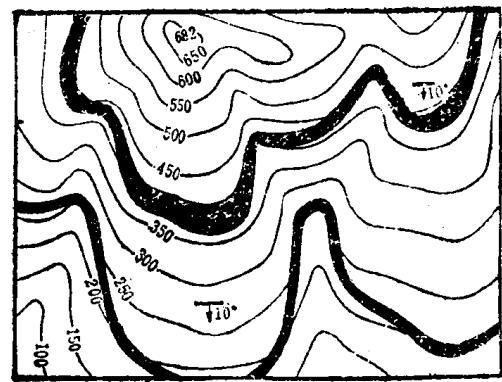
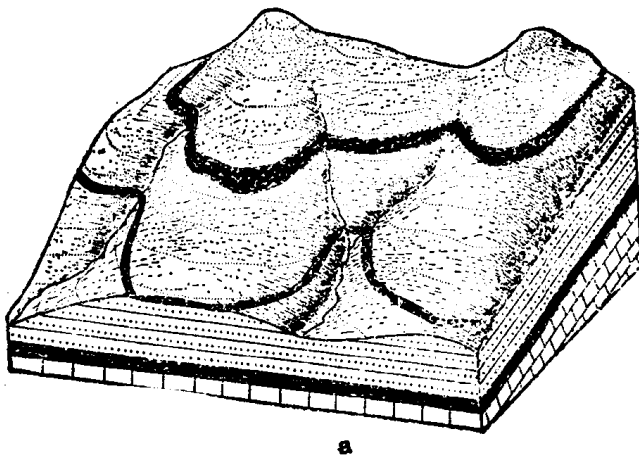


图 1-5 倾斜岩层“V”字形露头线形态之三
a—立体图； b—平面图

“V”字形法则在填制大比例尺(大于1:50000)地质图时必须考虑,但在中、小比例尺(小于1:50000)地质图上,则由于地形等高线不能明显反映地形的细节,因而难以应用该法则将露头线弯曲形态表示出来(除产状较缓、地形起伏较大的中比例尺地质图以外)。这类图上,露头线的分布主要受岩层走向的控制,露头线的弯曲往往代表走向的改变。

第二节 鉴别岩层顶、底面的原生构造

不同的时间,不同的地点,其地壳运动有强弱的差别。地壳运动微弱的地区,从大范围来看,岩层一般表现为微倾斜或水平状态。在这种情况下,无疑下部岩层时代较老,上部岩层时代较新。对于倾斜岩层而言,顺其倾向,岩层时代愈来愈新,这就是倾斜规则。但是对于地壳运动强烈而使岩层倒转或直立的地区,就不能机械地用倾斜规则去判断层序、层位,否则就会错误地判识构造类型。如图1-6a所示,单从产状判断像是一简单的单斜岩层,如按倾斜规则定其层序,则会认为左边岩层时代较新,但按其真正层序并进行对比后,得知是一紧闭的等斜褶皱;又如图1-6b,当层序不清时,可以误认为是简单的直立褶皱,但当层序明确后,则可知是早期平卧褶皱经过再次褶皱作用而形成的叠加褶皱。

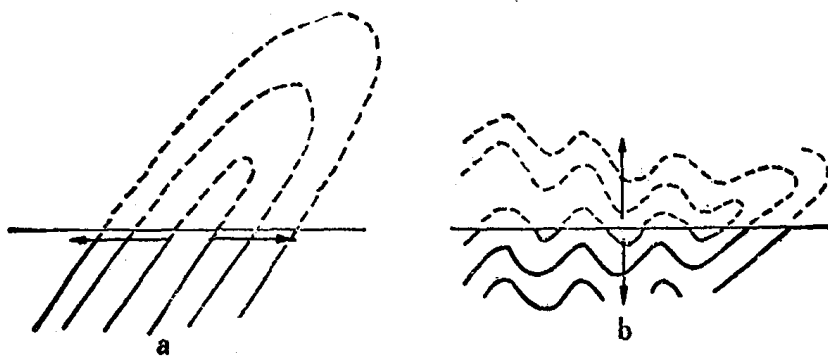


图 1-6 假设地面水平的地质剖面图

(据 Hobbs et al., 1976)

a—等斜褶皱;b—叠加褶皱(箭头指向层序变新方向)

上述二例表明,为了准确识别构造,必先明确岩层的层序、层位关系。在含化石的沉积岩层中,可利用化石的新老关系确定岩层的层序、层位,但在缺乏化石的岩层中则需利用各种原生与次生构造鉴别出岩层的顶、底面,以明确其层序、层位关系。只有明确了层位顺序,才能为分析褶皱形态与断层两盘动向提供必要的依据。

原生构造是指在沉积物堆积与成岩过程中,或火山岩在冷凝的过程中所产生的构造。本节将介绍常用来鉴别岩层顶、底面的几种沉积岩原生构造。

一、粒级层理

粒级层理又称递变层理或粒序层理。特别是在一单层内部(一般厚几厘米至几米),颗粒粒度由底至顶逐渐变细,其间无明显界线。因此,根据其底粗顶细的粒度渐变特点可确定岩层顶、底面(图1-7)。

粒级层理一般可见于沉积碎屑岩与火山碎屑岩以及原岩为碎屑岩的轻度变质岩中。粒级

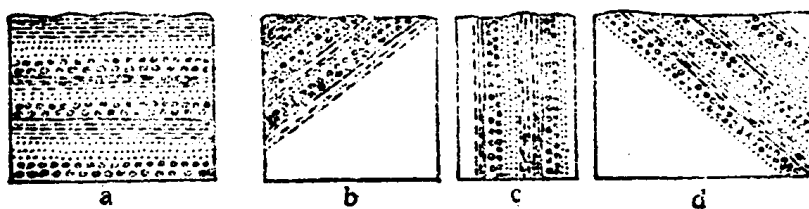


图 1-7 各种产状岩层的粒级层理

(据 Billings, 1972)

a—水平岩层, 上方为顶面; b—倾斜岩层, 左上方为顶面; c—直立岩层, 右方为顶面; d—倒转岩层, 左下方为顶面

层理在浊流沉积中发育得最好(Hobbs et al., 1976), 在一些粗碎屑岩或化学沉积岩中(特别是石膏和硬石膏)有时也有反向粒序出现(Hills, 1972)。因此, 应用粒级层理确定岩层顶、底面须加注意, 应综合观察其他构造现象仔细鉴别。

二、斜层理

由于沉积环境的差异, 斜层理的类型很多, 能用于确定岩层顶、底面的斜层理, 其特点是: 在一单层内部, 细层面大致有规则地与层间的分隔面(主层理)呈斜交的关系, 上部与主层理呈角度截交, 下部呈收敛变缓而与主层理相切(图 1-8)。根据这种顶截底切的特征可以鉴别岩层的顶、底面。

斜层理常发育于沉积碎屑岩中, 它能经受一定程度的变质作用, 因此, 在轻度变质岩中也可利用它确定上下层序。但应注意观察它们是否是沉积成因(Hobbs et al., 1976)。

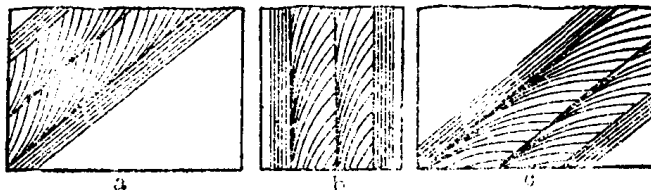


图 1-8 能用于确定岩层顶、底面的斜层理

(据 Billings, 1972)

a—正常层序岩层, 左上方为顶面; b—直立岩层, 右方为顶面;
c—倒转岩层, 右下方为顶面

三、波痕

波痕有浪成与水流波痕两种成因类型。根据浪成波痕的形态特征可以鉴别岩层顶、底面。

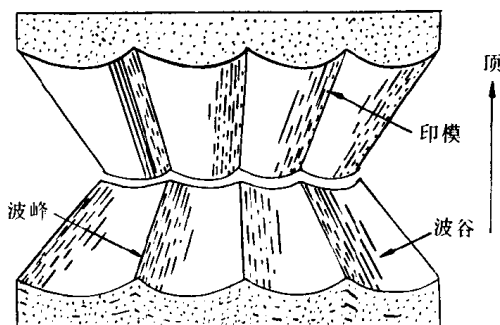


图 1-9 浪成波痕原型(下半部)与其铸型(上半部)示意图

(据 Shrock, 1948)

浪成波痕又称振荡波痕, 其剖面形态是由尖棱状的波峰与圆弧形的波谷组成的对称波形曲线(图 1-9)。不论是岩层顶面的原型或是底面铸型, 其波峰尖端总是指向岩层顶面, 波谷的圆弧凸向底面。因此, 它能较可靠地用来确定岩层顶、底面。

水流波痕在剖面上表现为不对称波形曲线, 由于其形态特征在原型与铸型中相似, 故难以用来鉴别岩层顶、底面。

四、冲刷印模

冲刷印模又称像形印模, 是指在泥质岩层顶面, 由