

高等学校教材

构造地质学

主 编 李德伦 王恩林
副主编 梁一鸿 刘志宏

吉林大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

构造地质学/李德伦 王恩林主编·—长春:吉林大学出版社,2001.7

ISBN 7—5601—2544—1

I. 构… II. 李… III. 构造地质学 IV. P54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 041768 号

构造地质学

主编 李德伦 王恩林

特邀责任编辑、责任校对:许海生

封面设计:张沐沉

吉林大学出版社出版
(长春市解放大路 125 号)

吉林大学出版社发行
吉林省劳动彩印厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16
印张:19.375 插页:6 页
字数:446 千字

2001 年 8 月第 1 版
2001 年 8 月第 1 次印刷
印数:1—2000 册

ISBN 7—5601—2544—1/TP·5

定价:26.50 元

前 言

本书是在1986年和1987年由孙德育、王恩林教授主编的《构造地质学导论》和《构造地质学原理》两本试用教材基础上重新编写的。原书作者有孙德育、王恩林、曹熹、杨振升、王林祥教授。在此，谨向为我校构造地质学学科作出突出贡献的上述先生致以诚挚的敬意。

本书编写的指导思想是打好基础，拓宽思路。内容上既要反映构造地质学的基本理论和方法，又要反映近年来学科发展的最新成果。在章、节安排上既要保证内容的系统性和完整性，又要符合由浅入深的教学规律。其目的是培养新世纪地质人才，使其全面掌握构造地质学的基础理论、基础知识和构造研究方法和技术。本教材共分13章、实习内容21次，在内容上增强了岩石变形和应变分析；删除了部分繁琐的褶皱、断裂的几何学分类，突出了具有定量和成因意义的分类方案；对褶皱、断裂作用着墨较多，对近年来研究进展较快的推覆构造、伸展构造、走滑构造等地学的热点问题单独列章；对韧性剪切带、有限应变测量、平衡地质剖面、地质体的塑性变形机制、侵入体的侵位机制和叶理的成因机制等予以适当的补充和修改。

本书编写中主要参考国内已出版的教材有：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），朱志澄主编的《构造地质学》（第二版，1999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），俞鸿年、卢华复主编的《构造地质学原理》（修订版，1998年南京大学出版社出版），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），单文琅、傅昭仁主编的《构造地质学基础教程》（1987年武汉地质学院内部印刷），对以上作者在此深表感谢。

本书编写中吸收了孙德育、王恩林、曹熹、杨振升、王林祥、王成金、李占德、杨丙中等教授多年教学和科研成果，可以说，该书是构造地质学教研室几代人共同劳动的结晶。

参加本书编写的有：李德伦负责绪论、第一、二、七、八、九、十二章和实习第1~5节、8~13节、16节、21节的编写；王恩林负责第四、五章的编写；梁一鸿负责第三、四章和实习第17~18节的编写；刘志宏负责第十、十三章和实习第7节、19~20节的编写；刘正宏负责十一章的编写；张宝福负责实习第14~15节的编写；钟铎负责实习第6节的编写，最后由李德伦、王恩林、梁一鸿、刘志宏统稿。

对于支持和关心本书出版的孙德育教授及刘俊来、杨丙中、王成金、葛肖虹等教授和曹成润副教授的精心审阅并提出宝贵意见谨表谢意。

限于编者水平，敬请读者对本书的错误和不妥之处，予以指正。

编 者

2001年3月于吉林大学地球科学学院

• 1 •

目 录

绪 论	1
一、构造地质学研究的对象及内容	1
二、构造地质学的研究方法	1
三、构造地质学的研究意义	2
第一章 地质体的产状及接触关系	3
第一节 地质体及地质体的产状	3
一、地质体的概念	3
二、地质体的类型	3
三、地质体的产状	3
第二节 层状地质体的产状及其露头界线	5
一、水平岩层	5
二、倾斜岩层	6
第三节 岩层岩体的接触关系	10
一、岩层的接触关系	10
二、岩体与围岩的接触关系	12
第二章 原生构造	14
第一节 沉积岩层原生构造	14
一、层理构造及其识别	14
二、利用原生的沉积构造鉴定岩层的顶面和底面	15
第二节 岩浆岩的原生构造	18
一、侵入岩体的原生构造	18
二、火山岩的原生构造	21
第三章 地质构造分析的力学基础	24
第一节 应力和应力状态	24
一、外力、内力和应力	24
二、应力状态	25
三、应力椭球体	26
第二节 应力分析	26
一、二维应力分析	26
二、二维应力分析的莫尔圆方法	30

三、三维应力分析	32
四、构造应力场	33
第三节 应变的概念	35
一 岩石变形的的方式	35
二、应变的概念	36
三、应变椭球的概念	37
第四节 岩石的力学性质及影响因素	38
一 常温常压下岩石的力学性质	38
二、影响岩石力学性质的因素	39
第五节 岩石的破坏	44
一、破坏和破裂的类型	44
二、张裂	44
三、剪裂	45
第四章 岩石的有限应变分析	48
第一节 有限应变的基本概念	48
一、均匀应变和非均匀应变	48
二、有限应变、无限小应变和递进变形	48
三、二维有限应变	50
第二节 二维有限应变分析	51
一 用应变椭圆表示二维有限应变	51
二、二维有限应变状态分析	51
三、有限应变莫尔圆	54
四、简单剪切变形的应变分析	55
第三节 岩石有限应变测量方法	58
一、直接测量法	58
二、心对心法	58
三、Frg 法	59
四、 R_t/φ' 法	60
五、三维有限应变确定	61
第五章 褶皱	65
第一节 褶皱的基本类型和褶皱要素	65
一、褶皱的基本类型	65
二、褶皱要素	65
三、褶皱的方位	67
四、褶皱系及褶皱的波长和幅度	68
第二节 褶皱的形态描述	69
一、剖面上褶皱的形态描述	69

二、褶皱内部量值关系及形态变化的描述	71
三、褶皱在剖面上组合形式的描述	71
四、褶皱在地面上出露形态及组合形态的描述	72
第三节 褶皱的分类	73
一、褶皱的产状类型	73
二、褶皱横截面的几何类型	75
三、同沉积褶皱	77
四、膝折	78
第四节 叠加褶皱	78
一 叠加褶皱的基本型式	78
二、识别叠加褶皱的标志	80
第六章 褶皱作用	83
第一节 影响褶皱作用的因素	83
一、褶皱岩石的物理性质	83
二、褶皱作用的受力方式	83
第二节 纵弯褶皱作用	84
一、单层褶皱的形成机制	84
二、多层岩层褶皱形成机制	86
第三节 纵弯褶皱作用应变分析	90
一、单层岩石的纵弯褶皱作用	90
二、多层岩石的纵弯褶皱作用	91
第四节 剪切、横弯和柔流褶皱作用	93
一、剪切褶皱作用	93
二、横弯褶皱作用	94
三、柔流褶皱作用	95
第五节 压扁作用	95
第六节 膝折作用	99
第七节 底辟作用	100
第七章 节理	103
第一节 节理的分类	103
一、剪节理	103
二、张节理	104
第二节 节理组合和节理分期	105
一、节理组合	105
二、节理分期	106
第三节 节理的形成与主应力关系	106
一、张节理的形成与主应力关系	106

二、剪节理形成与主应力关系·····	107
第四节 张节理的最大深度·····	108
第五节 节理脉的充填机制和压溶作用·····	108
一 节理脉的充填机制·····	108
二、缝合线构造·····	110
第八章 断 层 ·····	111
第一节 断层几何要素和位移·····	111
一 断层的几何要素·····	111
二、断层位移·····	112
第二节 断层的分类·····	114
一、几何分类·····	114
二、成因分类·····	115
三、断层的组合类型·····	116
第三节 断层的识别及位移方向的确定·····	118
一 断层面·····	118
二、构造岩·····	119
三、派生构造·····	120
四、构造线或地质体的不连续·····	122
五、地层的重复或缺失·····	123
六、地貌标志·····	124
第四节 断层效应·····	125
一 正(逆)倾斜滑移断层效应·····	125
二、走向滑移断层效应·····	126
三、斜滑移断层效应·····	126
第五节 断层作用的时间性·····	126
一 断层的形成时期·····	127
二、同沉积断层·····	127
三、多次活动断层·····	127
四、现代活动断层·····	128
第九章 区域性大断裂 ·····	129
第一节 逆冲推覆构造·····	129
一、逆冲推覆构造的基本特征·····	129
二、逆冲断层的组合型式·····	129
三、逆冲推覆构造的结构·····	131
四、逆冲推覆构造的分带·····	132
五、逆冲推覆构造的扩展方式·····	133
六、逆冲推覆与褶皱·····	133

第二节 伸展构造	135
一 裂谷	135
二、拆离断层	135
第三节 走向滑动断层	137
一、走滑断层主要特征	138
二、与走滑断层相关的构造	139
三、走滑断层与转换断层	141
第四节 平衡地质剖面基本原理与方法	142
一、平衡剖面基本原理、概念及其意义	142
二、平衡剖面的编制原则	143
三、平衡剖面的编制方法	143
第十章 断层成因分析	145
第一节 断层与应力关系	145
一、安德森断层应力模型	145
二、哈弗奈势断层模式	146
第二节 逆冲推覆构造的形成模式	149
一、侧向水平挤压说	149
二、重力滑动说	149
三、重力扩展说	150
四、推覆构造形成中孔隙液压作用	151
第三节 伸展构造的形成模式	152
一、纯剪切伸展模式	153
二、简单剪切伸展模式	154
三、分层拆离组合伸展模式	155
第四节 走滑断层的形成模式	156
第十一章 叶理和线理	158
第一节 叶理	158
一 叶理类型	158
二、叶理成因	162
三、叶理与其他构造的关系	163
四、叶理的野外研究	165
第二节 线理	166
一、线理类型	166
二、线理的野外研究	170
第十二章 岩浆侵入体构造研究	172
第一节 岩墙群构造	172

一、平行岩墙群和放射状岩墙群·····	172
二、锥状岩席和环状岩墙·····	172
第二节 侵入体的塑性变形构造·····	173
第三节 侵入体的侵位作用·····	174
一、主动侵位作用·····	174
二、被动侵位作用·····	175
第四节 岩浆岩体发育地区研究工作应注意的几个问题·····	176
第十三章 变质岩区构造·····	178
第一节 变质岩区构造的基本特征·····	178
一、构造样式与岩石变形时代密切相关·····	178
二、同变质作用构造是深部构造层次的产物·····	180
三、广泛出现新生的变质构造·····	181
四、多期变质构造的叠加·····	182
五、构造置换普遍发育·····	182
六、变形与变质作用关系密切复杂·····	183
第二节 变质岩区的层状构造·····	184
一、层状构造的类型·····	184
二、变余层理与变质构造成因条带鉴别·····	186
第三节 构造置换·····	187
一 层理置换过程·····	187
二、层理置换的识别·····	189
第四节 韧性断层（韧性剪切带）·····	190
一 剪切带的概念与类型·····	190
二、韧性剪切带的组构特征·····	191
三、糜棱岩·····	192
四、剪切运动指向·····	195
五、剪切带的应变分析·····	198
六、剪切带的位移确定·····	200
主要参考文献·····	202
实习一 极射赤平投影原理和基本操作方法·····	204
实习二 赤平投影应用和赤平投影的旋转操作·····	213
实习三 面、线产状要素正投影解析·····	217
实习四 地质图的基本知识及读水平岩层地质图·····	221
实习五 读倾斜岩层地质图·····	223
实习六 在地形地质图上求倾斜岩层产状及埋深·····	228
实习七 根据钻孔资料求面状要素产状·····	230

实习八	根据倾斜岩层产状要素编制地质图·····	235
实习九	读褶皱地区地质图·····	238
实习十	褶皱几何要素赤平投影求解·····	242
实习十一	编制节理极点图和等值线图·····	246
实习十二	读断裂地区地质图·····	250
实习十三	断裂构造赤平投影求解·····	253
实习十四	编制和分析构造等高线图·····	258
实习十五	构造标本、幻灯片的观察描述·····	262
实习十六	综合分析地质图及作业·····	263
实习十七	简单剪切变形实验·····	266
实习十八	有限应变测量方法·····	270
实习十九	分析火成岩地区地质图·····	274
实习二十	分析变质岩地区地质图·····	276
实习二十一	平衡剖面图的编制·····	279

附 图

绪 论

一、构造地质学研究的对象及内容

构造地质学研究的对象是地壳或岩石圈的地质构造。所谓地质构造是组成地壳或岩石圈的岩层或岩体在内、外动力地质作用下变形的产物，如褶皱、断裂、叶理和线理。

地质构造分为原生和次生的构造。原生构造，是指沉积物或岩浆在成岩过程形成的构造，如沉积岩中的斜层理、波痕、泥裂等和岩浆岩中的流动构造、原生节理等。而次生构造，是指岩层或岩体形成之后，在力的作用下形成的构造，如褶皱、节理和断层等。形成次生构造的作用力，可以来源于地球内部，称为内力；也可以来源于地球外部，称为外力。构造地质学侧重于研究岩层或岩体在内动力地质作用下形成的次生构造。但是对原生构造也必须涉及，因为原生构造通常可以反映出次生构造形成时的地质背景，某些原生构造又是识别次生构造的形态、产状及其变形特征的重要标志。

地质构造就其规模有大有小，大至岩石圈内部的结构和巨大构造单元，如造山带和盆地的形成和发展；小至岩石内部的组构特征，构造地质学主要研究中小型的地质构造，大地构造学和显微构造学将在后续课程中介绍。

构造地质学主要的研究内容包括三个方面：（1）岩石圈内各种变形的几何形态、组合特征、分布规律；（2）分析构造形成的地质构造背景、力学条件和运动学、动力学机制；（3）研究构造的形成序列及叠复演化的历史。

岩石、矿物的变形，无论宏观和微观构造，都必然涉及构造变形的物理、化学作用过程，因此，构造地质学的研究内容要结合物理学和化学的有关理论和方法。某些地质构造问题的解决还要借助于生物地层学、岩石学、同位素地质学、地球物理学等学科的知识，因此，构造地质学的研究涉及内容十分广泛。

二、构造地质学的研究方法

岩石圈内的各种地质构造是在漫长的地质历史过程中由构造运动形成的。目前，在野外见到的地质构造是构造运动作用的结果，人们无法直接观察它们形成的过程，也很难在实验室中再造。因此，人们只能通过野外地质调查，研究岩石变形，分析构造力作用的方式，探讨变形过程特点及其反映构造运动的性质。构造地质学的这种研究方法称为“反序法”。

野外地质调查和地质填图是研究地质构造的重要方法之一。地质构造是三维空间的地质实体，将野外观测到的各种地质现象用一定比例尺反映在平面图和剖面图上，这对于分析构造的几何形态是十分重要的。在地质制图过程中要充分利用航片、卫片及地球物理资料，不仅弥补了地表观察的局限，而且获取了深部构造的信息。

变形模拟实验是构造研究重要手段，也是构造研究中进展比较显著的一个领域。透射电镜、电子计算机及高温、高压设备的引入，构造模拟以从定性的物理模拟到定量的数学

模拟；从宏观的岩石矿物的实验到微观的模拟矿物变形实验；从常温、常压条件下的实验到高温、高压条件下的实验。这些模拟手段的更新不但使构造研究深入到超微观的晶体变形中，而且对不同层次构造的形成条件和形成机制提供科学的依据。

在对野外观测、收集资料进行综合整理和变形模拟实验的基础上，要对地质构造进行全面的综合分析，以便取得对地质构造的几何学特征、变形史和变形机制方面的理论认识。把取得的理性认识，再应用到生产实践中，不断地修正、补充，进一步完善，从而达到对地质构造规律性认识的不断深化。

三、构造地质学的研究意义

构造地质学的研究意义，可以归纳为地质理论意义和生产实践意义。地质理论研究，主要通过野外地质调查收集地质构造资料，阐明地质构造空间分布特征、时间发展规律，探讨构造运动的动力起源问题。生产实践意义在于运用地质构造的客观规律，解决矿产分布、水文地质、工程地质及地震地质等方面的有关问题。

实践证明，地壳中的矿产分布是受一定地质构造控制的，如内生金属矿床的形成与构造有密切关系。地质构造的存在，为矿液的运移和充填创造了有利条件。地质构造也是沉积矿产形成的重要条件，如石油和天然气矿田，除具备生油气地层外，还须一定的储油气的构造。一般有利储油气构造是背斜顶部，或是封闭良好的断层内。

地下水的运移和赋集与地质构造有着密切关系，地下水或地下热水往往赋存在向斜构造或断裂带内。工程建设，要研究地基的稳定性，除分析岩石的力学性质外，地质构造是影响岩石稳定性的主要因素。

地震是地壳现代活动的表现，地震发生的位置，往往是断裂带活动的部位，大地震多数发生在区域性断裂带内，属于构造地震。因此，进行地震预测，减少地震灾害，离不开对现今活动构造带的研究。

综上所述，构造地质学无论在地质理论研究方面，还是在生产实践上，对国家经济建设可持续发展都有十分重要的意义。

第一章 地质体的产状及接触关系

第一节 地质体及地质体的产状

一 地质体的概念

在地质构造研究中一直广泛使用地质体这一术语。它泛指人们观察和研究的任何体积的天然岩石体。地质体的规模有大有小，它可以是一个大型的大地构造单元，如大洋或大陆板块、复式褶皱山系、巨大岩基、岩盆等，也可以是具有填图尺度的一个具体的褶皱、断层、岩体。就地质体的成因而言，它可以是沉积岩层，还可以是岩浆岩体，甚至可以是经历了多次变形和变质作用的变质杂岩体。

地质体在组成上和构造上应有一定的独特性，它们的边界具有一定的天然界面，这种区划天然地质体的界面，称为地质面。

二、地质体的类型

地质体类型的划分一般有如下原则：

1. 根据地质体的地质成因可将地质体划分为沉积的、岩浆的和变形—变质的三种类型。前二者又称为原生地质体，后者是沉积的或岩浆的地质体经变形—变质作用改造而成的，故称次生地质体。

2. 根据地质体的变形情况可将地质体划分为变形地质体和未变形地质体两种类型。

3. 根据地质体的形状、内部结构和产状可将地质体划分为层状、块状和脉状三种类型。层状地质体一般又可划分原生成层构造和次生成层构造两类，前者是指原生沉积岩中的层理，后者是指次生的变质岩中的构造面理。块状地质体在地壳中多呈等轴状，如花岗岩体或变质混合杂岩等。脉状地质体总体形态呈板状，但其内部结构不具有层状地质体那样的成层性。

根据以上地质体的分类原则，将地质体分类见表 1-1。

三、地质体的产状

从几何学观点来看，组成各类地质体构造特征的基本构造要素可归结为面状构造和线状构造两大类。它们有的只具有标示意义，是在构造研究中为了阐明构造的各组成部分之间的几何关系而划定的标志面或线，在空间上并没有具体依托的地质实体，如褶皱岩层的包络面、褶皱轴面和褶轴等；它们有的则是其依托的实际平面和曲面，如岩层分界面、不整合面、断层面、节理面和岩层与岩体的分界面等。

产状是指构造面或构造线在空间的位态。通常以构造面、线与水平参考面及地理方位的关系来表示。

表 1-1 地质体分类表 (据单文琅、傅昭仁, 1987)

地质体	原生地质体	沉积岩	碎屑岩 泥岩 碳酸岩			原生层状构造	
		岩	喷出岩	火山锥 熔岩流 熔岩被			原生层状构造
		浆岩	侵入岩	岩床 岩基 岩墙	岩盆 岩株 岩脉	岩盘 岩鞍	原生层状构造 块状构造 脉状
	次生地质体	非变质变形体	褶皱、断裂			原生层状或块状构造	
		变质变形体	片麻岩 构造片麻岩、构造片岩			次生层状构造	
			变质混合杂岩体 (混合花岗岩)			块状构造	

(一) 面状构造的产状及表示方法

1. 产状要素的概念

面状构造的产状是用产状要素来表示的。产状要素包括走向、倾向和倾角 (图 1-1)。

走向: 某一倾斜构造面和任一水平面的交线称为走向线, 走向线所指的地理方位角, 称为走向。根据走向的定义, 走向可有如下特点: (1) 在相同高度的走向线上各点等高; (2) 倾斜的构造面上可有无数条走向线; (3) 若已知倾斜构造面上相同标高的两点, 两点的连线即为走向线。

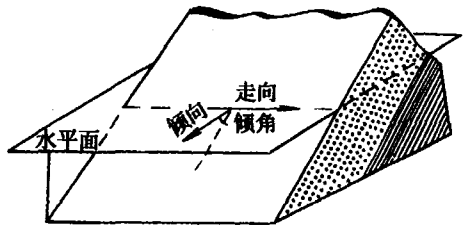


图 1-1 岩层的产状要素

倾向: 在构造面上, 沿倾斜面引出垂直走向线的直线, 称倾斜线, 倾斜线在水平面上的投影线向下倾斜一端的方位角, 称为倾向。根据倾向的定义, 倾向有如下特征: (1) 倾向只有一个方位; (2) 倾向线和走向线互相垂直, 知道其中的一个方位, 便可求得另一个的方位。

倾角: 构造面上的倾斜线与其在水平面上投影线之间的夹角, 称倾角或真倾角。

2. 视倾向的概念

在倾斜的构造面上, 斜交走向线所引的任一直线均为视倾斜线, 其在水平面上投影线所指的倾斜方位, 称视倾向或假倾向。视倾斜线与其水平投影线的夹角, 称视倾角或假倾角。视倾角永远小于真倾角, 二者的换算可由下列公式表示 (图 1-2):

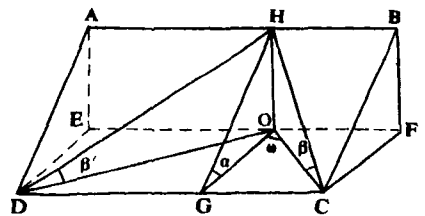


图 1-2 真倾角和视倾角的关系
 β, β' —视倾角; α —真倾角; ω —真倾向线和视倾向线夹角

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\omega$$

式中： β 为视倾角， α 为真倾角， ω 为倾斜面的倾向线和视倾向线之间的夹角。

3. 面状构造产状的表示方法

面状构造产状的表示方法有数据和符号两种。数据表示又可用象限角或方位角表示。

象限角：以北或南（ 0° ）为准，记走向、倾角和倾斜象限，如 $N45^\circ W, 30^\circ NE$ ，即走向北偏西 45° ，倾角 30° ，向北东倾斜。

方位角：只记倾向和倾角，如 $45^\circ \angle 30^\circ$ ，表示构造面的倾向是北东 45° ，倾角是 30° 。

用符号表示产状要素一般是在绘制地质图时表示面状构造的产状。不同性质的面状构造所采用的符号是不同的，今后在分析地质图时可逐步了解。

（二）线状构造的产状及表示方法

线状构造的产状要素一般用倾伏和侧伏来表示（图 1-3）。倾伏是在直立面上测量的，它包括倾伏向和倾伏角两个要素：倾伏向是指构造线在水平面上的投影线向下倾伏一端的方位；倾伏角是指构造线与其在水平面上的投影线之间的夹角。倾伏用数字表示，如 $20^\circ, N30^\circ W$ ，是指倾伏向北偏西 30° ，倾伏角为 20° 。侧伏是线在所在的构造面上测量的，它包括侧伏向和侧伏角两个要素：侧伏向是指构造线与所在构造面走向线之间所夹锐角一端的方位；侧伏角是构造线和所在面走向所夹的锐角。侧伏用数字表示，如 $20^\circ S$ ，是指线在面上的侧伏角为 20° ，侧伏向南。

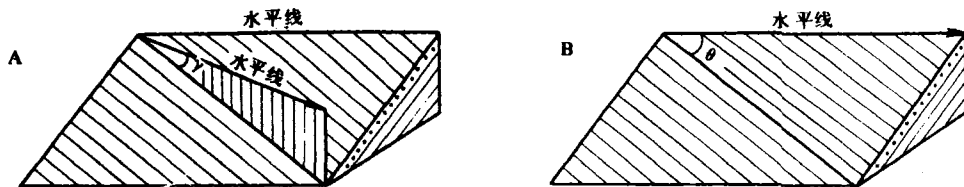


图 1-3 线状构造的产状要素

A—倾伏；箭头示倾伏向； γ —倾伏角；B—侧伏；箭头示侧伏向； θ —侧伏角

第二节 层状地质体的产状及其露头界线

层状地质体是构成表层地壳的主要组成部分，而沉积岩又是层状地质体中成层构造发育最好、分布最广的地质体，因此，我们以沉积岩为代表来讨论层状地质体的产状及露头界线。

沉积岩层的产状有水平、直立和倾斜的三种。

一、水平岩层

（一）岩层原始产状

沉积岩层和火山岩层，由于发育不同程度的层理构造，可以反应沉积物在沉积过程中的构造环境。把那些还保持着沉积作用时形成的岩层产状叫原始产状。原始产状多呈水平或近水平的，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，才会出现原始倾斜产状（图 1-4）。原始倾斜在海相和陆相地层中都存在，只是在陆相岩层中更

为明显。

在野外识别原始倾斜是个比较复杂的问题，因为它是局部范围内出现的现象，所以要通过大范围内沉积相的分析和原始资料的分析对比，沉积物来源的追

索等之后才能确定出岩层变薄甚至尖灭的趋势，圈出原始倾斜的区段。原始倾斜的研究对于分析古地理环境、古构造以及寻找有关沉积矿产都具有重要的意义。

(二) 水平岩层的特征

层面呈水平状态的岩层为水平岩层。较大范围内存在着水平岩层，表明该区的地壳运动是以升降运动为主或地壳运动对其影响不大。一般把岩层倾角小于 5° 左右的岩层认为是水平岩层（图 1-5）。

在岩层没有发生倒转的前提下，水平岩层具有如下特征：

1. 地质时代较新的岩层位于较老岩层之上。因此，在地形被切割轻微时，地表只出露最新岩层。在地形被切割较深的地区，由山谷至山顶，岩层由老到新依次排列。

2. 水平岩层的地质界线随着地形等高线的弯曲而弯曲。在地形地质图上，水平岩层的地质界线与地形等高线平行或重合（图 1-6）。

3. 水平岩层的厚度等于岩层顶面和底面的标高差。

4. 水平岩层上、下层面出露界线之间的水平距离（露头宽度）的变化受岩层厚度和地面坡度的影响。如果岩层的厚度一致，地形缓则露头宽度大，地形陡则露头宽度就窄小。

二、倾斜岩层

一个地区，在地壳运动的影响下，水平岩层的产状可发生改变，形成和水平面有一定交角并朝一个方向倾斜的岩层，称倾斜岩层。

倾斜岩层是经变形后最简单而最常见的变动踪迹。但更多的不是单独的构造形态，往往是某种构造形态的一部分，例如褶皱的一个翼、断层的一盘、岩层受地壳差异升降运动的影响以及岩浆活动引起上覆岩层倾斜等。

倾斜岩层的产状可用面状构造的产状要素表示。

在野外测定岩层产状时，首先是寻找可靠的原生露头和有代表性的地段进行，因为往往岩层面不是一个平整的面，避免以局部地段代替构造面整体的产状。另一方面要注意

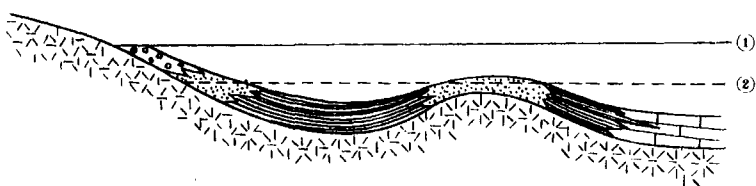


图 1-4 原始倾斜岩层

①—海面；②—波浪作用基准面

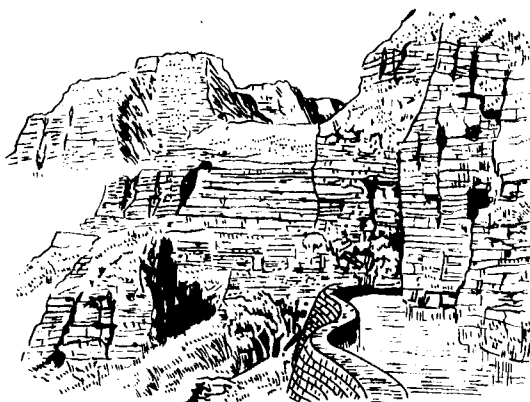


图 1-5 沉积岩层素描图

（河南省林县红旗渠处的沉积岩）

在构造复杂地段（如背斜构造的转折端）系统地测定构造面的产状，以便正确地反映地质体的形态。

产状要素的测定有直接和间接两种测定方法：在野外可以用地质罗盘直接在岩层面上测得；也可以在地形地质图上用做图方法求得；或利用钻孔资料，用三点法求产状；还可以根据视倾斜用正投或赤平投影方法求得。

（一）倾斜岩层的厚度及埋藏深度

在一个地区进行地质调查时，首先要进行实测地质剖面工作，其目的是了解工作区的地层层序、岩性变化、所含化石、接触关系及各时代地层的厚度等。测定岩层和矿层的厚度是实测地质剖面的重要内容之一。测定岩层或矿层的埋藏深度是为了搞清岩层或矿层向地下一定深度的变化情况。

1. 岩层的厚度

岩层的顶面和底面的垂直

距离即为岩层的厚度，也是岩层的真厚度。除岩层的真厚度外，还有铅直厚度和视厚度（图 1-7）。

岩层的铅直厚度是指顶面和底面的铅直距离。

真厚度 $(h) = \text{铅直厚度}(H) \cdot \cos\alpha$ ，当 $\alpha = 0^\circ$ 时，真厚度和铅直厚度相等，即为水平岩层。当 $\alpha > 0^\circ$ 时，真厚度永远小于铅直厚度。如果岩层的产状不变，在任何剖面上的铅直厚度都是相等的。

视厚度是指在不垂直岩层走向的任意剖面上，岩层顶面迹线和底面迹线之间的垂直距离。

视厚度 $(h') = \text{铅直厚度}(H) \cdot \cos\beta$ 。由于视倾角永远小于真倾角，所以真厚度总是小于视厚度。

在实测剖面时，可测得以下几个数据：导线方位与岩层走向之间的夹角 (γ) ，导线方向上岩层顶、底面之

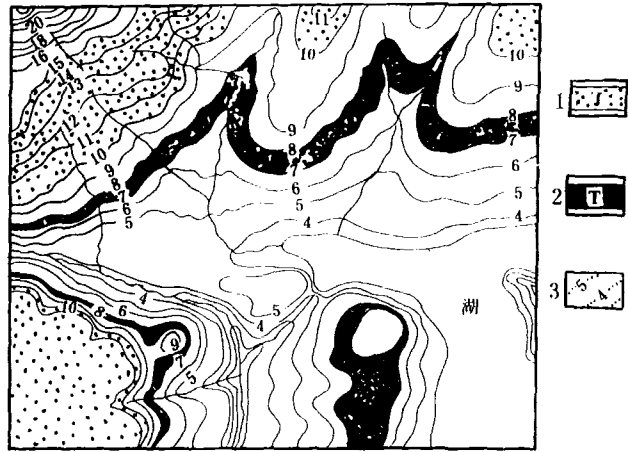
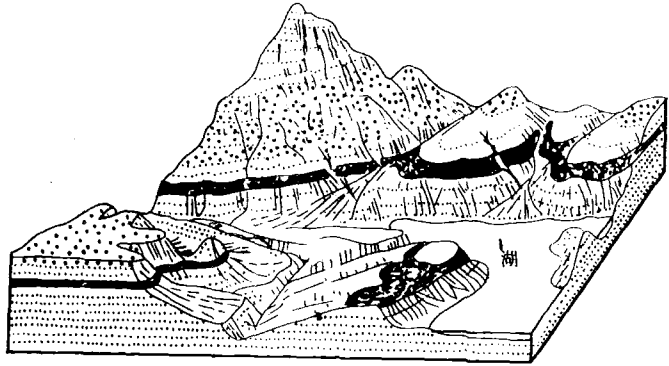


图 1-6 水平岩层在地形地质图上的特征

1. 侏罗系页岩及含砾砂岩；2. 三叠系泥岩及煤层；3. 地形等高线；
上图为立体图；下图为平面图

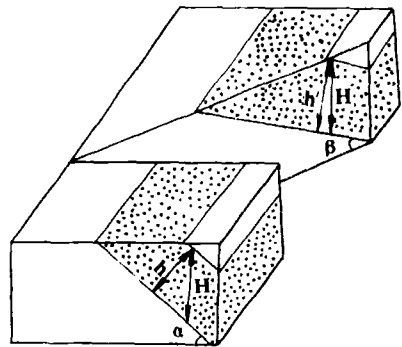


图 1-7 真厚度、铅直厚度和视厚度

H —铅直厚度； h —真厚度； h' —视厚度；
 α —岩层真倾角； β —岩层视倾角