

GOU ZAO DI ZHI XUE JI CHU
GOU ZAO DI ZHI XUE JI CHU
GOU ZAO DI ZHI XUE JI CHU
GOU ZAO DI ZHI XUE JI CHU

构造 地质学 基础

陆克政 白玉宝 戴俊生 陈清华
石油大学出版社

学(北京)

书号	123865
分号	P54
册号	031

石油高等院校教材

构造地质学基础

5225/07

陆克政 白玉宝
戴俊生 陈清华



石油0114953

石油大学出版社

构造地质学基础

陆克政 白玉宝

戴俊生 陈清华

*

石油大学出版社出版发行

(山东省东营市)

新华书店经销

胜利油田第六中学印刷厂印刷

*

开本 850×1092 1/16 9.75 印张 248 千字

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7-5636-0843-5/TE · 174

定价:14.00 元

绪 论

《构造地质学基础》教材是根据中国石油天然气总公司教材会议通过的教材编写计划而组织编写的,它专供非地质专业本科学生教学使用。

构造地质学的研究对象是地壳和岩石圈的地质构造变形,研究其几何学、运动学和动力学。对地质构造的研究包括了不同的级别和尺度,由小型、中型至大型、巨型。可小至显微和超显微构造,大至全球构造。

60年代中期板块构造的问世开辟了构造地质学发展的新阶段。30余年来,最初的板块构造的简单模型已受到许多挑战,对岩石圈的层圈结构、伸展构造、挤压构造、走滑构造、混合型构造和板块动力学等方面已取得了许多重要新进展。

构造地质学主要的研究方法是历史—构造比较法、解析构造学方法和地球动力学方法。它需要多学科综合研究、运用新技术、新方法。

在石油勘探中获取的大量地面地质资料、重磁力和电法资料、二维和三维地震资料、钻井和测井资料是含油气区构造研究的基础。合理的盆地构造及其演化的模型是建立在多种资料综合解释和多种技术的配套使用的基础上。

近年来在盆地研究中正使用和发展着一些新技术。其中包括盆地沉降史和热史模拟、构造物理模拟、构造应力场数值模拟、平衡剖面反揭技术、构造变形计算机动态模拟、典型构造精细描述和分析等。这些极大地促进了盆地结构和构造、盆地原型恢复和演化史、盆地形成机制和背景的深入研究。

构造地质学是一门基础地质学科,与其它地质学科有着密切关系。构造作用在地质演化过程中常是一种控制性因素。它不仅控制地层层序、岩相分布,而且还对油气生成、运移、聚集、成藏、保存都有控制作用。

根据教学计划和学时的要求,本教材力求简明扼要和有针对性,着重放在构造地质学的基础方面。全书共包含七章。第一章为岩层产状和地层的接触关系;第二章为地质构造分析的力学基础;第三章为褶皱;第四章介绍了节理;第五章介绍了断层;第六章介绍了大地构造的基本概念;第七章为含油气盆地简介。

本书由陆克政、白玉宝担任主编。绪论、第一、六章和第七章部分内容 by 陆克政编写;第二、三章和第七章部分内容 by 白玉宝编写;第四章由陈清华编写;第五章由戴俊生编写。

本书由李德同教授作了全面的审查,对教材提出了许多宝贵意见和建议,在此谨表谢意。

书中部分图件由石油大学(华东)清绘,部分稿件由刘智利打印,全书由丁贵春负责编辑,在此一并致谢。

由于时间和水平所限,书中定有许多不妥之处,敬希读者批评指正。

目 录

绪论

第一章 岩层产状和地层的接触关系	1
第一节 层状岩石的原生构造及确定顶底面的标志	1
一、层理	1
二、层面标志	1
三、生物标志	3
四、同生变形	4
第二节 岩层的产状	5
一、岩层的产状要素	5
二、水平岩层	6
三、倾斜岩层	7
四、直立岩层	8
第三节 地层层序及其接触关系	8
一、层序的概念	8
二、整合与不整合	8
三、平行不整合、角度不整合和非整合	10
四、不整合的分布	11
五、超覆、退覆和尖灭	13
第四节 不整合的识别和表示	15
一、确定不整合的标志	15
二、不整合在地质图上的表现	16
三、地下不整合的表示方法	16
第五节 研究不整合的意义	19
第二章 地质构造分析的力学基础	20
第一节 应力和地应力场	20
一、应力和应力状态	20
二、应力场和构造应力场	22
第二节 变形分析	24
一、变形和应变	24
二、岩石的变形阶段	26
第三节 影响岩石力学性质与岩石变形的因素	28
一、围压	28
二、温度	29
三、溶液	29
四、孔隙压力	29

五、时间	29
第三章 褶皱	31
第一节 褶皱和褶皱要素	31
一、褶皱的基本类型	31
二、褶皱要素	31
第二节 褶皱的几何形态	32
一、圆柱状褶皱和非圆柱状褶皱	32
二、褶皱的波长和波幅	32
三、褶皱形态分类	33
第三节 褶皱构造分析及其图件编制	36
一、褶皱地质图分析	36
二、褶皱剖面图的编绘	37
三、构造等值线图的绘制	39
第四节 褶皱的组合形式	40
一、长垣	40
二、雁列式褶皱	42
三、隔挡式和隔槽式褶皱	42
四、复背斜和复向斜	42
第五节 褶皱的形成机制	43
一、褶皱形成机制的基本类型	43
二、同沉积褶皱和底辟构造	44
第六节 褶皱形成的时代	46
一、角度不整合分析法	46
二、岩相和厚度分析法	46
第四章 节理	48
第一节 节理的分类	48
一、几何分类	48
二、力学成因分类	48
三、节理组和节理系	49
第二节 节理分布的基本规律	50
一、与纵弯褶皱有关的节理	50
二、与横弯褶皱有关的节理	51
三、节理与断层的关系	51
四、张节理在褶皱中的密集规律	52
第三节 节理的观测与研究	52
一、节理的观测	52
二、节理的分期与配套	53
三、常用节理图	54
四、利用节理恢复构造应力场	56
第四节 覆盖区节理研究方法	57

一、利用地应力资料评价地下节理	57
二、利用曲率评价构造节理	58
三、利用测井方法识别节理	60
第五章 断层	62
第一节 断层的几何要素	62
一、断层面	62
二、断盘	62
三、断层位移	63
第二节 断层的分类和组合类型	64
一、断层的分类	64
二、断层的组合类型	66
第三节 断层成因分析	70
一、均匀介质中断层与主应力轴的关系	70
二、正断层的成因分析	71
三、逆断层的成因分析	72
四、平移断层的成因分析	73
第四节 断层的标志	75
一、构造线的不连续	75
二、擦痕、阶步和纤维状晶体	76
三、断层破碎带和构造岩	77
四、地层的重复与缺失	79
五、牵引构造和逆牵引构造	80
六、派生构造	80
七、地貌标志	80
八、地震时间剖面上的标志	81
九、重力异常平面标志	82
十、测井资料上的标志	82
十一、磁异常图上的标志	82
第五节 断层的观察与研究	84
一、断层面产状的测定	84
二、断层两盘相对运动方向的确定	84
三、断层效应	85
第六节 生长断层	88
一、生长断层的概念	88
二、生长断层的基本特征	88
三、生长断层的成因	89
四、生长断层的研究方法	90
第七节 区域性大断裂	90
一、区域性大断裂的特点	90
二、裂谷	91

三、冲断—推覆构造	92
四、走向滑移断层	93
五、顺层滑脱或折离断裂	93
第六章 大地构造的基本概念	94
第一节 地球内部的划分	94
一、地球内部的成分分层	94
二、大陆地壳和大洋地壳	94
三、岩石圈和软流圈	95
第二节 大陆漂移、海底扩张和板块构造的发展	96
一、大陆漂移说的兴衰	96
二、海底扩张说的依据和要点	97
三、板块构造的提出	99
第三节 岩石圈板块及其几何特征	103
一、岩石圈板块	103
二、三联点	104
三、转换极	105
第四节 岩石圈板块边界及其构造作用	105
一、离散型边界	106
二、聚敛型边界	107
三、转换型边界	109
第五节 板块运动的驱动机制	111
一、地幔对流说	112
二、重力驱动的推—拉模式	112
第六节 地体构造	114
一、地体构造学说的研究简史	114
二、地体的概念	115
三、地体的分类	115
四、地体的来源	116
五、地体的发育过程	118
六、地体的破坏过程和变态：分裂和分散作用	119
七、环太平洋造山带地体概况	119
第七节 地壳基本构造单元	122
一、地裂带	122
二、造山带	123
三、坚稳带	126
第七章 含油气盆地	128
第一节 盆地的概念	128
一、地貌盆地	128
二、沉积盆地	128
三、构造盆地	128

第二节 含油气盆地及其特征	129
一、必须具备的地质条件	129
二、含油气盆地的结构	129
三、含油气盆地的生油凹陷	129
四、含油气盆地的内部构造	130
第三节 盆地的分类	131
一、伸展型	132
二、挤压造山带型	132
三、扭动型	132
四、克拉通型	132
第四节 我国的含油气盆地	132
一、松辽盆地	133
二、华北盆地	134
三、鄂尔多斯盆地	138
四、四川盆地	140
五、塔里木盆地	141
主要参考文献	144

第一章 岩层产状和地层的接触关系

第一节 层状岩石的原生构造及确定顶底面的标志

在地壳变动微弱的地区,用下部地层时代较老,上部地层时代较新的地层层序律是完全适用的。然而在地壳运动强烈地区,岩石发生直立、甚至倒转的情况下,确定岩层顶、底面就不是那么简单和容易,而是需要利用各种能够示顶底的原生构造,其中包括沉积层在沉积、成岩过程中形成的,也包括火山岩在冷凝过程中所形成的。下面仅列举常用的一些构造。

一、层理

层理是一种普遍存在的原生成层构造,常见于沉积岩及火山岩中,它是由岩石成分、粒度、颜色变化和层面构造而显现出来的。层理有渐变的和突变的。按其形态、结构有水平层理和斜层理。通常用于鉴别顶、底面的标志有下列几种:

1. 递变层理

又称粒级层理,多是在浊流沉积中形成的。特点是在一单层内由底至顶逐渐变细,但相邻粒级层的粒度是突变的。利用这种变化特点可确定岩层顶、底面(图 1-1)。但有时也有反向粒序出现,因此要结合其它构造综合判断。

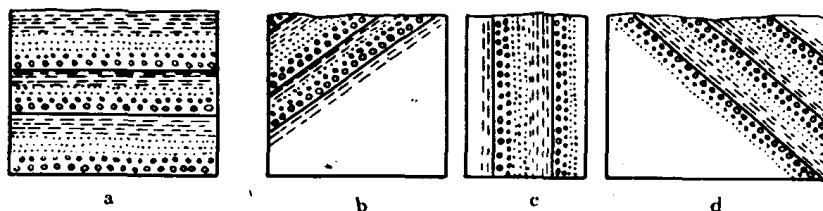


图 1-1 不同产状岩层的递变层理(据 Billings)

a—水平岩层;b—倾斜岩层;c—直立岩层;d—倒转岩层。

2. 斜层理

斜层理类型有多种,有的细斜层面为上陡下缓的铲形,其上并被主层理面所截切,利用这种几何关系可以判断岩层的顶、底面(图 1-2)。

二、层面标志

层面标志包括波痕、泥裂、雨痕、底面印模等

1. 波痕

波痕有浪成波痕和水流波痕两种,浪成波痕的剖面形态是尖波峰和圆弧波谷组成的对称波形,无论是原形还是印模都是尖峰凸向岩层的顶面,圆弧波谷凹向岩层底面(图 1-3)。

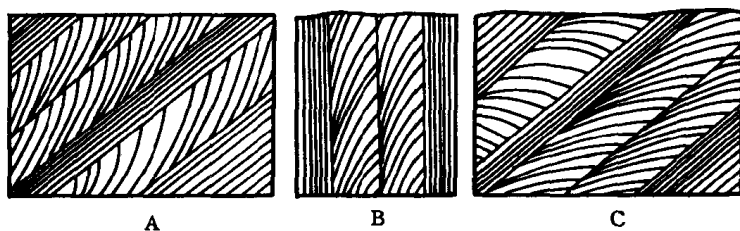


图 1-2 依斜层理确定岩层顶、底面
A—正常层序;B—直立岩层;C—倒转岩层

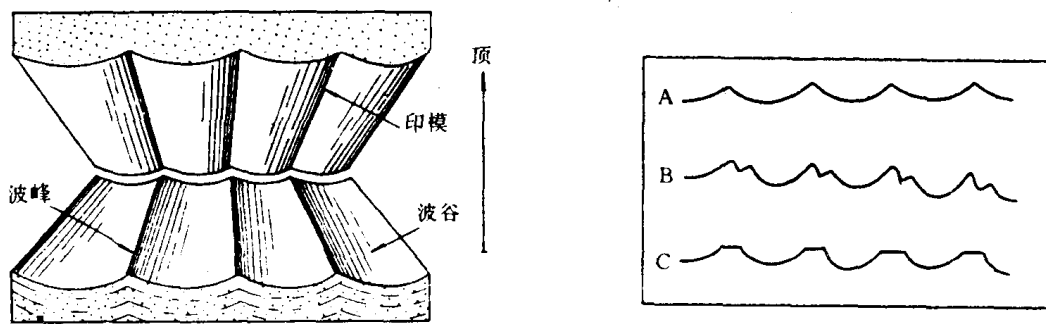


图 1-3 浪成波痕及其印模(据 shrock)

2. 泥裂

泥裂在剖面上呈“V”形或“U”形裂口,其内被沉积物充填,形成楔形印模。无论裂口还是楔形印模,其尖端都是指向岩层的底面(图 1-4)。

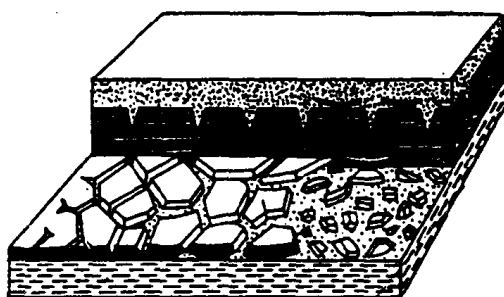


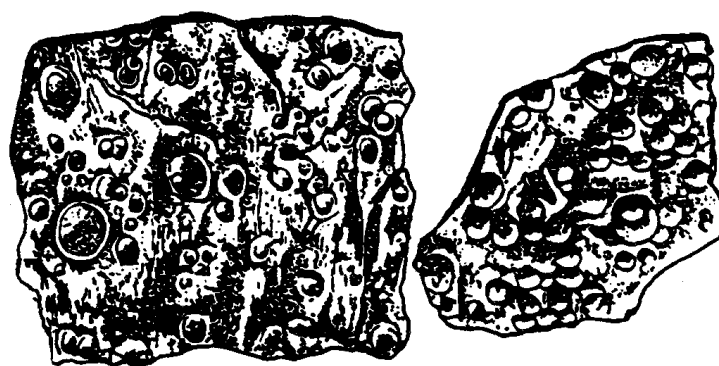
图 1-4 泥裂及充填物示意图(据 shrock)

3. 雨痕

雨滴冲打到泥质或粉砂质沉积物表面上所形成的凹坑以及在上覆岩层底所形成的向下突出的印模,都指示岩层底面(图 1-5)。

4. 底面印模

流水或浊流在松散泥质沉积物表面上刻划和侵蚀可产生各种形状的凹痕,这些凹痕又常被砂质充填产生各种形状(如舌形、瘤状、脊状等)的凸痕印模。根据凹痕和凸痕印模可确定岩层顶、底面(图 1-6)。



A B
图 1-5 雨痕(A)及其印模(B)

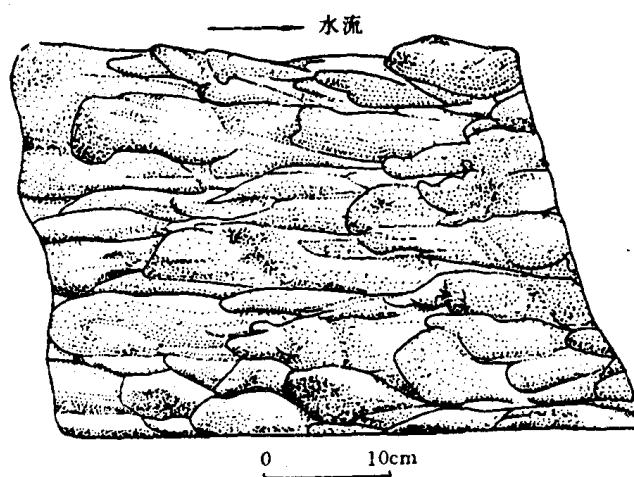


图 1-6 舌形底面印模

三、生物标志

利用一些化石的生长和埋藏情况可确定岩层的顶底面,如叠层藻形态的向上分枝和穹形生长纹层均指示岩层顶面(图 1-7)。古植物的根系分叉可指示底面。在水流或波浪作用下的贝壳通常在凸面朝上时最易稳定保存。

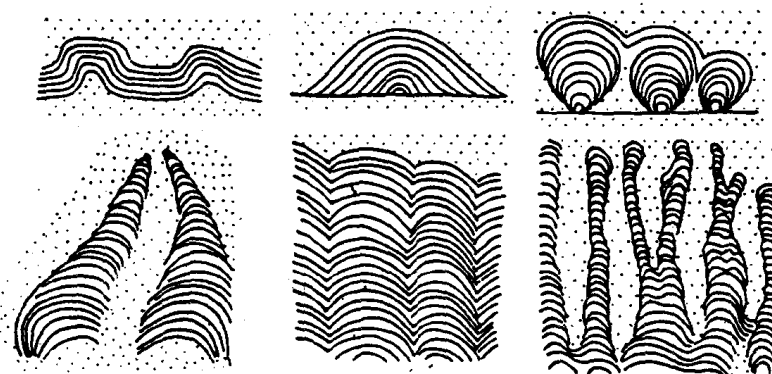


图 1-7 示叠层藻向上分枝和穹形生长纹层

四、同生变形

指沉积物在沉积同时或紧随其后发生的软沉积变形,是在沉积物未固结或半固结时形成的。

1. 滑移作用产生变形

在不稳定斜坡上的松散沉积物,由于重力、水流、地震等因素引起下滑产生褶皱、断裂和卷曲层理,其后产生剥蚀。故被截顶的一面常代表岩层的顶面(图 1-8)。

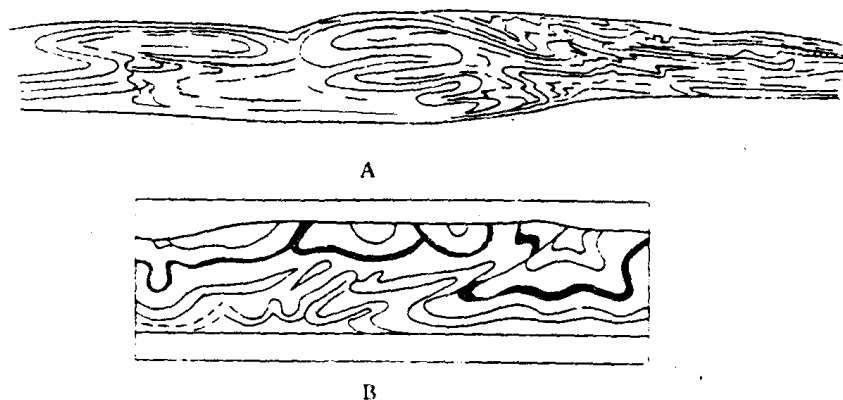


图 1-8 松软沉积物的同生变形和卷曲层理(据 William, 1969; Kuenen, 1953)

2. 差异负荷压实作用

差异负荷压实作用可使沙层下的塑性泥质物发生向上的垂向流动,形成瘤状构造、火焰状构造和砂岩球、砂岩枕。凸出的瘤体指示泥质沉积物之上的砂岩底面,是一种底面印痕(图 1-9)。火焰状构造是下面泥岩挤入上覆砂岩,其舌尖指向岩层顶面(图 1-10)。砂岩球和砂岩枕是由于水体扰动、震动和局部负荷重量使砂层破裂、下沉形成,也可能与滑塌作用有关,其凹面多指向岩层顶面(图 1-11)。

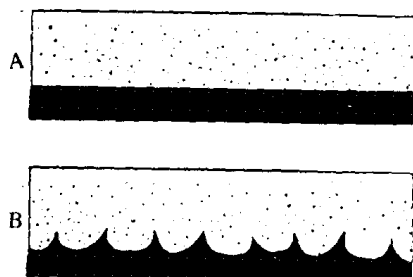


图 1-9 负荷引起瘤状构造

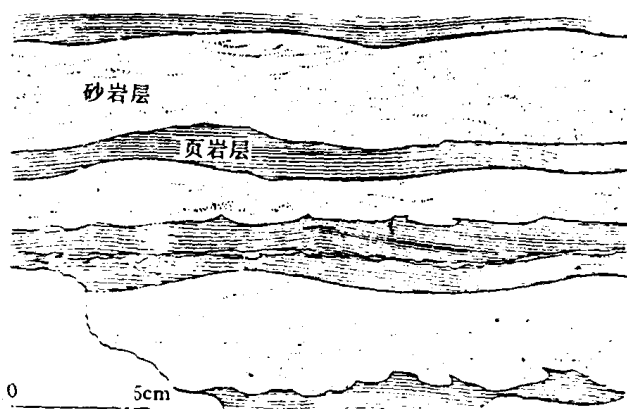


图 1-10 火焰状构造(据 R. W. B. Davis 修改)

3. 异常孔隙压力作用

当饱和水的砂层被不透水层封闭并受到重压作用时,砂层中的孔隙水会产生异常的高压,这就是异常孔隙压力。它可引起地表滑坡、滑塌构造,甚至大规模冲断构造。一些沉积岩中的

砂岩墙和碟状构造可能与水份向上流动有关。碟状构造纹层的凹面指向岩层顶面(图 1-12)。

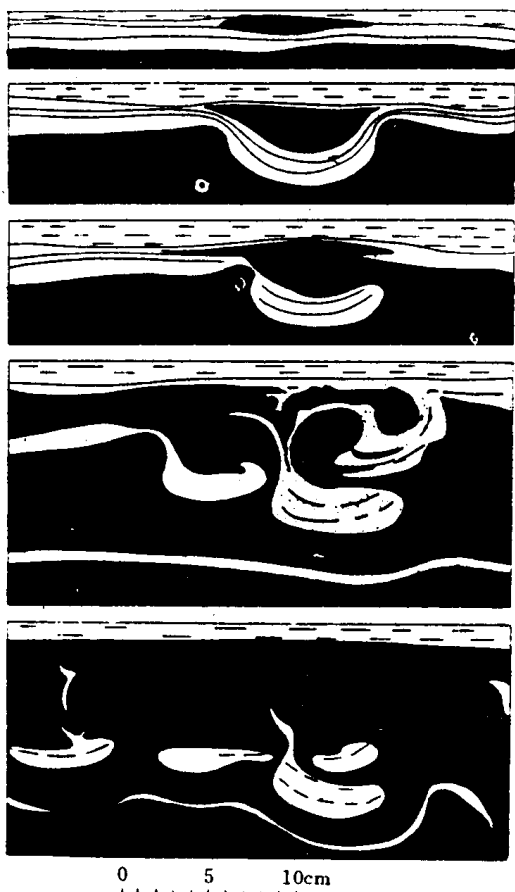


图 1-11 砂岩球和砂岩枕(据 Kuenan)

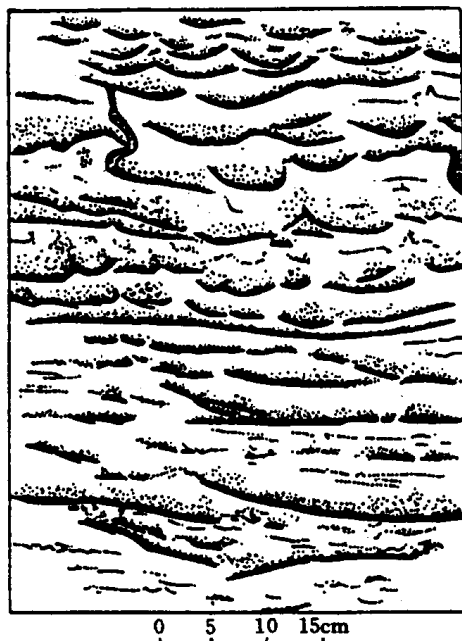


图 1-12 砂岩中的碟状构造(据 potter)

第二节 岩层的产状

一、岩层的产状要素

岩层面和任何地质界面(如不整合面、节理面、断层面、劈理面、岩浆岩体面等)的产状,即其空间方位和形状都是由走向、倾向和倾角来确定和表示的,这就是通常所说的产状三要素。

1. 走向

倾斜界面与水平面的交线(走向线)的延伸方向(图 1-13, A, B)。

2. 倾向

倾斜界面上与走向线垂直的向下倾方向线(OD)的方位(OD')。

3. 倾角

倾斜线与其在水平面上投影线间的夹角(α)。

当剖面不垂直于走向时,则界面和水平面间的夹角称视倾角或假倾角(图 1-14, β, β' 角),它比真倾角(α)的值小。真倾角与视倾角间关系式如下:

$$\tan \beta = \tan \alpha \cdot \cos \omega$$

地质上的线状构造的产状要素常用倾伏向、倾伏角和侧伏角表示。倾伏向指任一下倾线在平面上投影的方位。倾伏角是下倾直线与其水平投影间所夹的锐角(图 1-15, γ)。侧伏角系该

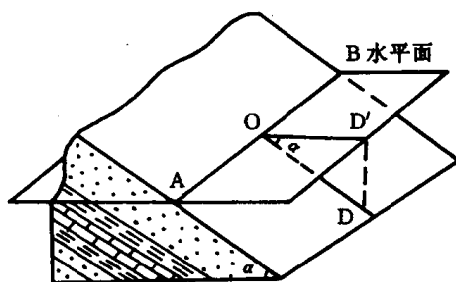


图 1-13 产状要素

线与所在平面走向线间所夹的锐角(图 1-15, θ)

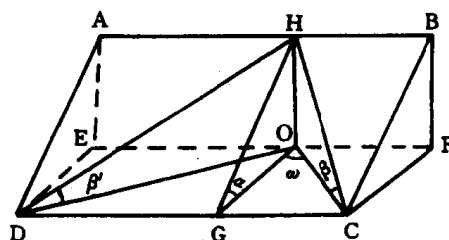


图 1-14 真倾角与视倾角的关系

α —真倾角; β, β' —视倾角; ω —真倾角与视倾角的夹角

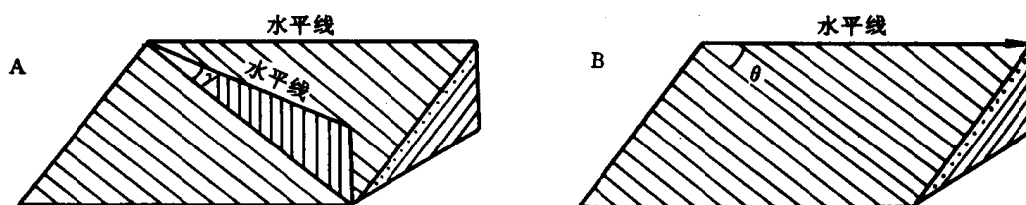


图 1-15 线状构造的产状要素

A—箭头示倾伏向; γ 为倾伏角

B—箭头示侧伏向; θ 为侧伏角

二、水平岩层

沉积岩层的原始产状多为水平或近于水平;由于盆缘和盆内隆起,也会出现原始倾斜。水平岩层多出现在未经变动或变形微弱的地区,如北美克拉通中部、俄罗斯克拉通中部和我国川中、鄂尔多斯盆地中部等地区。

水平岩层在地质图上具如下特征(图 1-16):

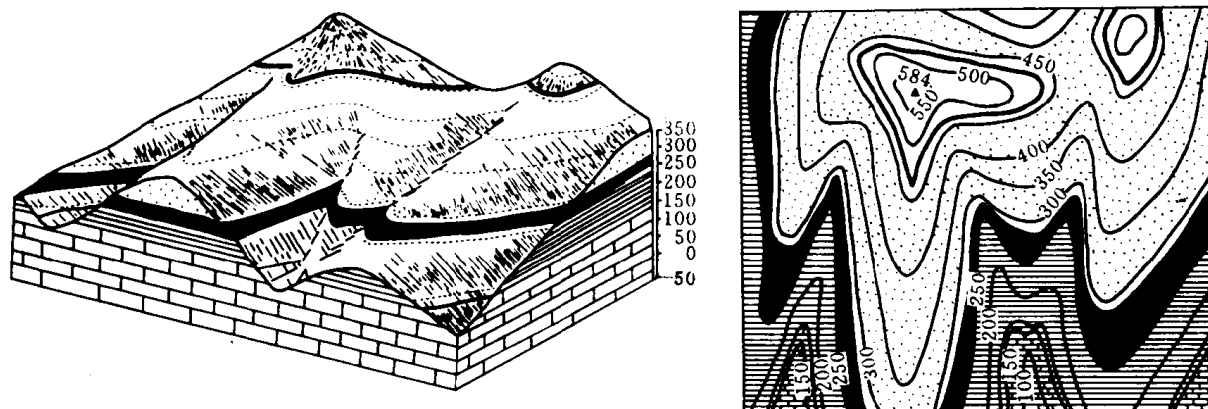


图 1-16 水平岩层的出露特征

(1) 水平岩层的地质界线与地形等高线是平行的或是相合的。水平岩层的尖牙状曲线指向沟谷上游。

(2) 新地层分布于山顶;老地层分布于谷地。

(3) 水平岩层厚度值与出露顶底面界线的高差值相同。

(4) 水平岩层露头的宽度取决于地形坡度和岩层的厚度。

三、倾斜岩层

由于构造作用,水平岩层大都要变成倾斜岩层。倾斜岩层在地表出露线的分布规律遵循“V”字型法则。

(1) 岩层倾向与地面坡向相反时,沟谷处“V”字形出露线尖端指向上游,但其弯度小于等高线(图 1-17)。

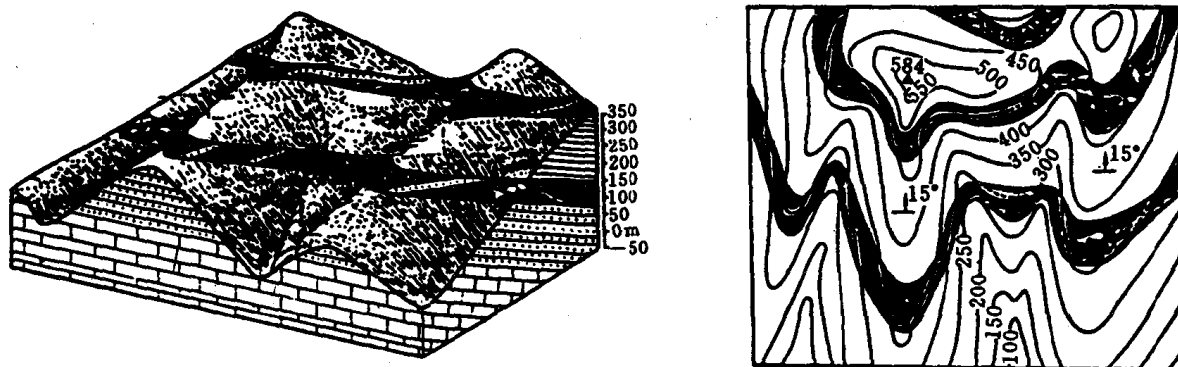


图 1-17 “V”字型法则之一

(2) 岩层倾向与地面坡向相同,且岩层倾角大于地面坡度时,“V”字形出露线尖端指向沟谷下游(图 1-18)。

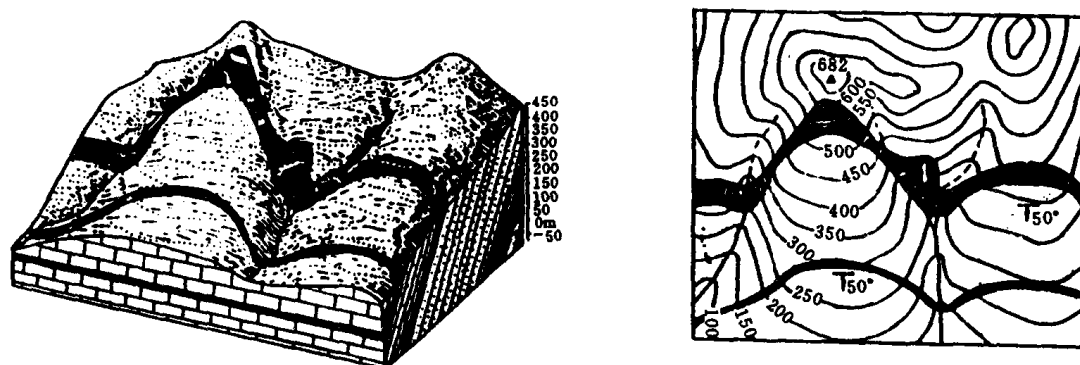


图 1-18 “V”字形法则之二

(3) 岩层倾向与地面坡向相同,且岩层倾角小于地面坡度时,“V”字形出露线尖端指向沟谷上游,其弯度大于等高线(图 1-19)。

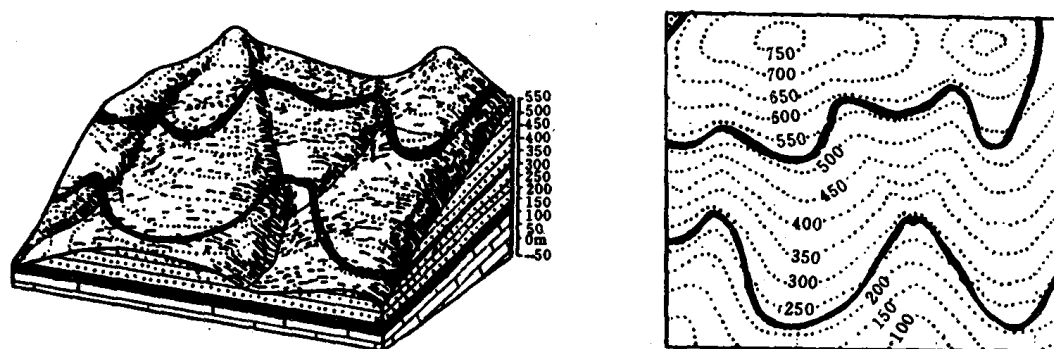


图 1-19 “V”字形法则之三

四、直立岩层

岩层直立时,岩层出露线投影于平面为一直线,不受地形的影响(图 1-20)。

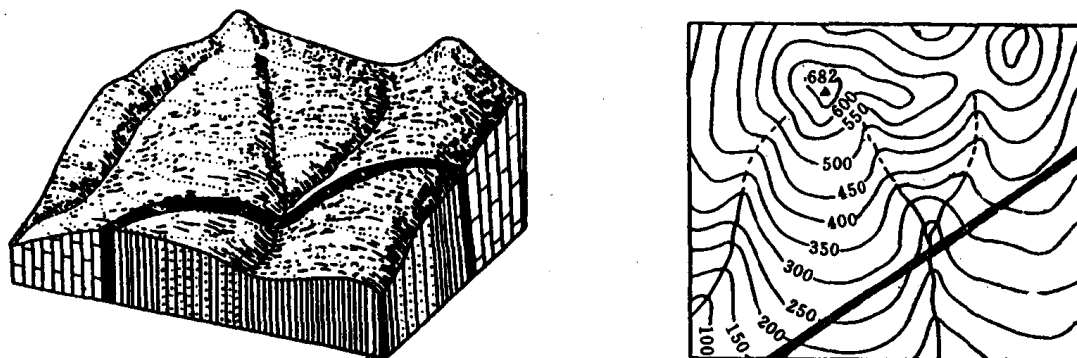


图 1-20 直立岩层的出露特征

第三节 地层层序及其接触关系

地层层序的接触关系是构造地质学中的重要问题之一。地层接触关系的研究对于解决地层层序的划分和对比、古地理环境及其演变、构造运动的性质、构造发展史及找寻油气藏和某些重要矿产,均具有重要意义。

一、层序的概念

Sloss, L. L. (1963)提出的地层层序是比群、大群或超群更高一级的地层单元,在一个大陆的大部分地区可以追溯,并且以区际的不整合面为界。

以后, Mitchum, R. M., Vail, JR. P. R. 和 Thompson, S 等对 Sloss 的层序概念修订为:一个沉积层序是一个地层单元,它由一套谐和的、连续的、成因上有联系的地层组成,其顶底以不整合面或与之可比的整合面为界。

后一概念所指的层序量级较小,其中所提出的超层序大体相当于 Sloss 的层序,是指叠加在一起的沉积层序的组合。层序又可分为亚层序。

沉积层序的年龄是指一个沉积层序沉积期间的总的地质时间间隔。一个层序年龄是由变成整合面处的沉积层序的顶底界面的时间间隔决定的。一个沉积层序顶底整合面可能处于不同地区,故在一个地区常不易得到整个层序的真正年龄(图 1-21)。层序常包括几百万年的时间间隔,而超层序可达亿年之上。

二、整合与不整合

层序间的接触关系有两种基本类型:一种是整合接触,一种是不整合接触。

1. 整合接触

整合接触指上、下两套层序间为连续沉积,其间无明显的沉积间断。在产状上,上下两套层序是彼此平行或大致平行的。

2. 不整合接触

不整合接触指上、下两套层序间有明显的沉积间断,造成地层缺失。