

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：

指人们观察和研究的任何体积的天然岩石体。

特点：规模可大可小，组成和构造上有一定的独特性。

二、地质体的类型：

1. 分类原则：

- (1) 根据地质体的成因将地质体划分为沉积的、岩浆的和变形变质三种类型。
- (2) 根据地质体的变形情况将地质体划分为变形和未变形地质体两类。
- (3) 根据地质体的形状、内部结构和产状将地质体划分为层状、块状和脉状三种类型。层状地质体又可划分为原生层状构造和次生层状构造两类。

地质体的分类（单文琅等，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
		岩浆岩	喷出岩	火山锥、熔岩被	原生层状构造
			侵入岩	岩床、岩盆、岩基、岩株、岩墙、岩脉、	原生层状构造 原生块状构造 原生脉状构造
	次生地质体	非变质变形体	褶皱、断裂		原生层状构造 原生块状构造
		变质变形体	片麻岩、构造片岩、构造片麻岩		次生层状构造
			变质混合岩		次生块状构造

三、地质体的产状：

从几何学观点看，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。

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

（一）面状构造的产状及表示方法

1. 产状要素的概念

面状构造的产状用产状要素来表示，产状要素包括走向、倾向和倾角。

走向：某一倾斜的构造面和任意水平面的交线称为这一倾斜面的走向线，走向线所指的地理方位，叫走向。

倾向：在构造面上，垂直于走向线的直线称为倾斜线，倾斜线在水平面的投影线向下倾斜一端的方位角，称为倾向。

2. 视倾向、视倾角的概念

在倾斜构造面上，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向下倾斜一端的方位角，称为视倾向，视倾斜线与其在水平面投影的夹角，称为视倾角。

视倾角永远小于真倾角，即： $\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \cdot \cos \omega$

3. 面状构造产状的表示方法

- (1) 象限角法：以北或南为准，记走向、倾角和倾斜象限。

如：N45° W，30° NE

N45° W / 30° NE

即走向北偏西 45°，倾角 30°，向北东倾斜。

(2) 方位角法：只记倾向和倾角。

如：45° < 30°，表示构造面的倾向为北东 45°，倾角为 30°。

(二) 线状构造的产状及表示方法

(1) 倾伏：是在直立面上测量的，包括倾伏向和倾伏角两个要素。

倾伏向：构造线在水平面上的投影线向下倾伏一端的方位。

倾伏角：是构造线与其在水平面投影线之间的夹角。

倾伏角用数字表示，如：20°，N30° W 或 20° / N30°，表示倾伏角为 20°，倾伏向为北偏西 30°。

(2) 侧伏，包括侧伏向和侧伏角两个要素。

侧伏向指构造线与所在构造面走向线之间夹锐角一端的方位。

侧伏角指构造线与所在构造面走向线之间所夹锐角。

如：20° S，表示一直线在某一构造面的侧伏角为 20°，侧伏向指南。

第二节 层状地质体的产状及其露头界线

沉积岩层的产状有水平、直立和倾斜三种。

一、水平岩层

(一) 岩层的产状

一般把岩层的倾角小于 5° 的岩层认为是水平岩层。

(二) 特征

1. 地层地质时代较新的岩层位于较老的地层之上。因此，在地形被切割轻微时，地表只出露最新地层；在地形被切割较深的地区，由山谷到山顶岩层由新到老排列。
2. 水平岩层的露头线与地形等高线平行或重合。
3. 水平岩层的厚度等于岩层顶面与地面的标高差。
4. 水平岩层上、下层面出露界线之间的水平距离（露头宽度）的变化受岩层的厚度和地面坡度的影响。

二、直立岩层

(一) 岩层的产状

一般把岩层的倾角近于 90° 的岩层认为是直立岩层。

(二) 特征

1. 直立岩层的露头线呈直线延伸，不受地形影响，其延伸方向就是岩层的走向。
2. 直立岩层的厚度等于出露宽度。

三、倾斜岩层

一个地区在地壳运动影响下，水平岩层的产状可发生改变，形成和水平面有一定交角、并向一个方向倾斜的岩层，称为倾斜岩层。

(一) 倾斜岩层的表示方法

倾斜岩层的产状可用面状构造的产状要素表示，产状要素的测定有直接和间接两种方法：

1. 直接法：用罗盘直接在岩层面上测得；
2. 间接法：
 - a) 在地形地质图上用作图法求得；
 - b) 根据钻孔资料，用三点法求产状；
 - c) 根据视倾斜用赤平投影法求产状。

(二) 倾斜岩层的厚度及埋深

1. 倾斜岩层的厚度

- a) 厚度：岩层的顶面和底面的垂直距离即为岩层的厚度，也叫岩层的真厚度。
- b) 铅直厚度：岩层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。

c) 视厚度: 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 $(h') = \text{铅直厚度}(H) \cdot \cos \beta$ (β 为岩层的视倾角)

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、底面之间的导线距(L)、地面坡度角 β 、岩层的倾向和倾角(α)。根据下列公式可求得厚度。

$$h = L(\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \sin \beta \cdot \cos \alpha)$$

当岩层倾向与地面坡向相反时, 用“+”号, 倾向与坡向相同时用“-”号。如果岩层的倾向与地形的坡向相同, 且沿导线方向的坡度角小于岩层的倾角时, 应用公式算得负值, 可取绝对值。

利用公式计算岩层厚度比较麻烦, 用几何作图法和赤平投影法则比较简便。

2. 倾斜岩层的埋深

岩层的埋藏深度是指从地表的某一点到埋深在地下某一岩层的铅直距离。

已知 A、B 两点的标高和两点间的水平距离及岩层倾角, 就可求得 A 点到地下的某岩层的埋深。

(三) 倾斜岩层的露头界线

1. 倾斜岩层的露头宽度

露头宽度: 在垂直岩层走向的剖面上, 岩层出露地表的水平投影宽度, 叫做露头宽度。

在地质制图或阅读地质图时, 经常发现同一厚度的岩层在地表出露的不同部位, 露头宽度不同, 这是因为岩层的露头宽度受到岩层厚度、地面的坡度及岩层产状的共同影响。

2. 倾斜岩层的露头界线 (“V” 字型法则)

岩层的露头界线是指岩层露头在空间上的分布形态。

岩层的露头分布形态受岩层的产状和地形两者关系的影响, 当倾斜岩层的走向与山脊或沟谷的延伸方向近于垂直时, 露头线呈“V”字形分布。依据岩层的倾斜与地面的坡向、坡角的三种关系呈现三种不同分布规律的“V”字形形态, 这种规律称“V”字形法则。

a) 当岩层的倾向与地面的坡向相反时, 岩层的界线与地形等高线的弯曲方向相同, 即“相反相同”, 但是岩层界线弯曲的曲率比地形等高线的弯曲曲率要小。

b) 当岩层的倾向与地面的坡向相同, 并且岩层的倾角大于地面坡度角时, 岩层的露头界线与地形等高线呈相反方向弯曲, 即“相同相反”。

c) 当岩层的倾向与地面的坡向相同, 并且岩层的倾角小于地面坡度角时, 岩层界线与地形等高线的弯曲方向相同, 即“相同相同”, 岩层界线弯曲的曲率大于地形等高线的弯曲曲率。

应用“V”字形法则时, 应注意以下几个问题:

(1) 工作中, 当发现岩层露头弯曲形状与地形等高线弯曲形状为同向时, 应注意研究其弯曲程度, 以区别究竟是岩层倾向与地面坡向相同(当岩层倾角 $<$ 地面坡角时), 还是岩层倾向与地面坡向相反。

(2) 在地面相对很平时, 露头呈直线条带分布, 这可能是直立岩层, 也可能是倾斜岩层, 故应结合剖面全面观察, 以便判断。

(3) “V”字形法则在测制大比例尺地质图时, 颇有指导意义。但随着图件比例尺减小, 地质界线受地形影响的程度也逐次减小, 这是因为在比例尺较小的图上, 露头弯曲的微小形态及微地形的形态都无法表示, 而忽略不计之故。

3. 倾斜岩层的特征

- (1) 倾斜岩层在野外和地形地质图上呈条带状分布，切割地形等高线。
- (2) 在没有发生倒转的前提下，顺着岩层的倾向，岩层的时代由老到新排列。
- (3) 岩层的倾角越大，岩层的条带越接近直线状；若岩层的倾角越小，则岩层越弯曲。

第三节 岩层、岩体的接触关系

一、整合和不整合

(一) 整合接触关系及其特征

1. 概念：当某一地区在某一地质历史时期内是处于连续沉降的地壳运动作用下，或虽处于上升，但未超过水下侵蚀基准面，或地壳升降与沉积作用处于相对平衡时，这个地区的沉积作用是连续进行的，这种环境下形成的地层接触关系为整合接触。
2. 特征：
 - (1) 岩层层面相互平行排列；
 - (2) 上、下岩层的时代是连续的；
 - (3) 在海相沉积中，上、下岩层的岩性往往是递变的。

(二) 不整合接触

沉积接触的上、下两套地层之间有明显的沉积间断，即先后沉积的两套地层之间有明显的地层缺失，这种接触关系为不整合接触。不整合面的出露界线为不整合线，是重要的地质界线之一。

1. 平行不整合接触及其特征

(1) 概念：平行不整合又称假整合，主要表现为不整合面上、下两套地层的产状彼此平行。假整合形成过程可简单表示为：下降接受沉积→上升遭受剥蚀→再下降接受新的沉积。

(2) 特征：

- a) 假整合面上、下两套岩层的产状，在大范围内彼此平行排列；
- b) 缺失部分地层有两种情况，其一是缺失地层根本就没有沉积，其二是缺失的地层沉积了，后经地壳上升被剥蚀掉了；
- c) 不整合面上、下地层之间有古生物间断；
- d) 在不整合面之上地层的底部常存在有由下部老地层成分组成的底砾岩；
- e) 在起伏不平的风化壳上，往往有特殊的风化残余矿产。

我国华北地台奥陶系与中石炭系之间是一个典型的假整合接触关系。

2. 角度平行不整合接触及其特征

(1) 概念：平行不整合又称不整合，一组较新地层呈角度接触覆盖在不同时代较老地层之上，它们之间有明显的古风化剥蚀面，这种地层接触关系称角度不整合。

角度不整合可简单表示为：沉积盆地下降接受沉积→在地壳运动的影响下发生褶皱、断裂，往往有岩浆作用和变质作用相伴生，同时隆起上升遭受风化剥蚀→再下降接受新的沉积。

(2) 特征：

- a) 不整合面上、下新老岩层之间的产状明显不同，两者呈角度接触；
- b) 不整合面上、下新老岩层之间缺失某一时代的地层，存在明显的沉积间断；
- c) 在不整合面上常发育有底砾岩和古风化残余矿产，如褐铁矿、铝土矿和磷矿等；
- d) 由于长期的沉积间断，不整合面上、下新老岩层的沉积条件发生变化，造成两套地层的岩性和岩相明显差异；
- e) 不整合面以下的老岩层的变形要比上覆的年轻地层相对强烈复杂，两套岩层中的岩浆活动和变质作用往往明显不同。

(四) 岩层接触关系的研究

1. 不整合研究的意义

(1) 不整合记录了地壳运动的演化历史，不仅体现了空间上的相互关系，也反映了时间上的发生顺序。因此，地层不整合接触的关系是研究地质发展历史、鉴定地壳运动特征、确定构造变形时期的重要依据。

(2) 不整合是地层单位划分的重要依据之一，不整合面是地质填图的重要界线。不整合面的空间分布及其类型变化研究有助于了解古地理环境和古构造现状及其变化。

(3) 不整合及其附近有利于形成金属、非金属及油气矿产。

2. 不整合面的研究方法

(1) 确定不整合面的存在是研究不整合的基础

a. 古生物标志：上、下两套岩层中所含的古生物化石反映出古生物的演化不是连续的或古生物群截然突变的，说明可能存在不整合；

b. 地层标志：两套地层之间如果存在古剥蚀面、古土壤层、风化剥蚀矿产、底砾岩等，说明下覆地层曾在上覆地层沉积之前隆起，遭受风化剥蚀；

c. 变形差异：如果上、下两套地层的变形出现明显差异，如岩层的产状不同、构造线不同，褶皱样式和变形强度各异，而且下伏地层中的断层被上覆地层截切，说明可能存在角度不整合；

d. 变质作用差异：如果上、下两套岩层在岩浆作用和变质作用方面有明显差异，以及与岩浆作用和变质作用有关的内生矿产方面的差异，也可确定不整合存在。

(2) 确定平行不整合和角度不整合的形成时期

不整合的形成时期通常用不整合接触的上、下两套地层之间缺失的那部分地层的时代予以确定。一般以下伏地层最年轻的地层的时代做为下限；上覆地层最老地层沉积之前做为上限。当缺失地层较少时，确定不整合形成的时代较为准确；若上、下两套地层的时代间隔很大，不整合的形成时代的准确判定就有一定困难。

要正确地鉴定不整合所代表的地壳运动的时期，还必须进行区域地层对比和区域地质构造发展史的综合研究，以便确定地层是“缺”（即当时就没有沉积），还是“失”（即原有的地层被剥蚀掉了）。

(3) 研究不整合面的空间展布和类型变化

由于不同地区构造运动的强度、性质的变化，往往不整合在不同地段的表现也不同，所以，不整合在空间上常常是变化的。在较大的范围内，有时会由一个地段的的角度不整合接触过渡到平行不整合，甚至是整合接触。

二、岩体与围岩的接触关系

(一) 侵入接触关系：岩体侵入到围岩中，岩体与围岩的接触关系称为侵入接触关系。岩体的形成晚于围岩。

侵入接触关系具有下列特征：

1. 岩体穿切围岩，可有冷凝边、烘烤边或接触变质和蚀变现象。
2. 岩体内往往有围岩的捕虏体。
3. 与侵入体有关的岩墙、岩脉穿切围岩。

(二) 沉积接触关系：岩体形成后经地壳运动出露地表，再经风化剥蚀作用后，又被新的沉积物所覆盖，这种接触关系称沉积接触关系。

沉积接触关系具有下列特征：

1. 岩体与上覆围岩的接触带没有冷凝边、烘烤边和接触变质或矿化蚀变现象；
2. 岩体内的定向排列的原生构造或岩脉、矿脉被截切；
3. 在岩体顶部有风化剥蚀面和古风化壳，同时，在上覆岩层的底部含有岩体成分的碎屑和砾石。其它特征与角度不整合关系相似。

根据岩体与围岩的接触关系可以确定岩体形成的相对时代。岩体侵入的最新地层时代为岩体形成的下限；而上覆岩层的最老地层时代为岩体形成的上限。

岩体形成以后，在岩体和围岩的接触带上经常可见有断层叠加，造成岩体和围岩呈断层接触，对岩体来说是局部现象。