

# 构造地质学

(附本281—334页)

地质出版社

高等学校试用教材

# 构造地质学

武汉地质学院 成都地质学院 合编  
南京大学地质系 河北地质学院

(附 本)

地质出版社

## 附录二

## 构造地质学实习教材

## 实习一 认识地质图及读水平岩层地质图

## 一、目的和要求:

- (一) 明确地质图的概念, 了解地质图的图式规格;
- (二) 了解阅读地质图的一般步骤和方法;
- (三) 掌握水平岩层在地质图上的表现特征。

## 二、预习内容:

- (一) 复习测量学有关读地形图的知识;
- (二) 预习教材第二章“水平岩层”部分。

## 三、实习图件和用品:

- (一) 选用一幅国家验收出版的 1/20 万地质图作示范, 介绍地质图的图式规格;
- (二) 实习用图: 附图 1 及 2;
- (三) 三角板、铅笔。

## 四、地质图的概念及图式规格:

## (一) 地质图

地质图是用规定的符号、色谱或花纹将地壳某部分地质组成、地质现象, 按比例概括投影到平面(地形图)上的图件。

一幅正规的地质图应该有图名、比例尺、图例、编图单位和编图日期。

图名常用整齐美观的大字书写。图名要表明图幅所在地区和图的类型。如《北京西山地质图》, 《四川省大地构造图》等。如果是大比例尺地质图, 如《门头沟地质图》、《马角坝地质图》, 因面积很小, 地名不被众人所知或同名多, 则在地名前加上所属的更大区域的名字, 如《北京西山门头沟地质图》, 《四川省江油县马角坝地质图》。

比例尺又名缩尺, 可以表明图幅反映实际地质情况的详细程度。比例尺有三种类型:

数字比例尺如 1:100,000, 1:50,000; 自然比例尺即图上 1 厘米相当于自然界真正的水平长度, 如 1 厘米相当于 1 公里, 1 厘米相当于 500 米; 线条比例尺作成尺子状, 长 6 或 8 厘米, 宽 1~2 毫米, 每一厘米一段, 分为 6 格或 8 格, 自左边起第二格起定为 0, 自 0 向右每格注上每厘米代表的真正长度, 由 0 向左的一厘米再分为若干小格, 注上所代表的数字, 如每 1 毫米或 2 毫米代表实地长度。比例尺一般注于图框外上方或下方正中位置。

图例是一张地质图不可缺少的部分, 不同类型的地质图有不同的图例。一般地质图图例是用各种规定的颜色和符号来表明岩石的时代和性质。图例通常是放在图框外的右边或下方, 如果在图框内有足够安放图例的空白处, 也可以放在图框内, 但仍然要按一定的顺

序来排列。图例前面应该用醒目的字注明“图例”两字。

地层图例的顺序是自上而下由新到老的排列。如放在地质图的下方，一般可以自上而下由新到老的排列，再由左向右由新到老排列。图例都画成大小为 $0.8 \times 1.1$ 或 $0.8 \times 1.2$ 厘米长方形的格子，排成整齐的行列。在方格的左面注明时代，右面注明岩石性质，再着上和注明与地质图上同层位的相同颜色和符号。没有确定时代的火成岩放在沉积岩图例的下面，按酸性程度排列，与之相当的喷出岩则排在这一侵入岩之下。变质岩按变质程度由浅而深自上而下排在火成岩的下面。已确定时代的喷出岩、变质岩要按时代顺序排列在图例相应的位置中。图上出露的岩层一定要有它的图例；图上没有出露的岩层绝不能有它的图例。

图例中的构造符号放在所有地层、岩石图例的下面，一般的顺序是这样：地质界线、褶皱轴迹（构造图中）、断层、节理以及层理、面理、流纹、流面等产状要素（已确定的与推想的应该分别注明）。

地质图上表示各种符号的颜色也是一定的。地质界线用黑线，断层线用鲜红线，河流用浅蓝色，地形等高线用棕色，城镇和交通网用黑色。

图框外上方要注明编图单位和编图日期，下方注明编图单位负责人及编图人。如根据许多材料综合编成的地质图，要在图框外右下方注上引用的资料（如地质图等），以及这些资料的编者，出版机关和出版日期。

为了表明该图所代表的地理位置，在小比例尺图上要画上经纬线。如果该图是国际地图分幅中的一幅，则应注明它的代号（在图名下面）。

## （二）地质剖面图

一幅正式的地质图应该附有一张或两张切过全区主要构造的剖面图，剖面图也有一定规格。

剖面图如单独绘出时，图名可以用剖面所在的大地名及其经过的主要地名（如山峰、河流、城镇等）。如周口店地区（地质图所在地区）太平山—升平山地质剖面图或玉泉山—红山口地质剖面图。如为图切剖面，与地质图在一起，可以剖面代号表示，如I—I'剖面图或A—A'剖面图。

剖面图应有和地质图比例尺一致的垂直和水平比例尺。垂直比例尺用线条比例尺，表示在剖面两端竖立的尺子形状，其起点可以从本区最低点稍低一些的标高开始。如果剖面图附在地质图的下方，而水平比例尺与地质图比例相同时，则水平比例尺可省去，如果它们的比例尺不同，就一定要注明水平比例尺。剖面图的比例尺应该与地质图的比例尺大小一致，一般是不放大的，如果剖面图的垂直比例尺放大了，那么必须在剖面图上注明水平比例尺和垂直比例尺。

剖面图的两端，用垂直线控制住剖面的边界，其一边即标记垂直比例尺，下边用先选定标高的一根水平线作为基线。剖面图的两根垂直边线的上端要注明剖面方向（用方位角表示）。剖面经过的山、河、城镇也注明在剖面地形起伏线上面。为了醒目美观，最好把方向、地名排在一条水平线上。剖面图的放置，一般南端在右方，北端在左，西左东右，南西和北西端在左边，北东和南东端放在右边。

剖面图也要附有图例，并且应该与地质图的图例的颜色、代号一致。如果剖面图附在地质图上，则剖面图的图例可以省去，但要附上岩石花纹的图例。

剖面图内一般不要留有空白。地下深处的岩层，应该根据当地岩层顺序和构造情况推

测出来。

剖面在地质图上的位置，要用一条细线表示出来，两端注上代表剖面顺序的数字或符号，如 I—I'，II—II'，A—A' 等。在剖面图的两端也同样要注上这些数字或符号。

### (三) 地层柱状图

一份正式的地质报告与地质图上应该附有全区的综合地层柱状图。

柱状图可以附在地质图的左边，也可以画在另一张纸上。比例尺视情况而定，一般要大于地质图的比例尺。

柱状图应有图名，如果是综合较大区域作出来的，则叫《××地区综合地层柱状图》。

柱状图中的地层要按照从老到新的顺序往上画，在绘制过程中要考虑到不整合和火成岩体侵入的关系，必须要把这些重要的现象正确地表示在图上（也有只画地层，不画侵入岩体）。岩性柱子的宽度，要看地层的总厚度来决定。总厚度大，柱子要宽些，厚度小，柱子可窄些，一般为 2—4 厘米。目的是使图件整齐醒目。

在时代一栏内分界、系、统、阶（组）四格，或按地区性地层单位加上群、组、段，以取代“阶”。

地层代号一栏内除了要写上文字符号，还要按国际色谱染上颜色（或统一规定的色谱）。

岩性描述栏中，只描述岩石最主要特征。如岩石名称、颜色、颗粒大小、成份以及其它突出的特点……等。如果有火成岩侵入，就应该在其相当的时代位置上加以描述。

化石栏中对化石的描述要用拉丁文写出属名、种名。此外还可以描写化石的保存特点。

地貌及水文地质栏可以合并，也可以分开。地貌主要描述不同岩石经受外力地质作用后在地面上的表现，如石灰岩造成岩溶地貌，石英砂岩造成陡崖等。水文地质栏内是叙述岩石的水文地质性质，如含水层，不透水层等。用蓝色表示含水层的存在，并将厚度注明。

矿产一栏中把各种矿产及有开采价值的岩石写出、并注明矿产、层数、厚度及用途等。

柱状图一般分为以上几栏，但是可根据全区的地质特点和工作任务，内容可作适当的增加或减少。

### 五、阅读地质图的一般步骤和方法

读地质图，首先要看图式和各种规格。从图名和图幅代号，了解图的地理位置和图的类型；从比例尺大小可以折算图幅的面积，同时了解反映地质构造现象的详细程度；出版年月和引用资料，可以了解图幅的编制时间并便于查阅原始资料；图例的分析是读图的基础，通过图例可以搞清楚图幅内采用的各种符号，出露的地层和岩石类型，它们的生成顺序和时代及地层间有无间断……等等。

地形分析是全面了解地质内容的前提，在较大比例尺（大于 1:50000）地形地质图上，通过地形等高线和河流水系的分布来了解地形分布的特点。在中小比例尺（1:10 万—1:50 万）地质图上，主要根据河流水系的分布，支流与主流的关系，山势标高变化等了解地形特点。

一幅地质图所反映的地质内容是相当丰富的，在图上一般分析的项目有：地层、岩石

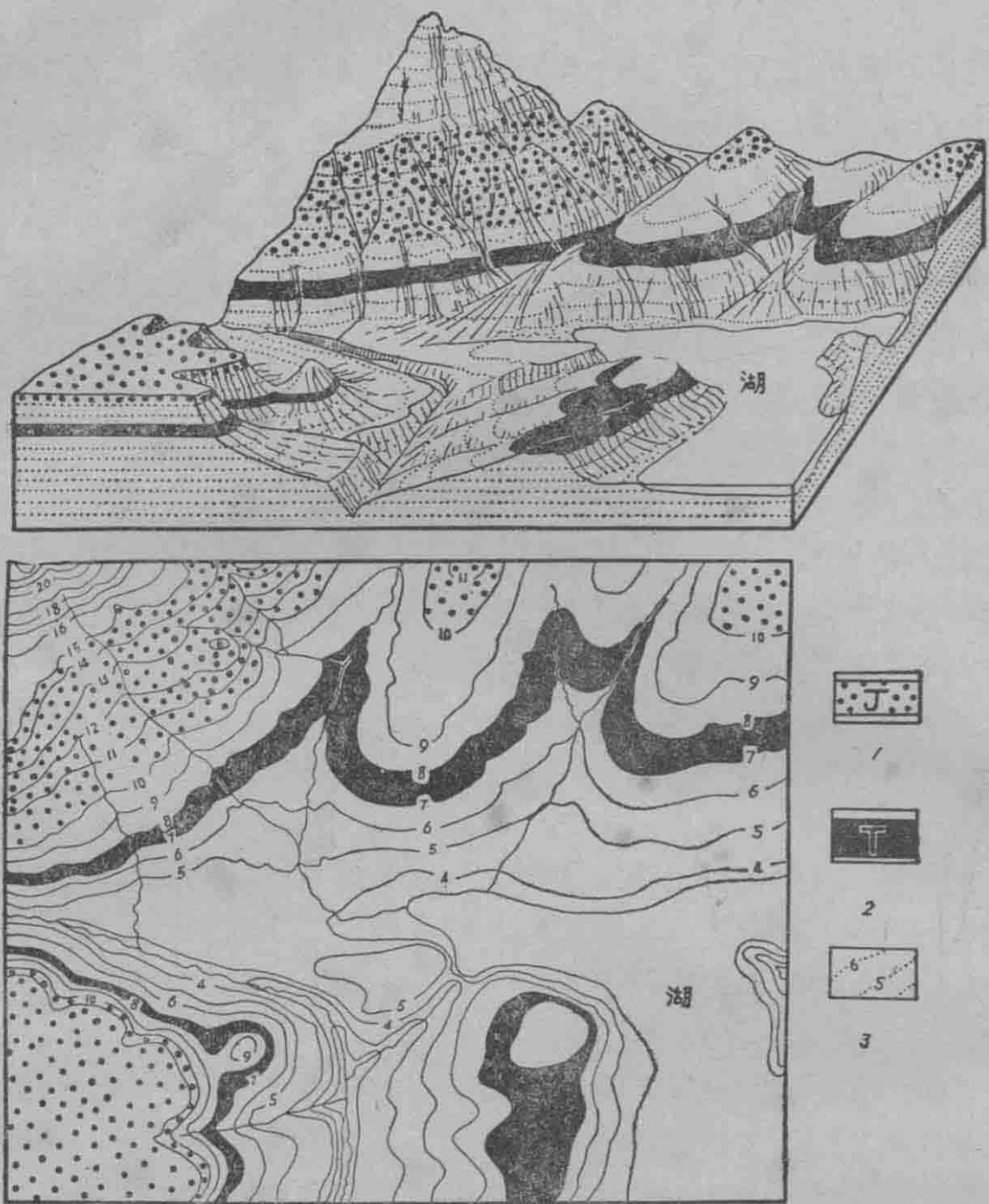


图 1 水平岩层在地质图上的特征 (示意图)  
1—侏罗系含砾砂岩; 2—三叠系含煤页岩; 3—地形等高线

的类型和它们的产状、时代、分布及其相互关系等; 褶皱构造的形态特点、空间分布和形成时代; 断裂构造的类型、规模、空间分布和形成时代以及岩浆岩和变质岩出露区的构造……等等。分析时边看、边记、边绘图以获得所需要的资料。各种构造形态的具体分析方法, 将在有关实习中专门叙述。

六、读水平岩层地质图

水平岩层在地面和地质图上的表现特征 (图 1): 地质界线与地形等高线平行或重合; 在岩层未发生翻倒的情况下, 老岩层出露在地形低处, 新岩层分布在地形高处; 岩层露头宽度受岩层厚度和地面坡度影响, 当地面坡度一致时, 岩层厚度大的, 其露头宽度也大; 当厚

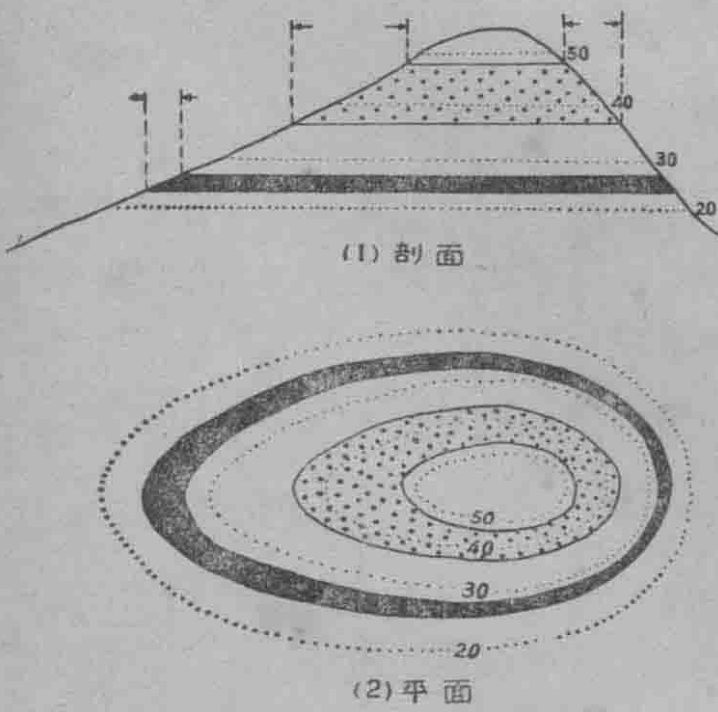


图 2 水平岩层露头宽度与坡度和岩层厚度的关系

度相同时，坡度愈大，其露头宽度愈窄（图2），在陡崖处，水平岩层顶面和底面地质界线重合，露头宽度为零。水平岩层的顶、底面界线的标高差就是该岩层的厚度。

### 七、作业：

阅读、分析附图1及2，判别哪些岩层是水平岩层，求附图1中K<sub>1</sub>岩层厚度。

## 实习二 用间接方法确定岩层产状要素

### 一、目的要求：

- （一）学会在地形地质图上和用三点法求岩层产状要素；
- （二）巩固岩层产状要素概念。

### 二、预习内容：

- （一）复习产状要素的概念。
- （二）预习本实习说明。

### 三、实习图件及用具：

- （一）凌河地形地质图（附图1）和松溪地形地质图（附图3）

- （二）三角板、量角器、2H铅笔。

### 四、说明：

（一）在地形地质图上求岩层产状方法：

此法适用于大比例尺地质图上，而且在测定范围内，岩层产状稳定不变，无褶皱，断层干扰。求解原理如下：

根据走向线的定义，在图3（1）透视图，某砂岩层上层面对100米和150米高的两个水平面相交得I、I'和II、II'两条走向线，沿上层面对它们的垂线AB则为倾斜线，与其水平投影AC的夹角 $\alpha$ 则为岩层的倾角，在直角三角形ABC中，BC为二走向线的高差。从这个透视图，不难看出：只要能作出同一层面而不同高程的相邻的两条走向线，然后根据其高程和平距，就可求出产状要素来。作图步骤如下〔图3（2）〕：

1. 将砂岩层上层面对100米及

150米的两等高线的交点I、I'和II、II'相连，得走向线I、I'和II、II'；

2. 从150米高的走向线II、II'上任一点C作其垂线与100米高的走向线I、I'交于A点，则CA代表岩层倾向，箭头由高指向低。据两走向线高差50米，按地质图比例尺截取BC（如为1厘米）得直角三角形ABC。

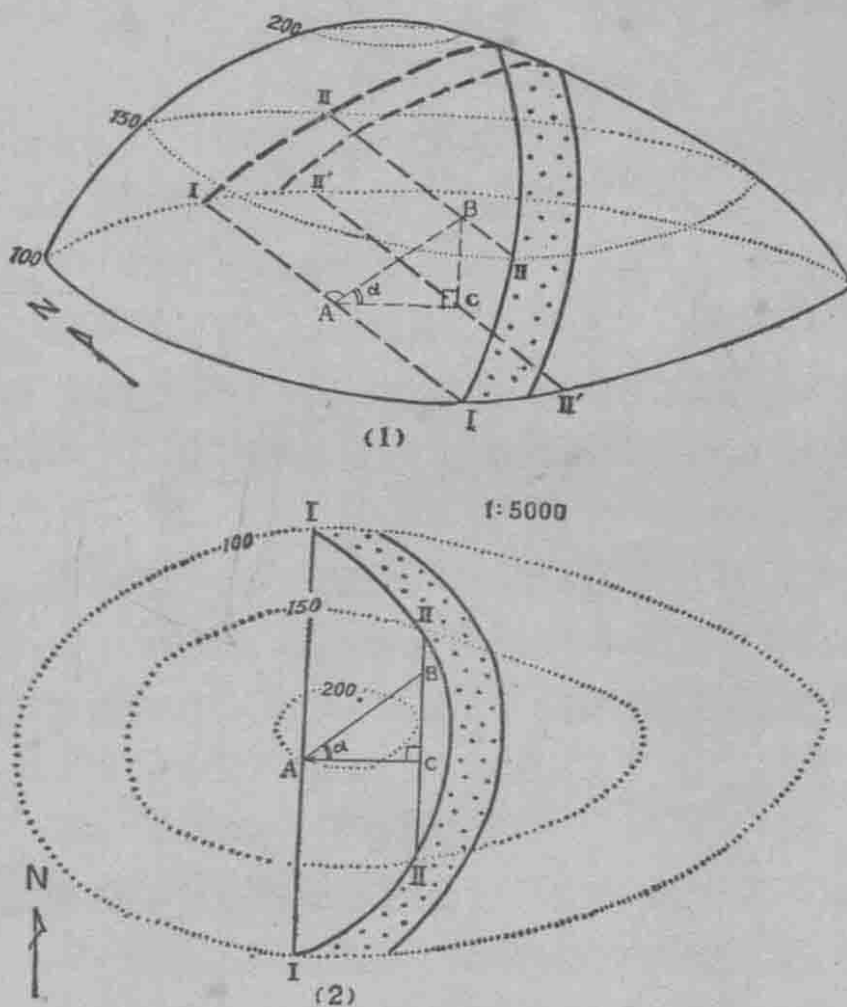


图3 地质图上求产状。

1—透视图；2—地形地质图。

3. 用量角器量取  $\angle BAC$  即得岩层倾角  $\alpha$  (或  $\tan \alpha = \frac{BC}{AC}$ , 按地质图比例尺求出  $AC$  长度, 即可求出  $\alpha$  值) 并量出  $CA$  方位角即为岩层的倾向。

## (二) 三点法求岩层产状方法

当岩层产状很缓 (仅几度时) 而罗盘不便测量或岩层埋藏地下而不能直接测定时, 可以测出层面标高, 或者利用钻探得到的层面标高资料, 然后运用三点法来求岩层产状要素。

运用三点法的前提: (1) 三点位于同一层面但又不在一条直线上; (2) 三点的位置 (方位)、水平距离、标高已知, 并且相距不太远; (3) 三点范围内没有褶皱断裂, 即岩层面平整, 产状无变化。

三点法的要点: 从图 4 (1) 可以看出, 只要在最高点  $A$  和最低点  $C$  的连线上, 找到与  $B$

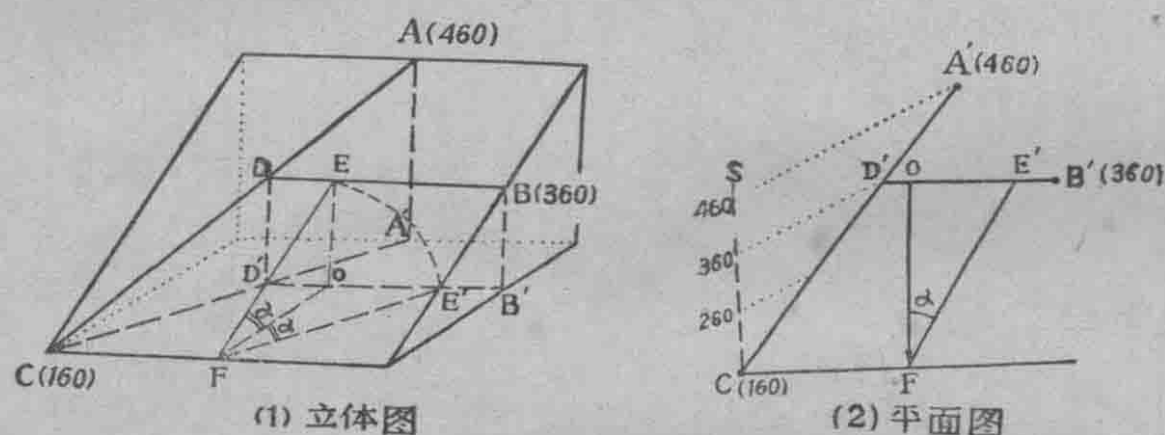


图 4 三点法求产状

点等高的一点  $D$ , 就可以作出走向线  $DB$ , 过另一点  $C$  (或者  $A$ ) 则可以作出与其平行的走向线, 并根据已知的高程及水平距离, 求出倾向和倾角来 (见图 4 之 (2))。具体作法如下:

(1) 求等高点。从最低点  $C$  作任一辅助线  $CS$ , 据  $A$ 、 $C$  点间高差将其等分, 用等比例线段法在  $AC$  线上得出与  $B$  等高之  $D'$  点。

(2) 求倾向。连  $D'B'$  即为 360 米走向线, 并过  $C$  点作其平行线即 160 米走向线, 在  $D'B'$  上任取一点  $O$  作其垂线  $OF$  即倾向线, 并以箭头代表倾向用量角器量其方位角值。

(3) 求倾角, 据  $B$ 、 $C$  点间高差按作图比例尺取线段  $OE'$ , 连  $E'F$ , 则  $\alpha$  代表岩层倾角, 以量角器量其值。

## 五、作业:

(一) 在凌河地形地质图 (附图 1) 上求下石炭系 ( $C_1$ ) 顶面或底面产状。〔或用嘉阳坡地形地质图 (附图 4) 求  $C_1^2$  产状〕。

(二) 在松溪地形地质图 (附图 3) 上, 根据: (1) 已知某赤铁矿层为稳定的倾斜矿层, 各孔见矿深度为:  $ZK_2$  60 米,  $ZK_3$  40 米、 $ZK_5$  80 米, 求其产状, (2) 在设计钻孔  $ZK_9$  处, 预计打多深能见到该赤铁矿层顶面? (提示: 钻孔中铁矿层顶面高度 = 地面钻孔高度 - 见矿深度)

## 实习三 极射赤平投影在构造地质学上的应用之一 (真、视倾角的换算和求岩层的厚度)

### 一、目的要求:

- (一) 了解赤平投影的原理并初步掌握平面、直线和平面法线的投影方法。
- (二) 学会用赤平投影方法换算真、视倾角和求岩层的真厚度。

### 二、预习内容:

- (一) 教材附录一“赤平极射投影在构造地质中的应用”中的第一、二、三、四节。
- (二) 教材第二章中真倾斜, 视倾斜及其相互关系, 以及岩层厚度的概念。

### 三、实习用具: 吴氏网、透明纸、直尺、铅笔等。

### 四、说明:

本次实习讲解的例题和作业, 均选用本书附录“极射赤平投影在构造地质学上的应用”中“第四节: 真、视倾角的换算与构造线产状及地层厚度的测定”的例题和习题。在作本次实习之前, 应安排六一八学时先讲赤平投影的基本原理和赤平投影网及其用法。

## 实习四 读倾斜岩层地质图并作剖面图 (包括不整合读图)

### 一、目的要求:

1. 认识倾斜岩层及不整合在地质图上的表现特征, 学会用“V”字形法则判断倾斜岩层产状。

2. 学会编制倾斜岩层地质剖面图的方法。

### 二、预习内容:

1. 教材第二章“倾斜岩层露头形态”及“不整合类型”。
2. 本次实习说明。

### 三、实习图件及用具:

1. 实习附图 1—3。
2. 三角板、量角器、铅笔和方格纸。

### 四、说明:

(一) 倾斜岩层在地质图上的特征:

倾斜岩层在大比例尺地质图上表现最明显的是地质界线与地形等高线相交, 在山脊和沟谷处弯曲成为“V”字形, 并且有一定的规律, 即所谓“V”字形法则。

1. 岩层倾向和地面坡向相反时, 地质界线“V”字形尖端和等高线突出方向一致, 但地质界线形态更为宽阔 (见图 5)。

2. 岩层倾向与地面坡向相同时的两种情况

(1) 岩层倾角大于地面坡角, 地质界线“V”字形尖端和等高线突出方向相反 (图 6)。

(2) 岩层倾角小于地面坡角，地质界线“V”字形尖端和等高线突出方向相同，但地质界线形态更为狭窄（图7）。

上述三种情况，反映出倾斜岩层地质界线形态主要受岩层倾角大小以及岩层倾向和地

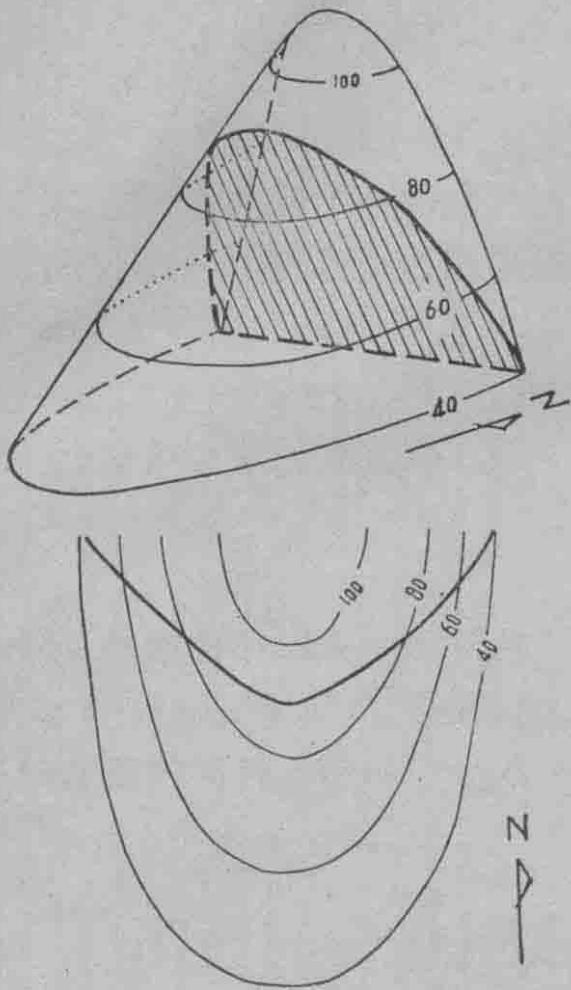


图5 岩层倾向与地面坡向相反

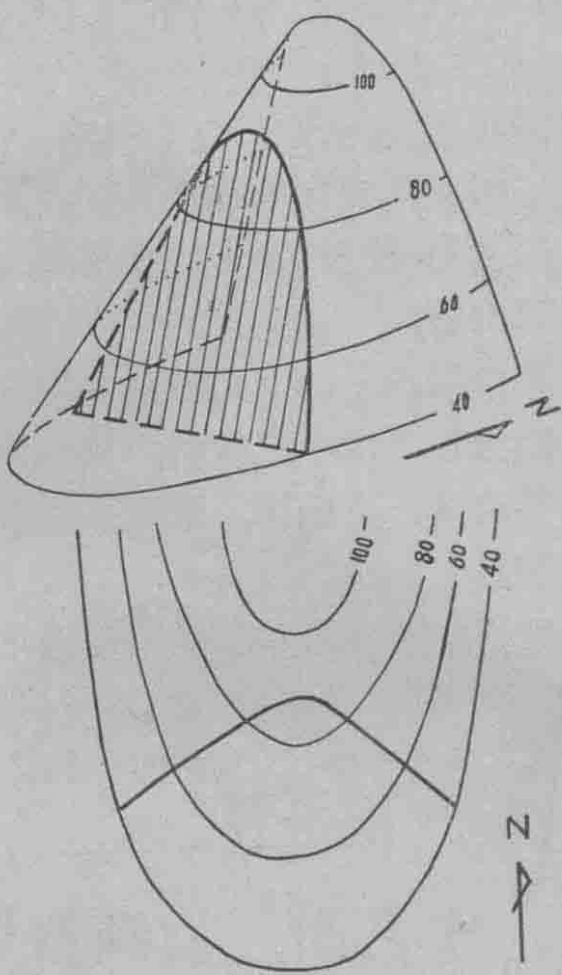


图6 岩层倾向与地面坡向一致岩层倾角大于地面坡角

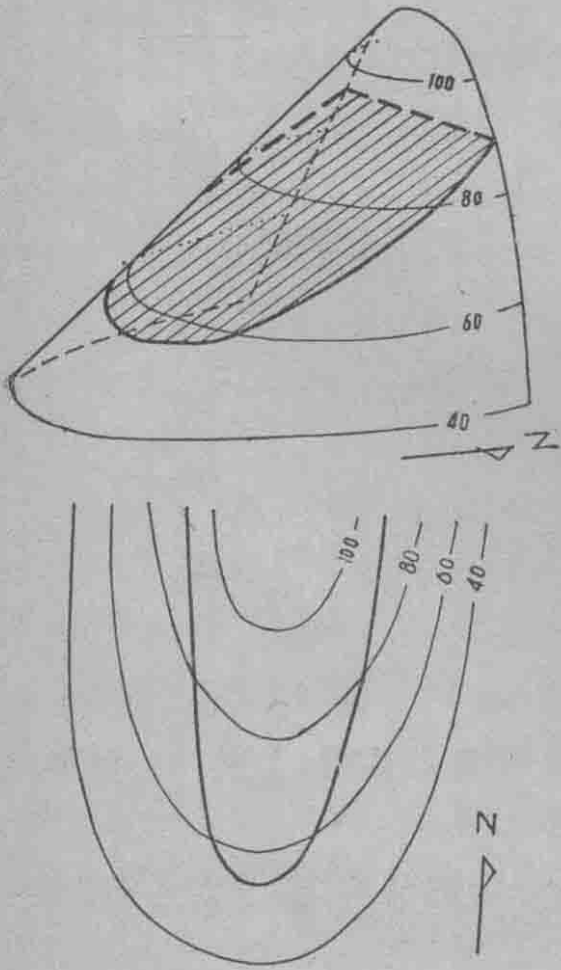


图7 岩层倾向与地面坡向一致岩层倾角小于地面坡角

面坡向关系这两个因素决定。掌握这一规律有助于我们建立岩层产状立体形态和岩层露头投影形态的关系的概念，对填绘和阅读大、中比例尺地质图很重要。

(二) 不整合在地质图上的特征

不整合分两种主要类型：

(1) 角度不整合，上下两套地层产状不同和地层时代不连续。在地质图上，较老的一套地层被不整合线所切，而新的一套地层界线与之大致平行。如图8，上

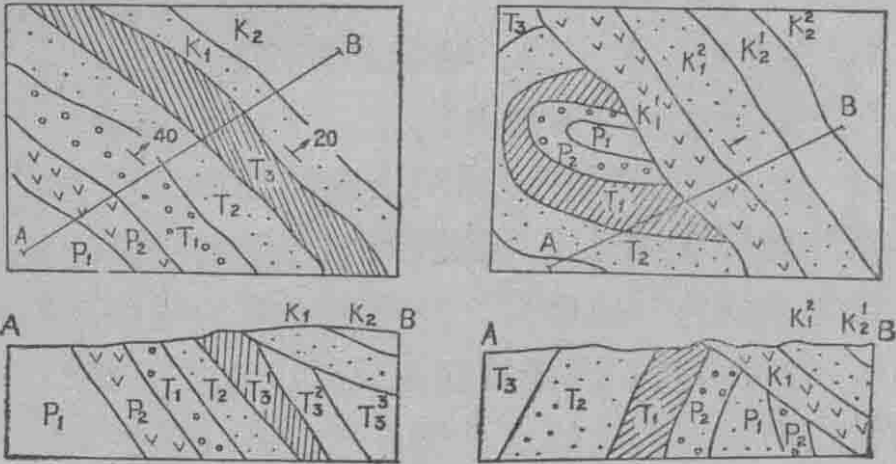


图8 角度不整合在平面和剖面图上的表现  
上图一平面图，下图一沿AB线的剖面图

覆白垩系 (K) 切过下伏二叠系 (P)、三叠系 (T)。

(2) 平行不整合, 上下两套地层产状一致, 但地层时代不连续。地质图上表现两套地层平行排列, 地质界线互相平行, 而其间有地层缺失。

(三) 编制倾斜岩层地质剖面图方法 (图 9)

一幅正式地质图必须附有一条或几条通过全区主要地质构造的图切剖面图 (地质剖面图)。它是反映图区构造形态的图件, 结合对地质图的分析, 将有助于我们从三度空间来认识和恢复地质构造形态。对于这种图, 我们应当会作, 会分析。其方法如下:

- 1. 读图: 分析图区地形特征、地层分布、层序及产状变化情况, 为选剖面作准备。
- 2. 选择剖面线: 尽量垂直区内地层走向。剖面线应通过地层出露最全的地方, 选定后标记在地质图上。

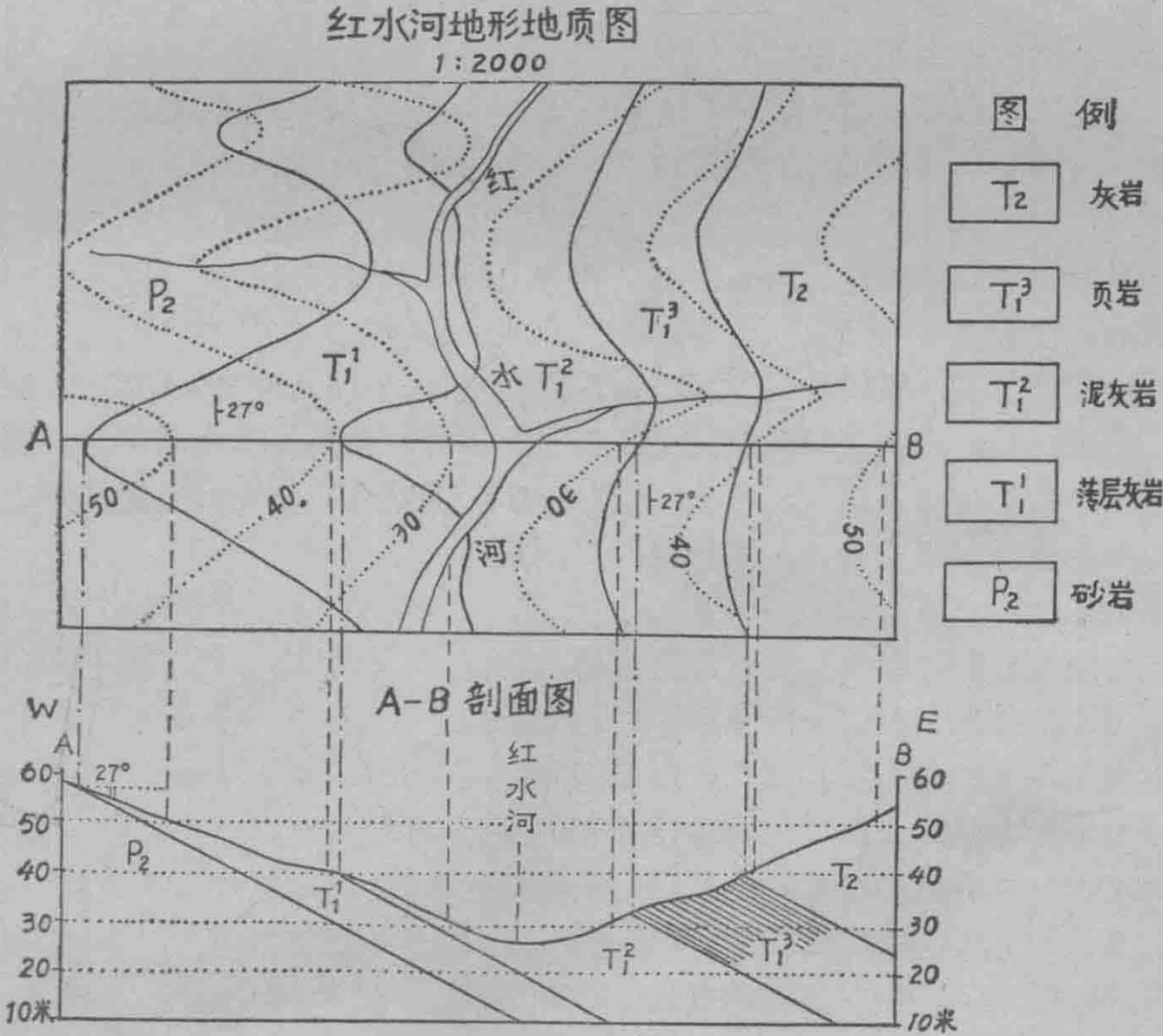


图 9 倾斜岩层剖面图的绘制示意图

3. 作地形剖面: 在绘图纸 (方格纸上为好) 上画出剖面基线, 长短与剖面相等, 两端注上垂直线条比例尺 (一般和地质图相同比例尺), 按等高距作一系列平行于基线的水平线或用方格纸, 然后将地质图上的剖面线与地形等高线交点一一投到相应高度的水平线上 (见图 6 中虚线), 按实际地形用平滑曲线连接各点即得地形剖面。

4. 完成地质剖面: 将剖面线与地质界线各交点投影到地形剖面线上 (图 6 中点虚线), 按岩层倾向和倾角 (或视倾角) 大小作出地质界线, 在界线之间绘上岩性花纹和注上地层时代, 如例图中  $T_1^3$  地层的表示。并绘上图例。

5. 整饰图件: 按地质剖面图规格, 进行整饰。

### 五、作业:

1. 分析附图 1、2 或 4, 用“V”字形法则确定倾斜岩层产状, 判别图中地层接触关系。
2. 作附图 1 中 A—B 地质剖面图。

## 实习五 根据岩层产状要素绘制 倾斜岩层地质图

### 一、目的要求:

(一) 学会根据平整岩层面(或矿层面, 断层面)在某一点的产状要素, 用作图法在地形图上绘制其出露界线的形态。

(二) 通过这一作图方法, 进一步了解地质界线与地形等高线的关系。以便在野外合理填绘地质界线和布置探槽工程的位置。

### 二、预习内容:

教材第二章中“倾斜岩层的露头形态”和本实习的说明部分。

### 三、说明:

(一) 原理: 在某一倾斜岩层面上, 可得出一系列不同高度的走向线, 若层面平整, 产状一致, 等高距相同, 则走向线彼此平行、间距相等, 它们投影在水平面上的各走向线也相应地平行, 各走向线平距(又称放线距)也相等(见图 10)。在同比例尺图上, 相同的各走向线的平距与岩层倾角有关, 倾角缓、平距愈大; 倾角陡, 则平距愈小。

岩层面与地面的交线即为地质界线。为了画出地质界线, 必须找出这两个面的一些交点。而一个岩层露头点的高度既代表地面高度, 又代表层面高度, 因此, 岩层面上不同高度的走向线与其高度相等的各地形等高线的交点, 就是该岩层面的出露点, 只要把这些交点按顺序(由低到高或由高到低)用平滑曲线联接起来, 即可得出该岩层面在地面的界线, 这对在浮土覆盖的局部地段填绘地质界线和布置探槽工程的位置具有实际意义。

#### (二) 作图的方法步骤:

(1) 已知条件: 在有等高线的地形图上, 已知岩层一露头点 A 的产状要素(见图 11)。

(2) 求出放线距: 有两种求法, 一是用计算法, 即根据放线距与等高距和岩层倾角之间的关系求出, 如图 11(2), 放线距  $a = h \cdot \cot \alpha$ 。其中  $h$  为等高距,  $\alpha$  为岩层倾角。得出的放线距  $a$  是实地水平距离, 然后按地形图比例尺折算得出图上的平距。如等高距  $h = 10$  米,  $\alpha = 45^\circ$ , 则  $a = 10$  米, 按 1:2000 比例尺, 则  $a$  在图上的平距为 0.5 厘米。

第二种求法是图解法, 如图 12, 直接从图上已知露头点 A 把走向线 AA 延长到图框外边, 垂直此走向线作一直线, 并在此直线一端注上露头点 A 的高度(80 米), 然后以此线

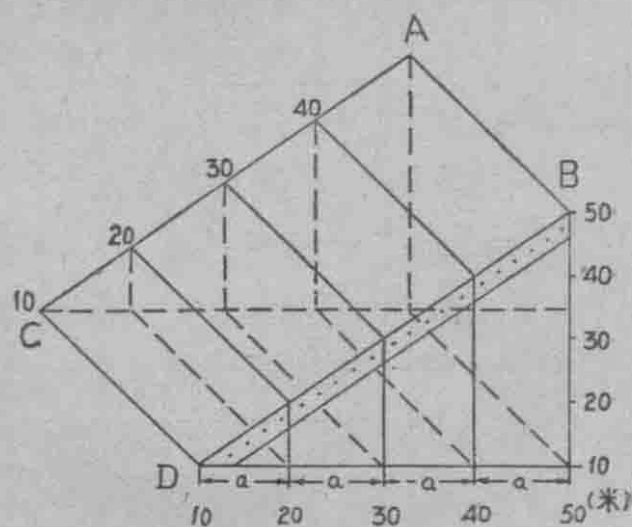


图 10 图中 ABCD 为一倾斜岩层面, 其上每隔 10 米画一走向线,  $a$  为各走向线间的水平投影平距(放线距)

为基线，按比例尺以等高线距为间距，画出与之相平行的一系列直线，并以露头点走向线（为80米线）为准，依次注上高程90米，70米，60米……等。通过图框外A点，以80米线为基准，按岩层倾向和倾角（ $30^\circ$ ）作一倾斜线，分别与各高程平行线交于I、II、III，然后过这些交点作与AA走向线平行的线，如II'、III'、III'等线。各平行线之间的间距a即为放线距。

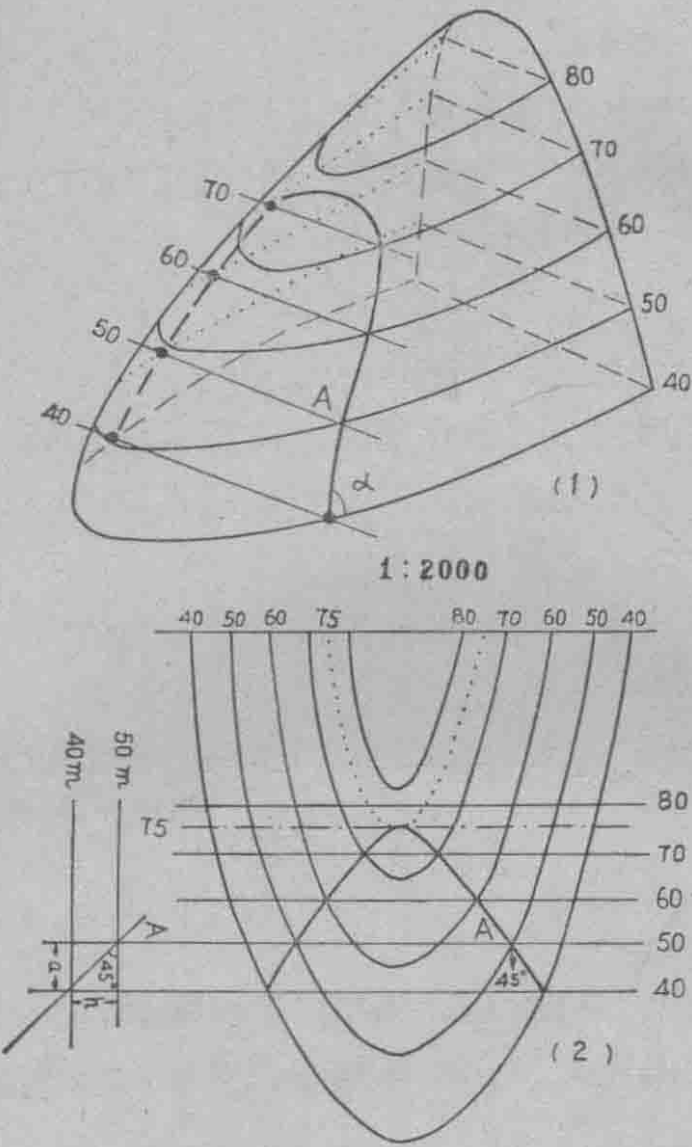


图 11 编联地质界线的原理和方法  
(1)立体图；(2)平面图

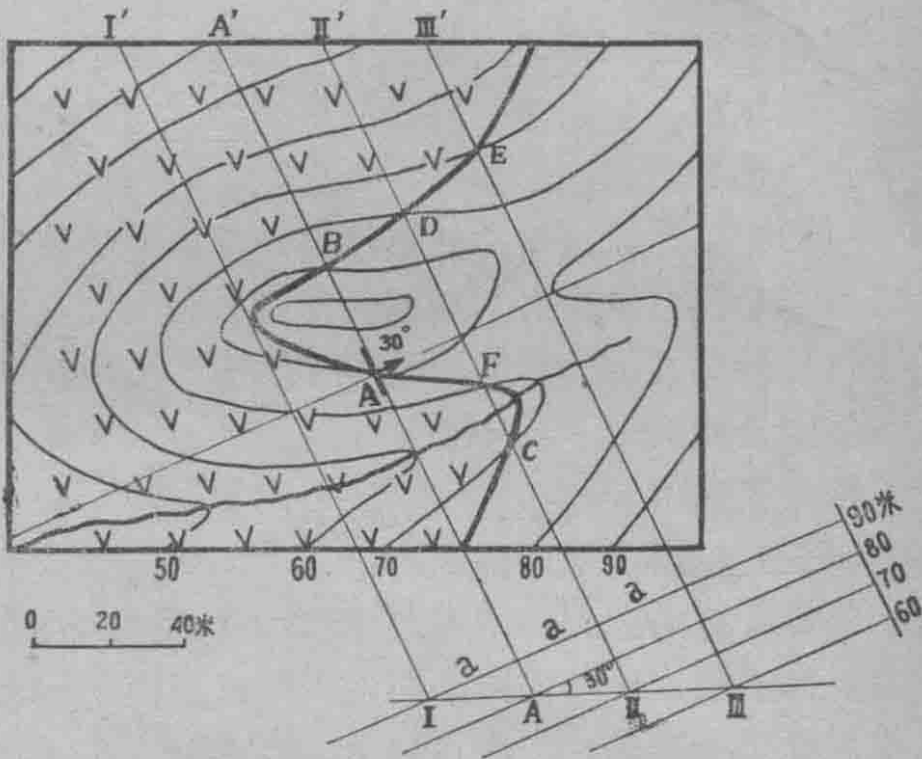


图 12 图解法求放线距，并绘制倾斜岩层露头线

(3) 作图：如图 11 和图 12，过 A 点根据岩层面产状作出该点标高的走向线，再按放线距沿倾向依次画出一系列不同高程的走向线，并注明各走向线相应的标高，然后，分别找出各相同标高的走向线和地形等高线的相交点，并把不同高程的相邻交点依次连成线，即为该岩层面的地质界线。但有时在山脊或河谷处，地质界线转折点，不一定有整数高程走向线和地形等高线的交点，要较准确画出地质界线，可用插入法作辅助走向线和地形等高线，如图 11(2)上的 75 米的等高线及走向线，可得二者的交点，即为界线转折点。

四、作业：用“鹰岩地形图”（附图 5）按下列条件作图。

1. 该地区白垩系 (K) 含铜砂砾岩层上层面出露于 C 点，倾斜为  $168^\circ \angle 10^\circ$ ，其上为页岩，砂砾岩层下层面为不整合面，出露于 B 点，倾斜也是  $168^\circ \angle 10^\circ$ ，该点不整合面下正好为元古界 (Pt)，含铜白云岩层上层面与其黑色板岩的分界点，倾斜为  $20^\circ \angle 27^\circ$ 。试绘该区的地质图（地形图比例尺为 1:5000，等高距 10 米）。（注意：不整合面上下分别作各自的走向线平距，并应先画不整合面以上的地质界线）。
2. 分别过 B 点，F 点垂直含铜砂砾岩层走向布置探槽的位置，（以揭露顶底板的长度有限）。
3. 试分析在 F 点布置钻孔以查明含铜白云岩的埋藏深度是否合理？

## 实习六 构造模拟实验

### 一、目的要求:

(一) 通过泥模实验了解在压缩, 剪切力作用下塑性变形和断裂变形的特征及其相互关系, 获得对应力和应变的感性认识, 巩固应变椭球体概念, 从而为进行地质构造的力学分析打下基础。

(二) 熟悉泥模实验的一般工作方法。

### 二、实习材料和用具:

材料: 泥巴、蜡纸、棉纸等; 工具: 筛子、调泥用的刮刀或代用品; 文具: 记录纸、铅笔、三角板、量角器; 仪器: 压缩仪、剪切仪等, 或因陋就简, 用平滑木板代替。

### 三、预习内容:

(一) 复习教材中“地质构造分析的力学基础”一章。

(二) 预习本次实习说明。

(三) 实验前一天将泥巴捣碎过筛(孔径 0.6—0.8 毫米) 缓慢加水搅拌揉搓成均匀的湿泥团备用。

### 四、实验内容:

#### (一) 单向水平压缩实验:

将准备好的立方体(各边长 8cm) 泥模各面抹光, 各面用圆盖轻轻印上圆圈, 量其直径, 然后放入压缩仪内, 摇动压缩仪把柄, 均匀缓慢施力, 仔细观察泥模变化, 直至各面出现显著节理为止。观察和记录要点:

1 注意试件(泥模) 塑性流动方向及各面圆形状的变化, 测其变化前后泥模的边长和圆圈直径, 确定出应变椭球体的 A、B、C 三应变轴方位。

2. 节理特征、性质、发育先后、相互关系、组数、产状、共轭剪切节理夹角大小及其锐角与施力方向关系, 注意羽列现象与施力方向关系。

3. 比较不同材料泥模实验变形的异同点, 分析其原因。

#### (二) 基底剪切实验:

将准备好的泥模(如  $10 \times 20 \times 2\text{cm}^3$ ) 铺于剪切仪上, 抹光, 印上两个圆圈(位于剪切缝之上), 过圆心作相互垂直的两条直径(如一条平行剪切缝, 另一条就垂直剪切缝), 然后均匀缓慢施以剪切力, 观测泥模变化, 直至出现明显节理为止。观察和记录要点:

1. 注意泥模上圆圈形态和直径长短及其方位的变化, 确定应变椭球体 A、B、C 三应变轴方位, 并测量椭球体长轴与剪切运动方向的夹角。

2. 观察形成小褶皱的轴向、排列规律, 用应变椭球体解释。

3. 节理特征、性质、组数、发育先后、相互关系、张节理或剪节理与剪切方向相交锐角指向与剪切运动方向的关系, 用应变椭球体解释, 注意各组节理的发育程度, 羽列现象及其力学性质的变化。

### 五、作业:

1. 以小组为单位, 将观测情况, 按附表格式记录, 并总结不同泥模受不同性质和方向的力与变形关系, 初步解释有关地质构造现象。



2. 确定两翼产状: 如地质图上标有产状符号, 可以直接认识两翼产状及变化情况。在缺少产状符号情况下, 也可以根据同一岩层在褶皱两翼出露的宽度的差异, 定性地比较两翼倾角大小。这种分析是假定岩层厚度基本稳定, 在地形起伏不大或褶皱两翼地形坡度相似。在中小比例尺地质图上, 地质界线的延伸方向基本上反映了岩层的走向, 而岩层露头宽度只与岩层倾角大小有关, 露头宽的一翼倾角小, 窄的一翼倾角大。

倒转翼的确定: 通常在褶皱倾伏端的岩层层序总是正常的(图 13), 如果有倒转翼存在, 则倒转翼的岩层从翼部向倾伏端方向, 倾角由缓变陡, (如图 13 中从 C 到 A), 到倾伏转折附近总有一段产状是直立的(如图 13 A)。在褶皱倾伏端和倒转部份, 岩层露头宽度都比较大, 而在直立部份露头宽度最窄。因此, 如果褶皱自翼部向倾伏端过渡处, 岩层露头出现最窄一段, 则该翼可能是倒转翼(图 13)。

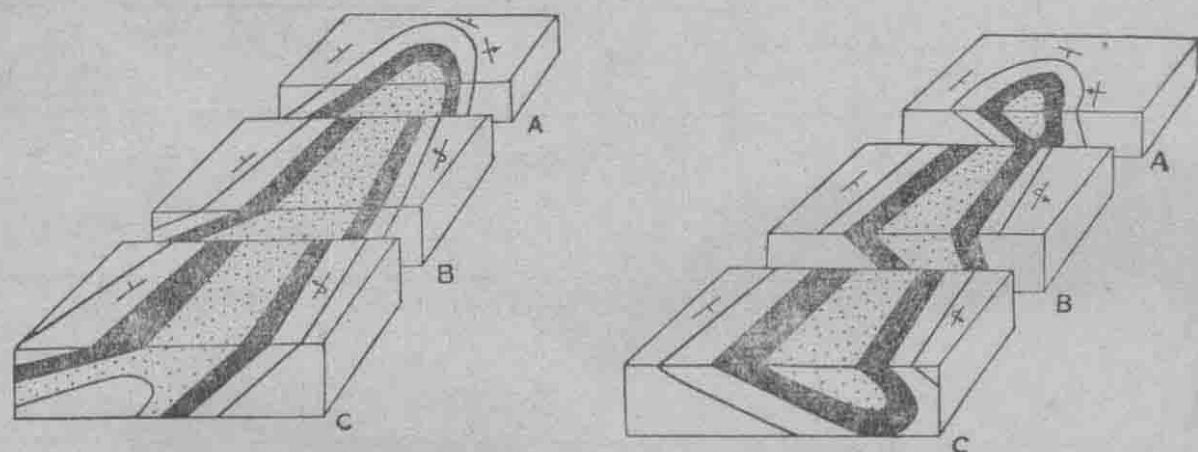


图 13 倒转褶皱

①倒转背斜: ②倒转向斜

这种判断两翼产状的方法, 是以上述的地形对岩层露头宽度的影响不明显为前提的。对于枢纽近直立的倾竖褶皱和轴面水平的平卧褶皱及斜卧褶皱则不适用。

3. 判断轴面产状: 褶皱轴面产状, 一般地可从两翼产状反映出来。如两翼倾向相反, 倾角基本相等, 则轴面直立; 两翼倾向、倾角均相同, 则轴面产状也与两翼产状基本一致(同斜褶皱)。对于两翼产状不等的倾斜褶皱或倒转褶皱, 无论背斜或向斜, 其轴面大致都与倾斜较缓的一翼(即倾角小、露头宽度大的一翼)的倾斜方向近于一致, 但轴面倾角则常大于缓翼的倾角。

需要注意的是, 褶皱轴面形态和产状比较复杂, 要较准确地确定轴面产状, 最好是根据两翼各层的产状, 用赤平投影的方法求出枢纽的产状, 再同时求出轴面产状(参见实习九)。

4. 枢纽产状和轴迹的认识: 褶皱枢纽水平, 两翼倾角变化不大, 在地形起伏不大时, 两翼地质界线表现为基本沿走向方向延伸; 如褶皱枢纽是倾伏的, 则表现为两翼走向不平行, 而呈弧形转折, 地质界线亦随之弯曲。轴面直立或陡倾斜的倾伏褶皱, 在地形较平缓情况下, 背斜部分的弧形弯曲的凸面指向倾伏方向, 向斜则反之。但不论背斜或向斜, 沿倾伏方向, 总是依次出露较新的地层。同时, 从核部宽窄变化上也能反映枢纽的产状及倾伏方向, 核部变窄或闭合尖灭的方向, 是背斜倾伏的方向, 或向斜扬起方向(图 14)。通过褶皱各层转折端点的连线, 即为轴迹(轴面在地面的出露线)。

需要指出的是, 对于轴面呈中等或缓倾斜的倾伏褶皱, 或地形起伏复杂的情况下, 在大、中比例尺地质图上, 褶皱岩层的地质界线弯曲转折点的连线既不是轴迹, 也常常不

能反映枢纽倾伏方向。因此,在阅读分析褶皱区地质图时,要根据具体情况来分析,较可靠的是用两翼产状求出枢纽和轴面产状及其位置。

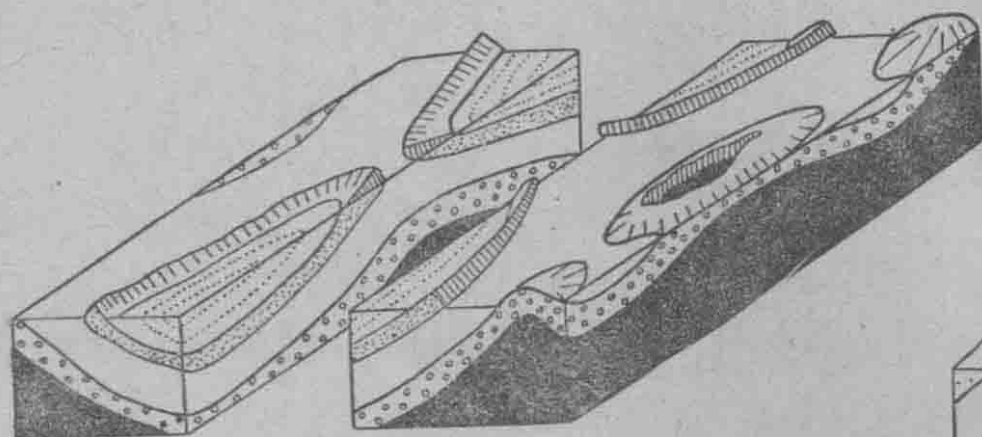


图 14 枢纽起伏在平面及剖面上的表现

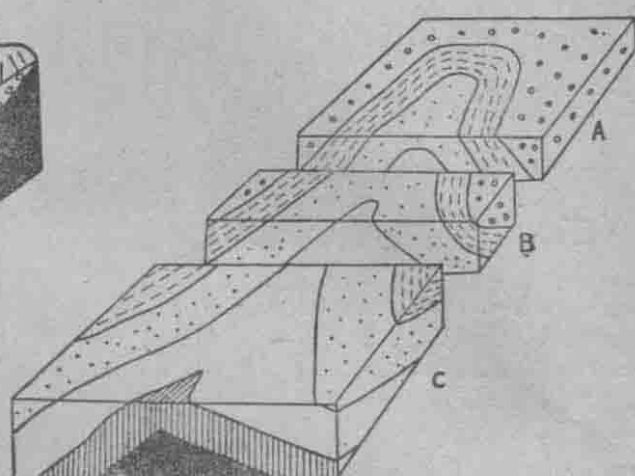


图 15 褶皱转折端的形态

A—箱状背斜; B—圆滑背斜; C—尖棱背斜

5. 转折端形态的认识: 在地形较平缓的情况下, 轴面直立或陡倾斜的倾伏褶皱, 地质图上褶皱倾伏端的地层界线弯曲形态, 大致反映了褶皱在剖面上的转折端的形态(图15)。

6. 单个褶皱形态的描述: 一般包含以下内容: 褶皱名称(地名加褶皱类型), 位置, 轴迹延伸方向, 规模(褶皱出露的长、宽), 组成核部的地层, 两翼地层及其产状, 轴面及枢纽产状, 转折端形态, 次级褶皱特点, 褶皱被断层或火成岩体破坏情况等。现举一例描述如下以供参考(摘自1/20万南口幅地质图地质报告)。

大两会背斜:

位于汉王山复式向斜南侧, 西起于彭家沟, 往东经大两会, 于王家坪倾伏, 长约49公里, 背斜走向东—西, 开阔对称, 两翼地层倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 枢纽具波伏起伏, 倾伏角 $3^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。核部为寒武系, 两翼依次为奥陶系—三叠系。东西倾伏端次级褶皱发育, 成指状分支, 延长不远, 一般8—9公里, 随主要褶皱逐渐向下倾伏消失。

(二) 褶皱组合形态分析:

1. 从轴迹排列的状况, 确定褶皱的组合形态, 如平行状, 分枝状, 帚状, 弧形等等。
2. 剖面上的组合特征: 如隔挡式, 隔槽式, 复背斜, 复向斜等等。

(三) 褶皱形成时代的确定:

可以根据地层间角度不整合关系来判别褶皱形成的时代。褶皱形成于不整合面下最新地层时代之后, 不整合面上最老地层时代之前。从图16可以明显的看出, 该区褶皱形成于早白垩世以前, 晚三叠世以后。此外, 还可以根据褶皱与已知时代的断裂, 侵入岩体等的关系来判别, 这在以后的实习中将遇到。

五、作业:

1. 分析暮云岭地区地质图(附图6)中的褶皱形态和形成时代。
2. 选择区内一主要褶皱进行文字描述。

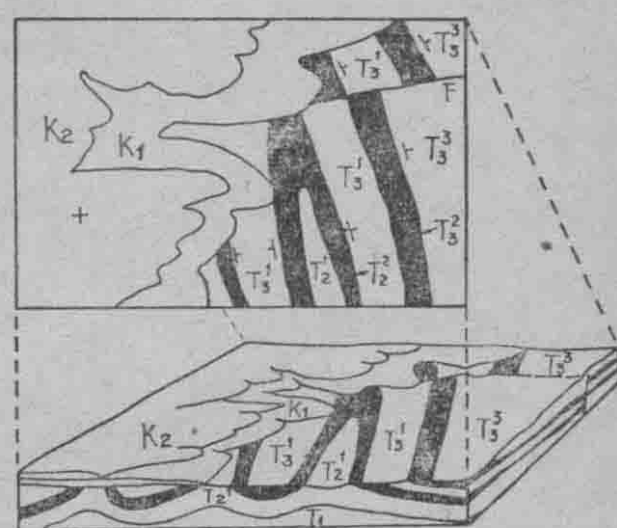


图 16 根据不整合确定褶皱的时代