

# 工程地质实验与实习教程

Experiment and Field Practice  
for Engineering Geology

年廷凯

建设工程学部 岩土工程研究所

**Phone: 84708511-803 (O.)**

**Email: [tknian@dlut.edu.cn](mailto:tknian@dlut.edu.cn)**

**Office: 综合实验1号楼215室**

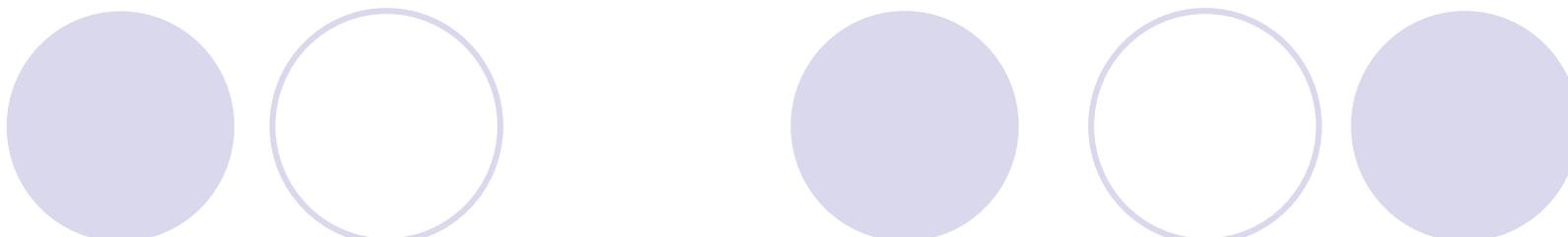
# 工程地质实验课基本要求

1. 进入实验室，请勿大声喧哗，凳子轻拿轻放；
2. 保持室内环境与卫生，废纸、水瓶等杂物请自觉放到门口指定垃圾堆放处；
3. 标本在使用过程中，带盒轻拿轻放，且应放回原位；
4. 未经允许，不准随意敲打、刻划标本，更不准把标本带出实验室；
5. 实验报告当堂完成，待教师考核合格后方能离开实验室；
6. 离开实验室前，认真清查标本、排好顺序；凳子必须放回原处。

# 工程地质课程—实验与实习内容安排

- 实验1—第7周：矿物、岩浆岩；
- 实验2—第8周：沉积岩、变质岩；
- 实验3—第9周：地质罗盘使用、地质模型识别、地质图判读与绘制地质剖面示意图；
- 实验4—第11周：野外地质认识实习，包括地层岩性、地质构造(褶皱、断层、倾斜构造)、岩层产状测量、海岸地貌与地质现象等；

通过实验、实习，巩固课堂所学的理论知识，学会肉眼鉴定造岩矿物及各类岩石、野外岩体的基本方法，初步学会阅读地质图、编绘工程地质剖面图，分析各类工程地质图件，以服务于工程设计。特点：实践性、实用性、实例性

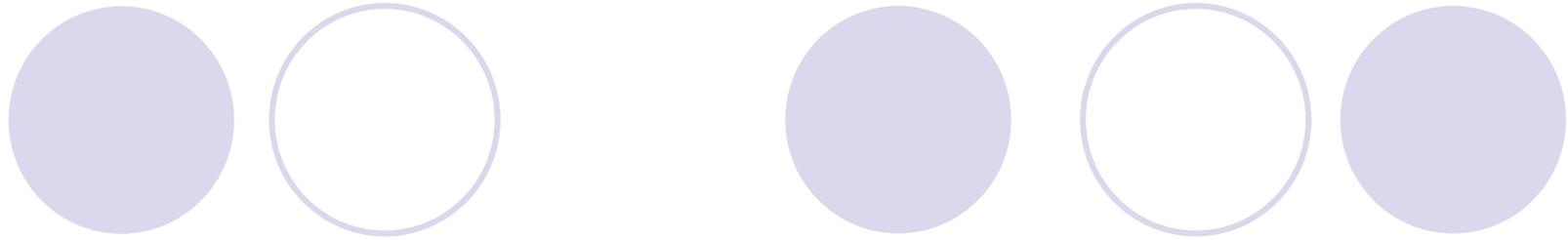


## 实验1-1. 主要造岩矿物的认识

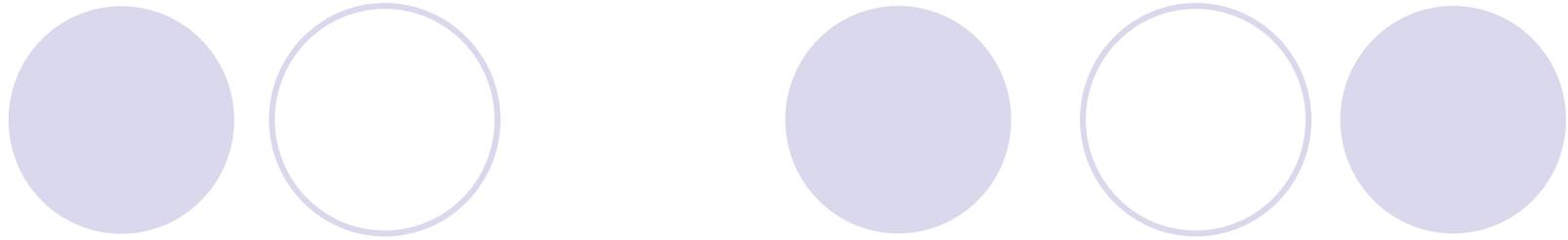
- 实习目的与要求

岩石是矿物的天然集合体，认识造岩矿物的目的在于认识作为工程建筑物地基中常见的各种岩石，并为分析这些岩石的工程性质打下基础，本次实验要求如下。

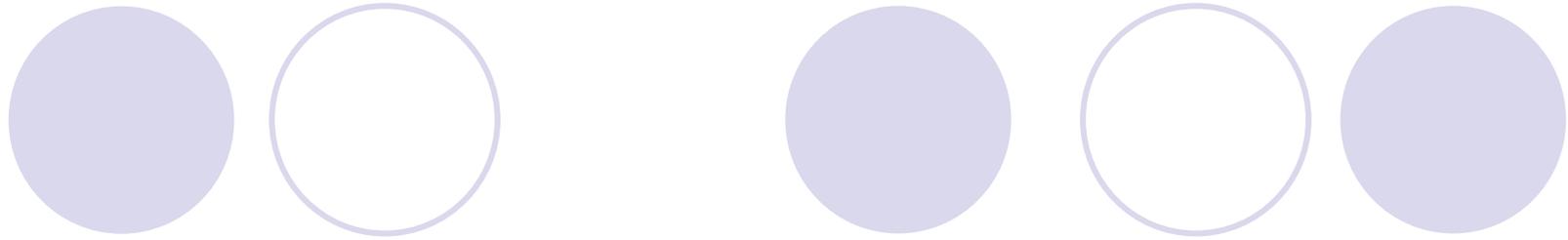
- 通过对造岩矿物标本的观察，认识矿物的主要物理与化学特性；
- 学会肉眼鉴定主要造岩矿物的方法；
- 按表格要求完成造岩矿物鉴定报告。



- **矿物**：由地质作用形成的具有一定物理性质和化学成分的自然元素或化合物，是组成岩石的基本单位。
- **硬矿物**：石英、长石、角闪石、辉石、黄铁矿 ( $\text{FeS}_2$ )
- **软矿物**：方解石 ( $\text{CaCO}_3$ )、黑云母、白云石、石膏 ( $\text{CaSO}_4$ )、高岭土、绿泥石



- 结晶特性：晶形
- 光学特性：颜色、光泽、条痕
- 力学特性：硬度、解理、断口
- 其它特性：盐酸反应、高密度、弹性、挠性、延展性
- 云母薄片——弹性；方解石——可溶性；
- 滑石——滑感；高岭石——吸水性(粘舌)。
- 主要造岩矿物：石英、正长石、斜长石、角闪石、辉石、云母、方解石、白云石、石膏、滑石、黄铁矿；其中前5个为标志性矿物，典型矿物方解石。



**矿物的硬度：** 是矿物抵抗外力刻划的能力。

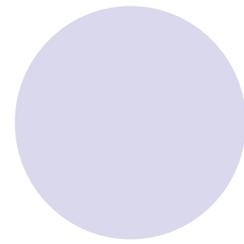
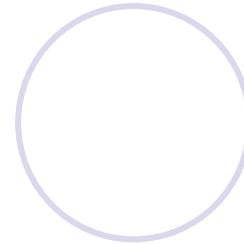
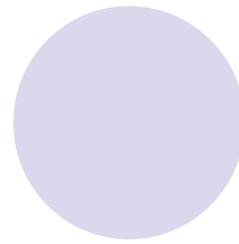
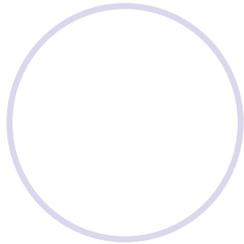
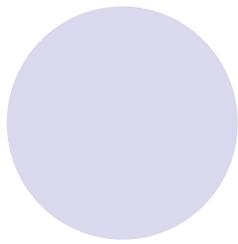
野外工作中我们常用**指甲**和**小刀**来判断矿物的硬度，并将其分为三级：**软矿物**（指甲能刻划）；**中等硬度矿物**（硬度介于指甲与小刀之间）；**硬矿物**（小刀不能刻划）。

矿物学中常用**摩氏硬度计**来测量矿物的硬度，并将矿物的硬度分为十级，分别用十种硬度不同的矿物代表，**相对硬度**。

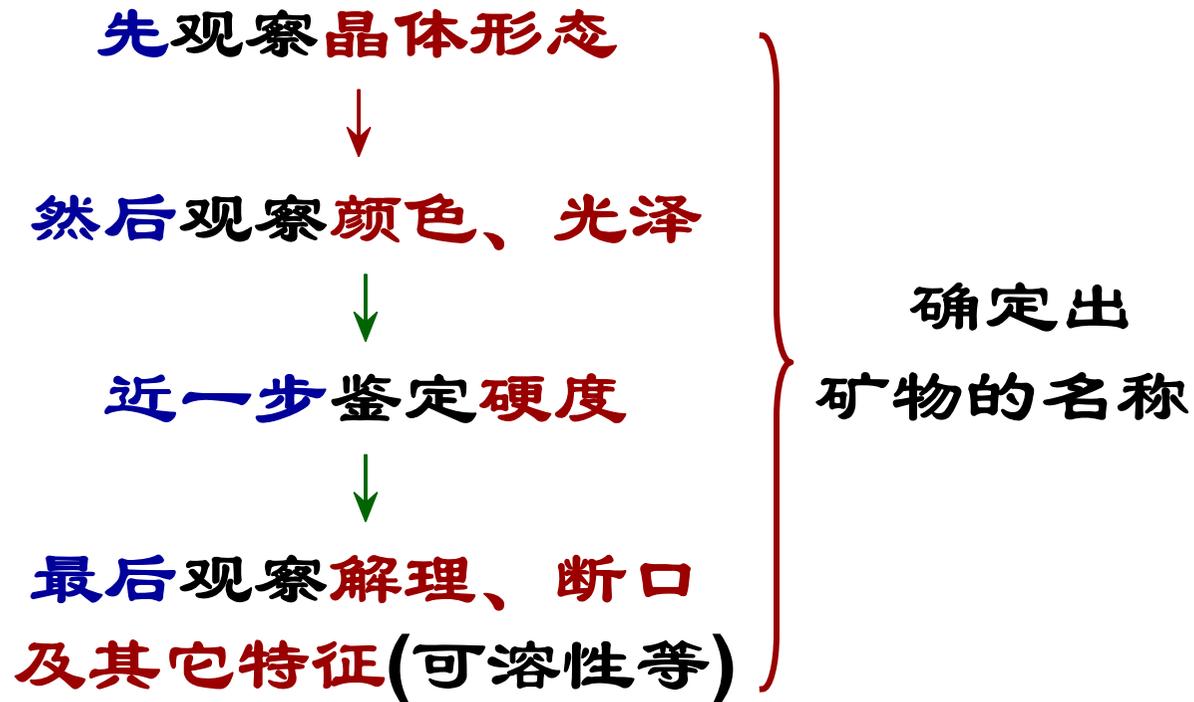
级别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石
鉴别	指甲刻划		小刀可刻划			刀刻不动		可刻划玻璃		

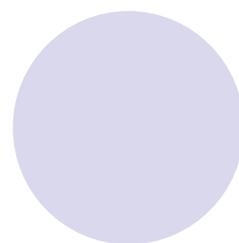
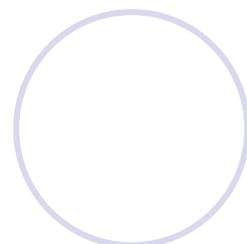
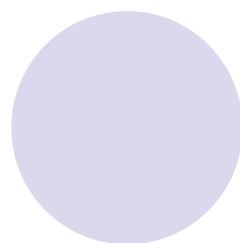
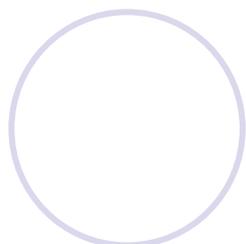
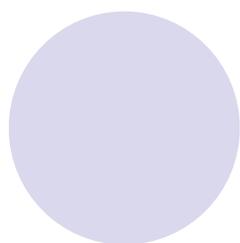
石材工业采用仪器硬度计进行岩石硬度的动态测定，给出**绝对硬度**，常用**肖氏硬度**表示，如大理岩的肖氏硬度一般为35-55。





## 矿物鉴定的一般顺序：

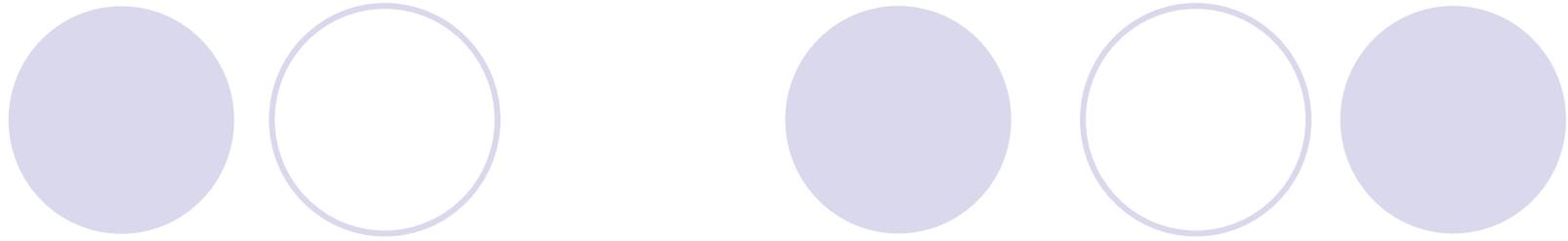




## 造岩矿物鉴定报告

标本 序号	矿物 名称	鉴定特征						
		晶体 形态	颜色	光泽	透明度	解理	硬度	其它
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

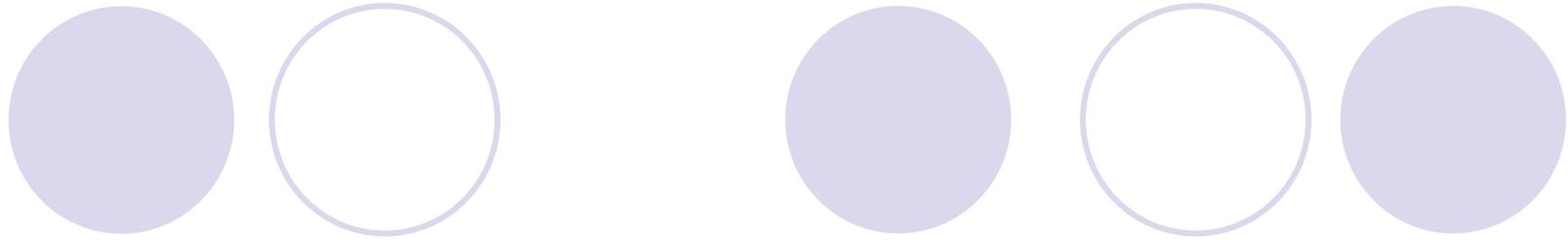
姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_



- 对比分析下列各组造岩矿物，指出它们间的异同点：
- 正长石-斜长石-石英；
- 角闪石-辉石-黑云母；
- 方解石-白云石-石膏

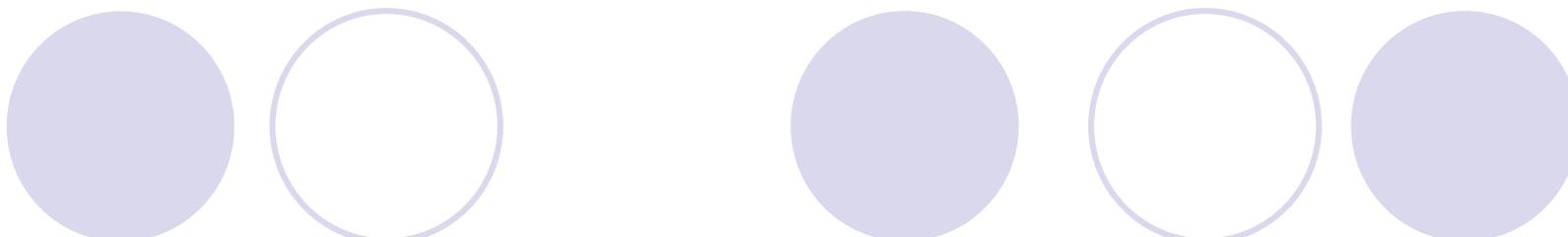
## 实验1-2 主要岩浆岩(火成岩)的认识

- 实习目的与要求
- 通过对火成岩标本的观察，熟悉其结构、构造特征；
- 应用肉眼鉴定造岩矿物的方法，分析火成岩的主要矿物成分；
- 学会火成岩的简易分类和肉眼鉴定方法；
- 按下表要求完成火成岩鉴定报告。



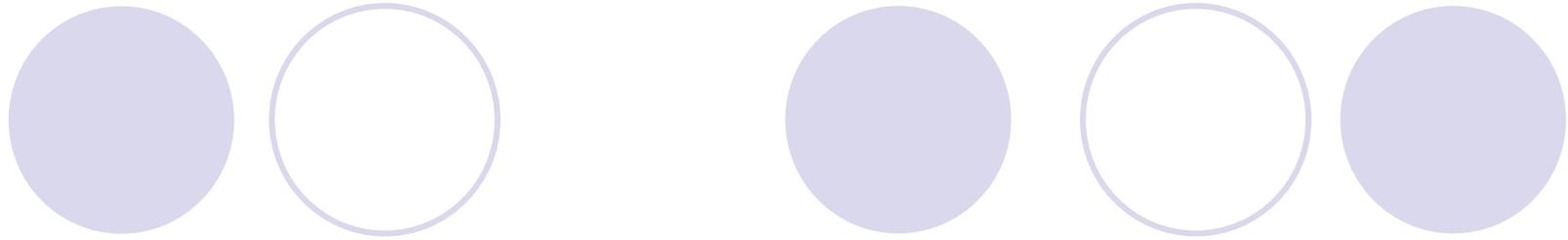
## 岩浆岩的组成成分

- 主要化学元素：O, Si, Al, Fe, Ca; Na, Mg, K, Ti 占99%以上。
- 主要矿物成分：
  - 硅铝矿物：石英、长石、云母—颜色浅
  - 铁镁矿物：辉石、角闪石等—颜色深
  - 按SiO<sub>2</sub>含量分类：酸性 (>65%)、中性 (65~52%)、基性 (<52%)



## 岩浆岩的结构（1）

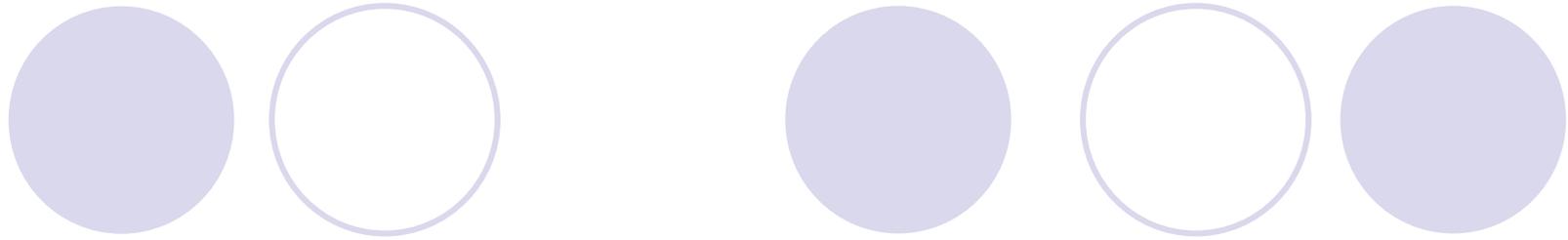
- 岩浆岩的结构是指岩石中矿物结晶的程度、晶粒的形态、大小及相互组合关系。
- 结晶程度
  - 全晶质：深成环境，粗晶、等粒，温度稳定，结晶完全。
  - 半晶质：浅成环境，细晶、大小不均，温度变化较快，结晶不完全、斑晶。
  - 非晶质：喷出环境，隐晶、玻璃质，速冷。



## 岩浆岩的结构（2）

### ● 晶粒大小

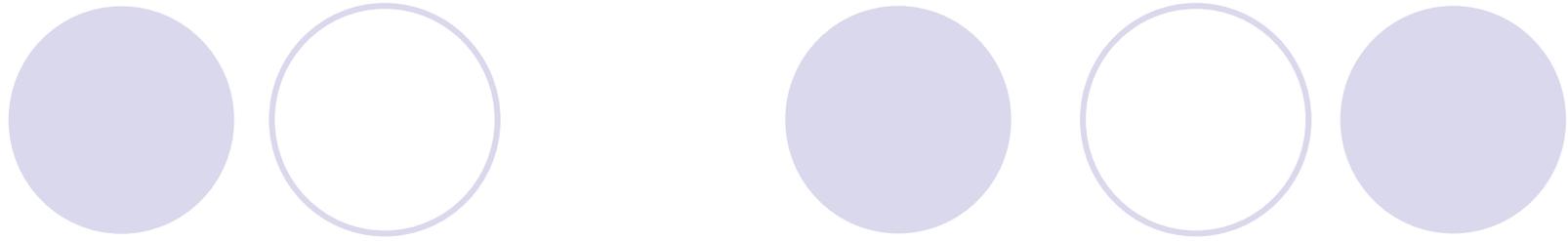
- **等粒结构**：深成环境，高温、高压缓慢结晶。如花岗岩、辉长岩等。
- **斑状结构**：浅成环境，斑晶散布于石基中。如花岗斑岩、安山岩等。
- **隐晶结构**：喷出环境，玻璃质。如黑曜岩等。



## 岩浆岩的构造

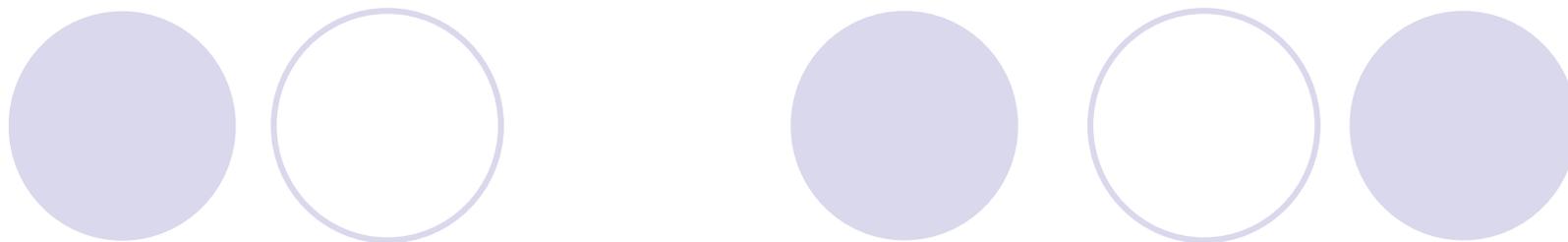
- 构造是组成岩石的矿物或矿物集合体的空间分布或排列方式以及充填方式等特征。
- 块状构造：矿物均匀分布，无定向排列。具有良好的工程地质特性，侵入环境。
- 流纹、气孔、杏仁构造：不同颜色、粒度、矿物以及拉长的气孔组成的定向排列，形成流动的纹路，气孔中充填次生矿物成杏仁构造。安山岩 浮岩

SiO <sub>2</sub> 含量 (%)		>65 酸性	65~52 中性	52~40 基性		
颜 色		浅 (浅红)	(灰红)	(深灰) (黑绿) 深		
成因	构造	矿物 主 结构 次	正长石 石英	正长石 云母	斜长石 角闪石	辉石 斜长石
喷出	流纹	玻璃质碎屑	凝灰岩、黑曜岩、浮岩			
	气孔杏仁	隐晶质	流纹岩	粗面岩	安山岩	玄武岩
浅成	块状	全晶质 斑状	花岗斑岩	正长斑岩	玢岩	辉绿岩
深成		全晶质 等粒状	花岗岩	正长岩	闪长岩	辉长岩



## 岩浆岩小结

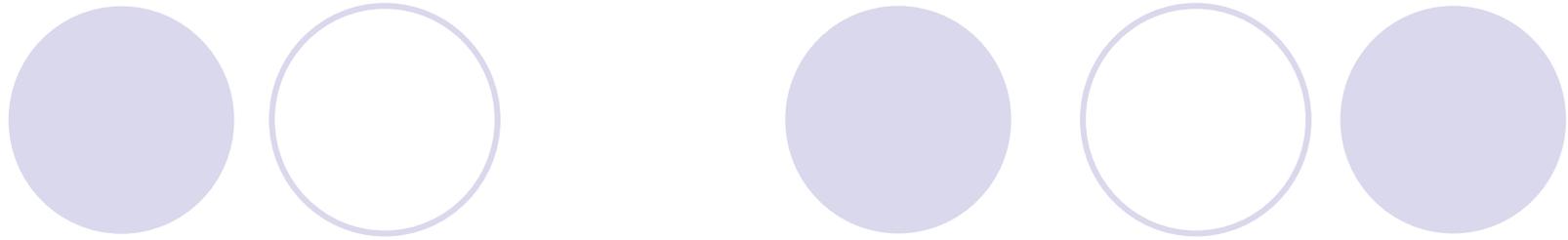
- 环境相同，结构构造特征相同。
- 成分相同，环境不同，形成结构构造不同的岩石。
- 化学成分类型相同的岩石，具有相同的颜色。



## 岩浆岩(火成岩)鉴定报告

标本序号	岩石名称	鉴定特征			
		颜色	矿物成分	结构	构造
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_



- 对比分析下列各组岩浆岩，指出它们间的异同点：
- 花岗岩与辉长岩；
- 闪长岩与安山岩；
- 玄武岩与流纹岩；
- 正长斑岩与玢岩。

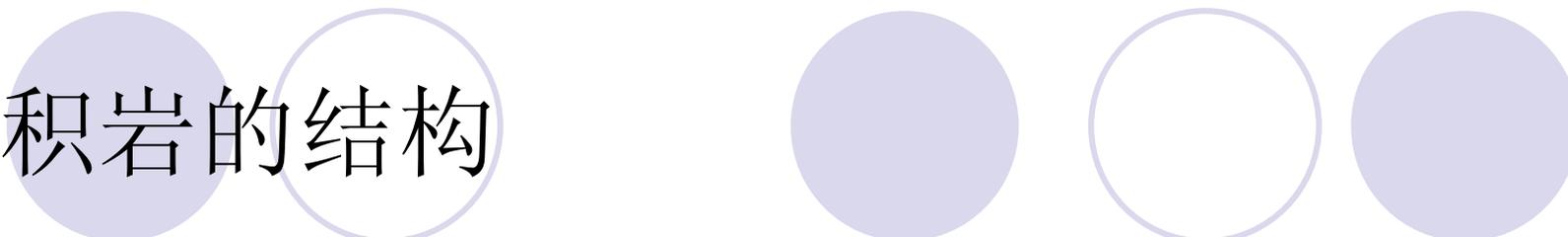
## 实验2-1 主要沉积岩的认识

- 实习目的与要求
- 通过对沉积岩标本的观察，熟悉其结构、构造及物质组成特征；
- 掌握主要沉积岩的基本类型，学会常见沉积岩的肉眼鉴定方法；
- 按下表要求完成沉积岩鉴定报告。

# 沉积岩的矿物成分

- 碎屑物质：原生岩屑、母岩风化形成或火山喷出。
- 粘土矿物：高岭石、蒙脱石、伊利石，是原岩经风化分解后而形成的次生矿物。
- 生物化学沉积矿物：方解石、白云石、石膏、铁镁氧化物、氢氧化物、有机物质及生物残骸，是经化学沉积或生物化学作用而形成的矿物。
- 粘土矿物、方解石、白云石、有机物质是沉积岩特有的。

# 沉积岩的结构



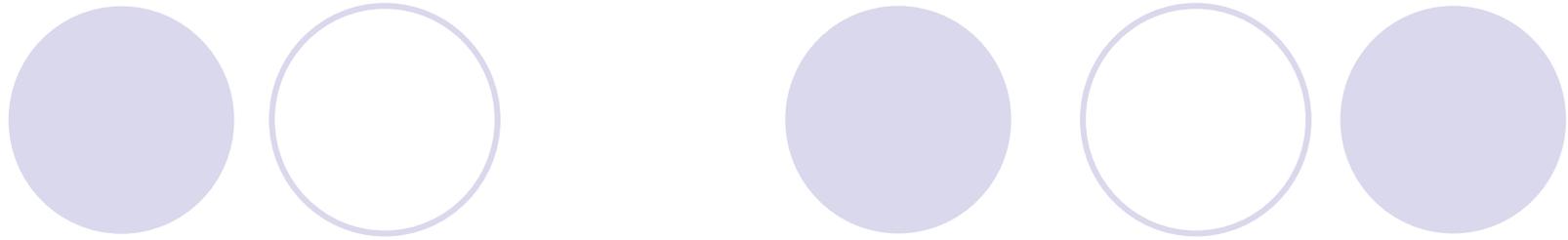
- 碎屑结构：碎屑物质被胶结物粘结形成。
- 泥质结构：矿物颗粒显示定向排列。页岩
- 结晶结构：由化学沉淀或胶体重结晶形成。可分为鲕状、结核状、纤维状、致密块状和粒状结构等。
- 生物结构：由生物遗体所组成的结构，如生物碎屑结构、贝壳结构等。

# 沉积岩的构造

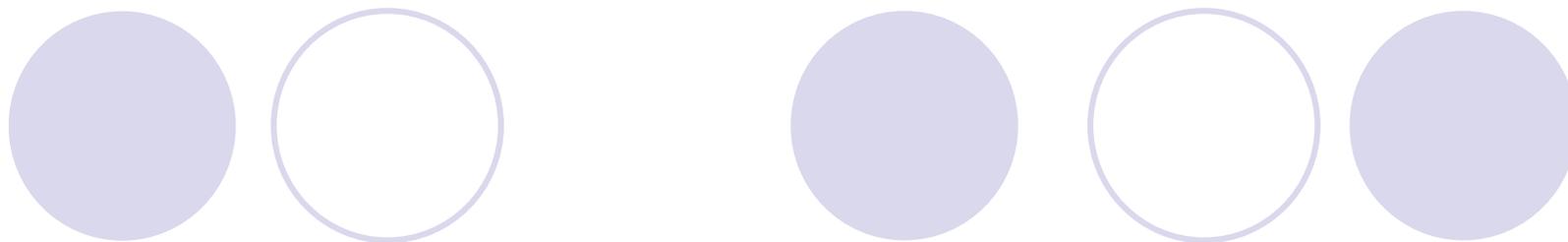
- 层理：沉积岩在形成过程中由于沉积环境的改变，所引起沉积物质成分、颗粒大小、形状或颜色的变化而显示出成层的现象，称为层理，又叫层面。是沉积岩最主要的构造特征。
- 岩层：上下两个层面之间岩石特征基本类似的组合称为岩层。
- 地层：对某一地区，某一地质时代形成的一个或一套乃至几套岩层称为地层。具有时代特征。

## 沉积岩分类简表

岩 类	主要岩石	主要矿物	结 构
碎屑岩	角 砾 岩	岩石碎屑 或岩块	砾状结构 >2mm
	砾 岩		
	砂 岩	石英、长石	砂质结构 2~0.05mm
粘土岩	页 岩	粘土类矿物	泥质结构 <0.005mm
化学岩 生物岩	石 灰 岩	方 解 石	致密状、粒 状、鲕状
	白 云 岩	白 云 石	



- 砾岩与角砾岩-坚硬程度与胶结物、主要矿物有关；
- 页岩-层理构造明显；
- 石灰岩-溶于水，有溶洞；
- 白云岩-与石灰岩相同，但程度轻。



## 沉积岩鉴定报告

标本序号	岩石名称	主要特征描述			
		结构	构造	物质组成	其它特征 (颜色、盐酸反应等)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_



## 实验2-2 主要变质岩的认识

- 实习目的与要求
- 通过对变质岩标本的观察，熟悉其构造及矿物组成特征；
- 掌握主要变质岩的基本类型，学会肉眼鉴定方法；
- 按下表要求完成变质岩鉴定报告。

# Structure of Metamorphic Rocks

## 变质岩的结构

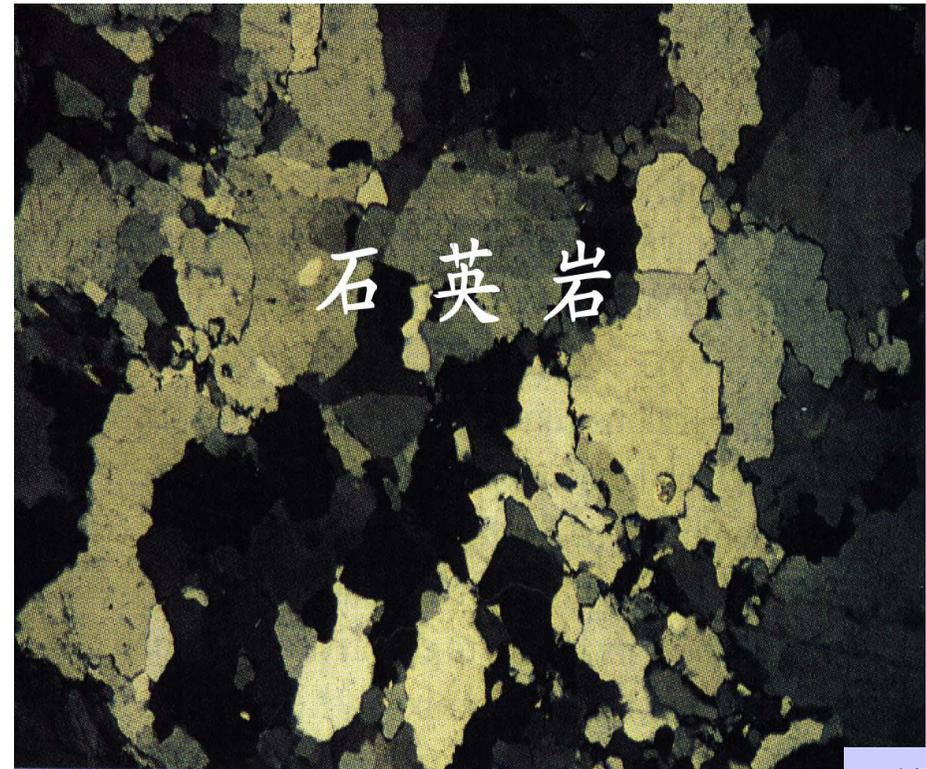
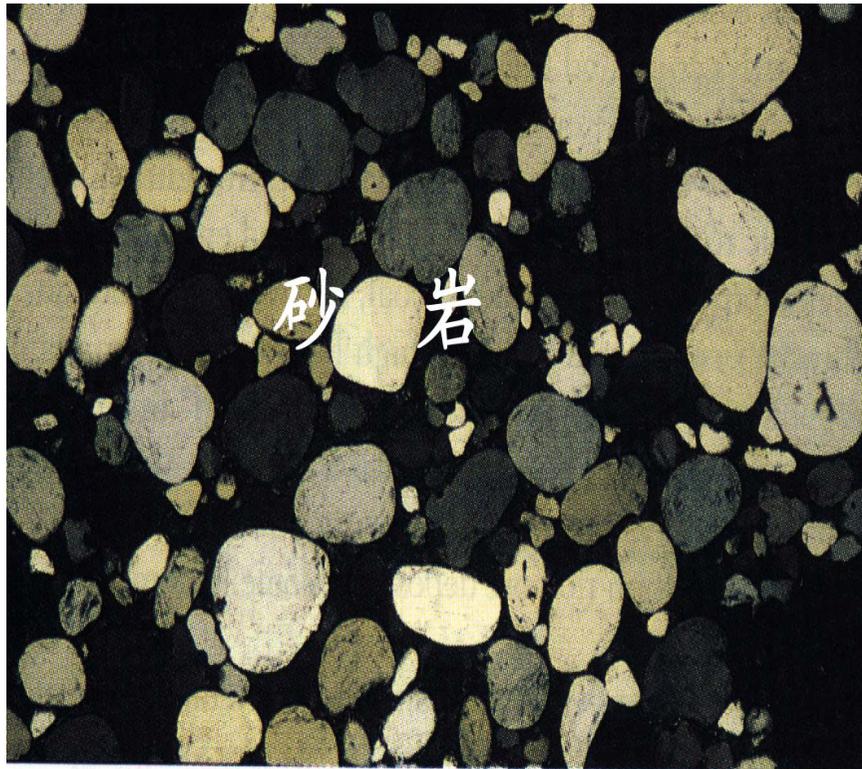
- 变余结构：重结晶作用不完全，原岩的矿物成分和结构特征一部分被保留下来，即构成变余结构。
- 变晶结构：是岩石在变质作用过程中重结晶所形成的结构，它是变质岩中最主要的结构。
- 碎裂结构：是岩石在动力变质作用过程中，由于岩石受压应力作用，使矿物发生弯曲、破裂，甚至成碎块或粉末状后，又被粘结在一起的结构。

# Texture — 构造

- 片理构造：在定向压力的长期作用下，岩石中的矿物或结构特征呈平行排列形成的构造。按变质的深浅程度分为：板状构造，千枚状构造、片状构造、片麻状构造。
- 块状构造：粒状矿物成无定向均匀排列。一般为由单一矿物、等尺寸晶体组成的岩石，如大理岩、石英岩等。

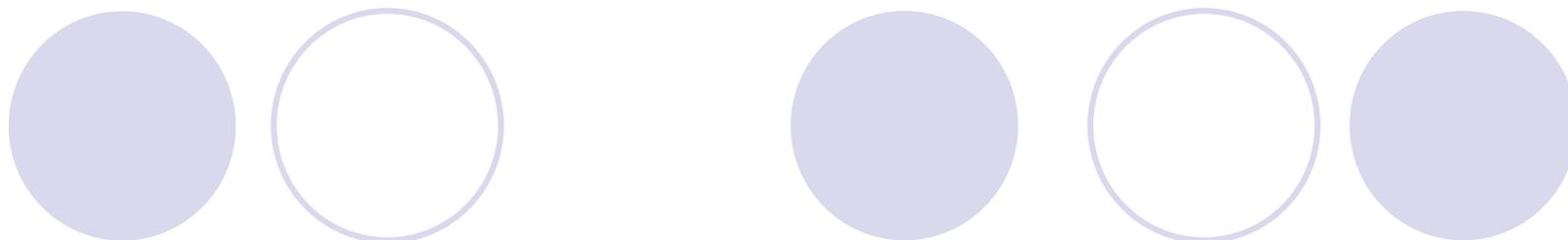
# Recrystallization—重结晶

- 砂岩中的圆形石英砂粒以点接触，当其受变质作用时，重结晶使石英砂粒融合在一起，并使石英砂粒变大和棱角化。



# 变质岩分类简表

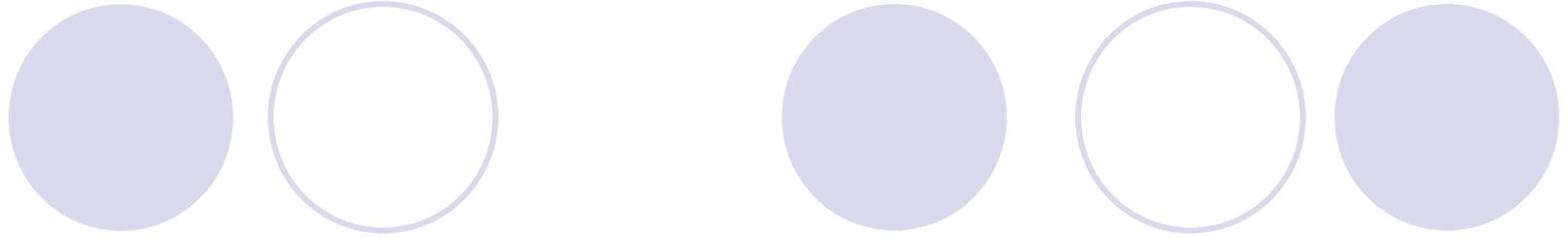
岩类	主要岩石	主要矿物	构造	成因
片理状岩类	板岩	石英、绢云母及粘土矿物	板状	页岩轻微变质
	千枚岩	绢云母、石英及粘土矿物	千枚状	页岩、粘土岩浅变质
	片岩	石英、云母等	片状	由泥岩、板岩中等程度变质
	片麻岩	长石、石英、角闪石、黑云母	片麻状	岩浆岩及沉积岩强烈变质
块状岩类	石英岩	石英	块状	石英砂岩变质重结晶
	大理岩	方解石、白云石		石灰岩变质重结晶



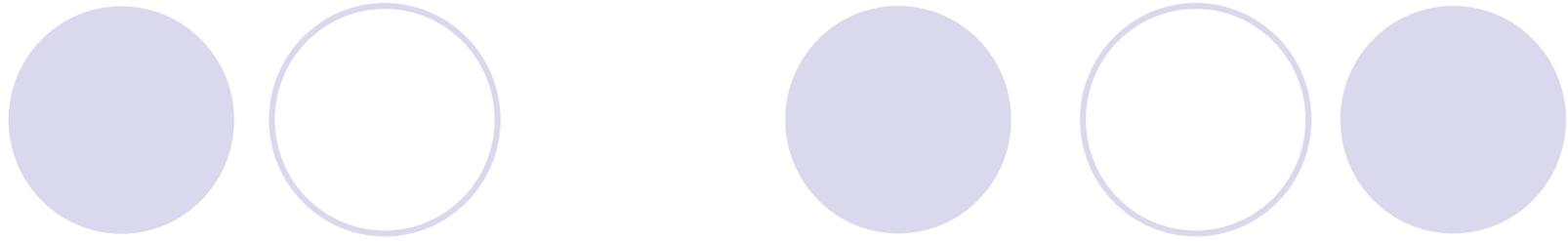
## 变质岩鉴定报告

标本序号	岩石名称	主要特征描述		
		构造	物质组成	其它特征 (颜色、盐酸反应等)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

姓名：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_



- 板岩-水浸易泥化；
- 片岩-易沿片理面滑动；
- 片麻岩-多为大块体，易风化；
- 石英岩-难以风化；
- 大理岩-微溶于水，有时可见溶洞；



对比分析下列各组岩石，指出它们间的异同点：

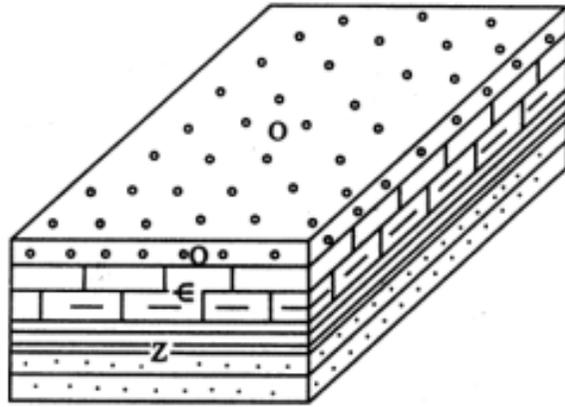
- (1) 片麻岩与花岗岩；
- (2) 片岩与页岩；
- (3) 石英岩与石英砂岩；
- (4) 石英岩与大理岩。

# 实验3 识别地质构造与阅读地质图

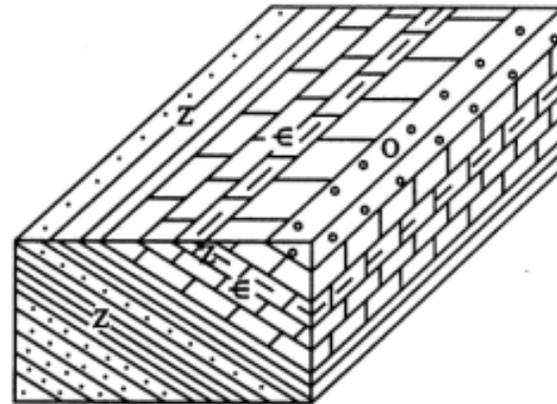
- 目的：

- (1) 认识各种产状的岩层、褶皱（背斜、向斜）、断层 和角度不整合的立体图形及地质模型；
- (2) 明确地质图的基本概念，并会阅读地质图，找出各类地质构造；
- (3) 绘制简单地质剖面示意图。
- (4) 练习地质罗盘的使用，学会测量岩层产状的三要素—走向、倾向与倾角。
- (5) 金石滩地质认识实习基地介绍

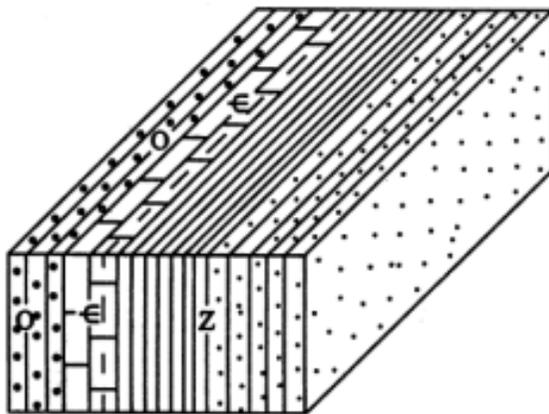
# 实验3-1 认识地质构造立体图与地质模型



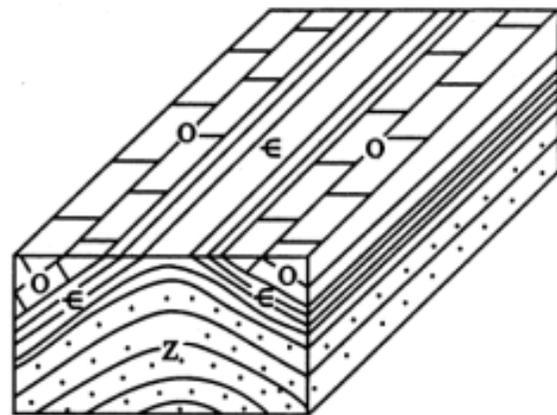
附图 3.1 水平岩层



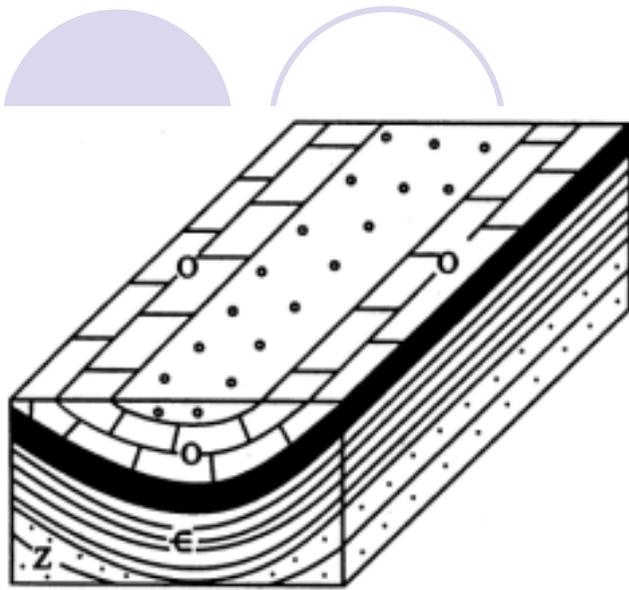
附图 3.2 倾斜岩层



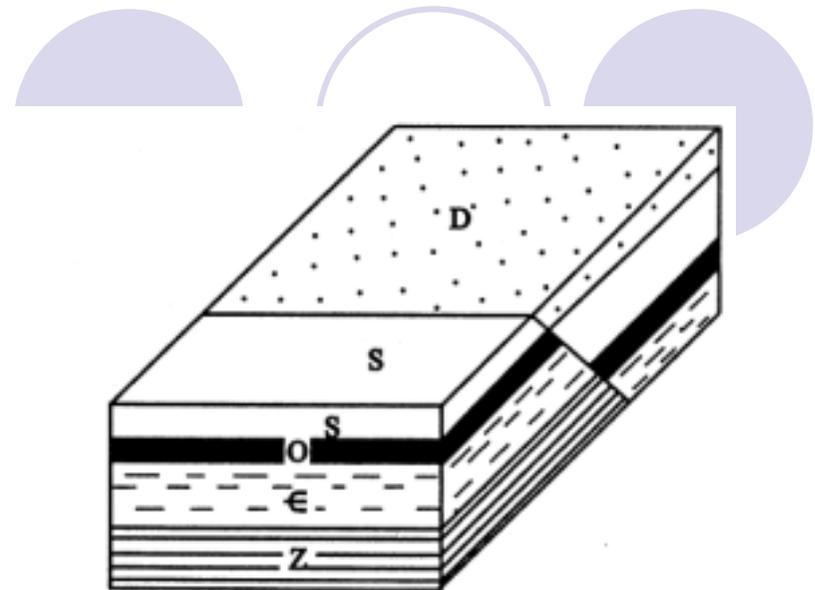
附图 3.3 直立岩层



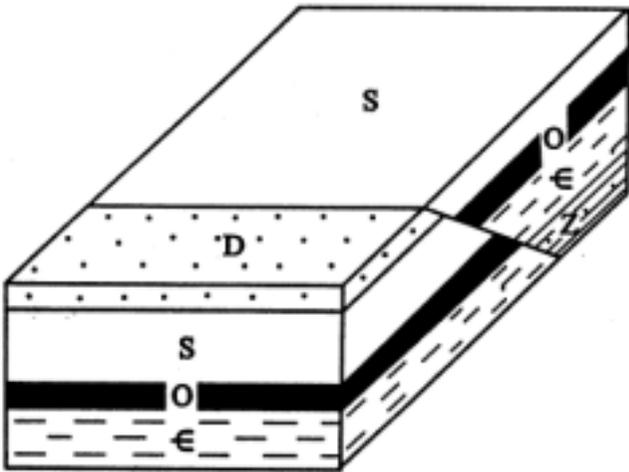
附图 3.4 背斜



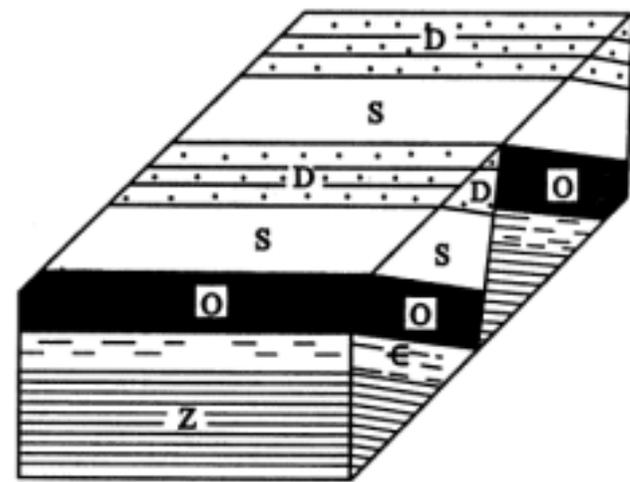
附图 3.5 向斜



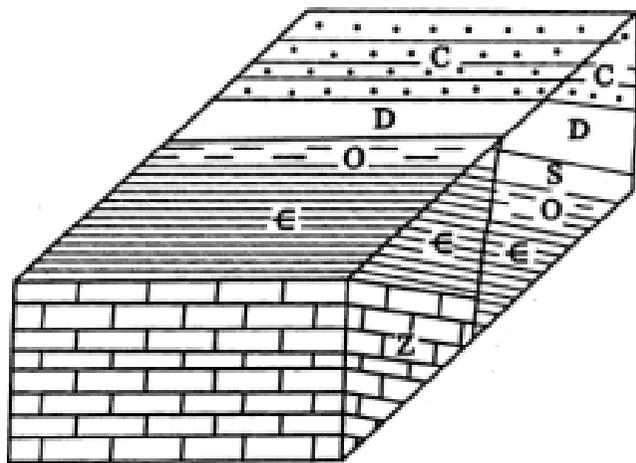
附图 3.6 正断层



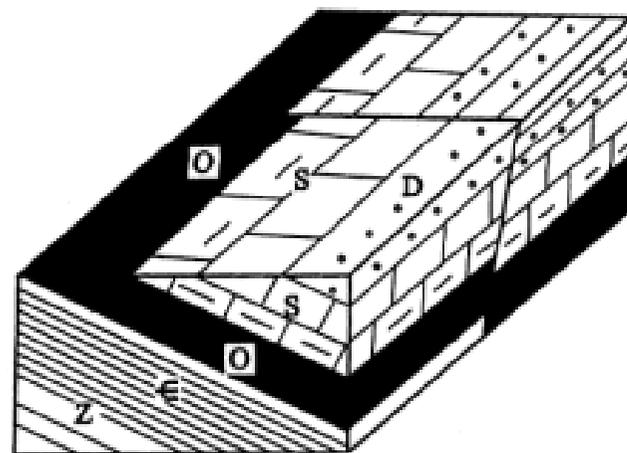
附图 3.7 逆断层



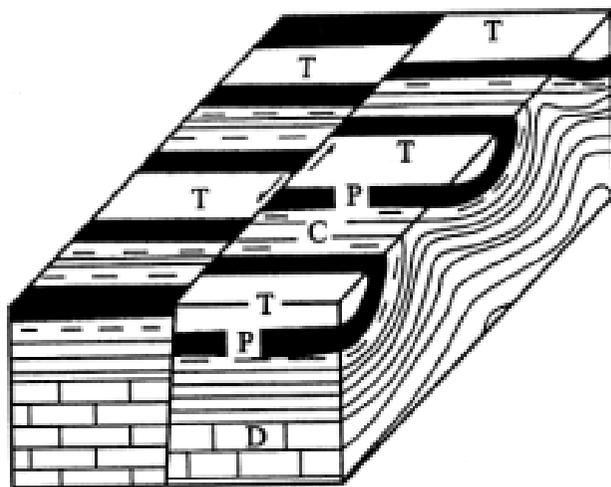
附图 3.8 正断层



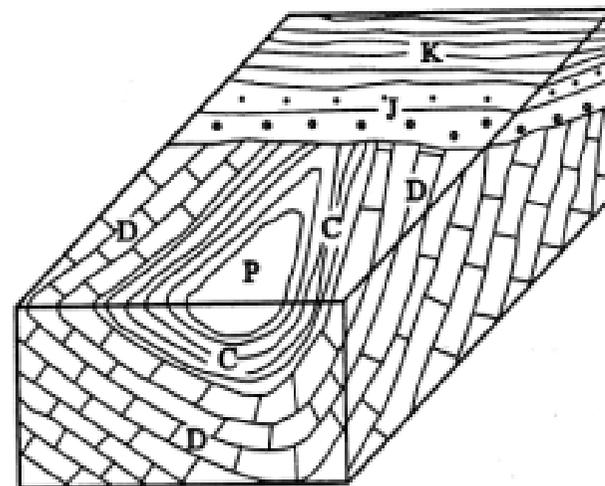
附图 3.9 逆断层



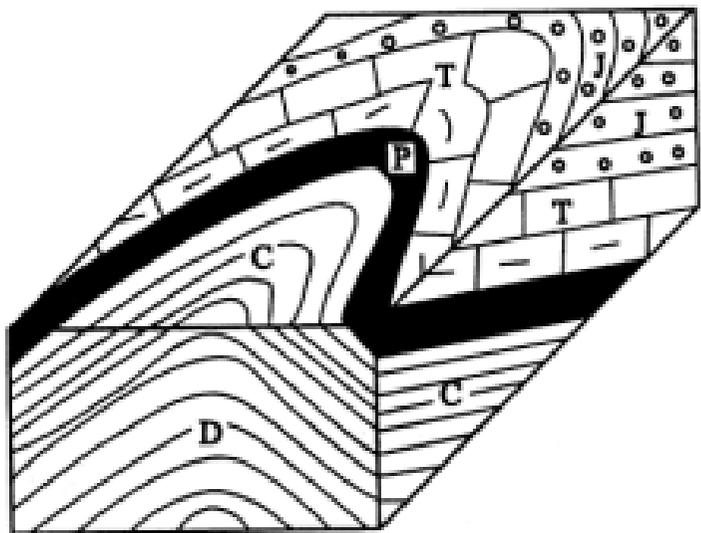
附图 3.10 逆断层



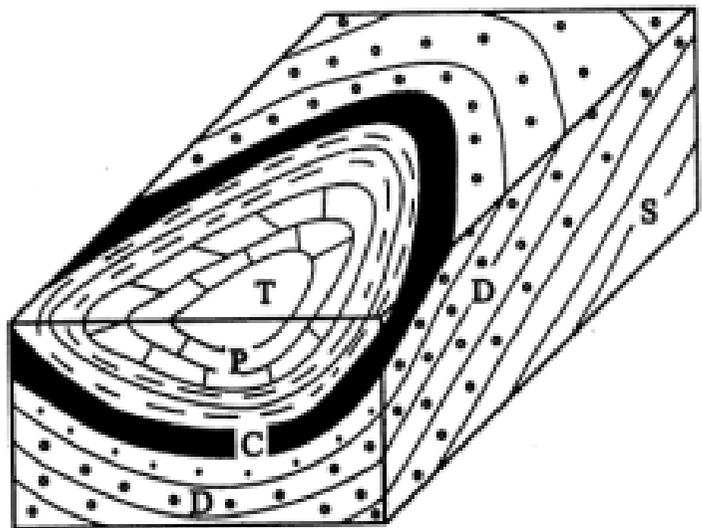
附图 3.11 平移断层



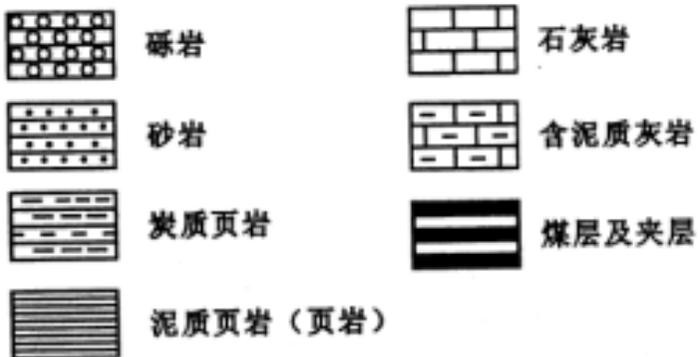
附图 3.12 角度不整合



附图 3.13 倾伏背斜



附图 3.14 倾伏向斜

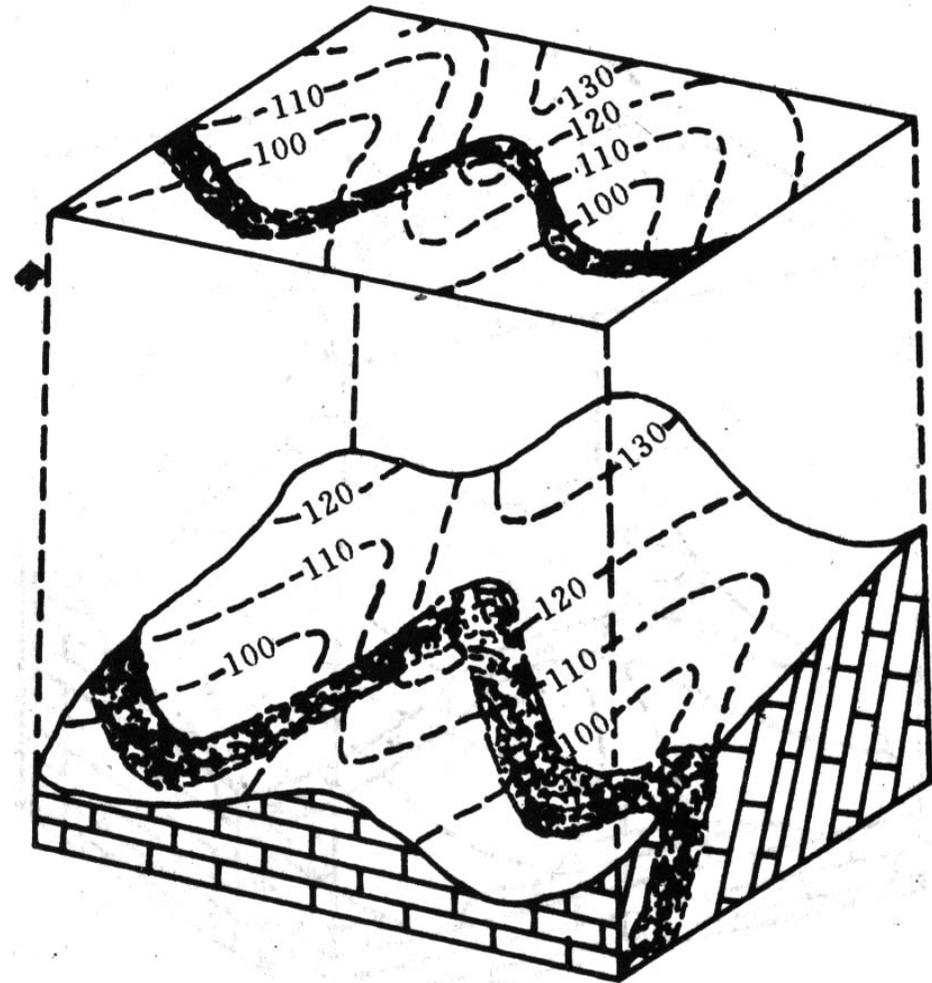
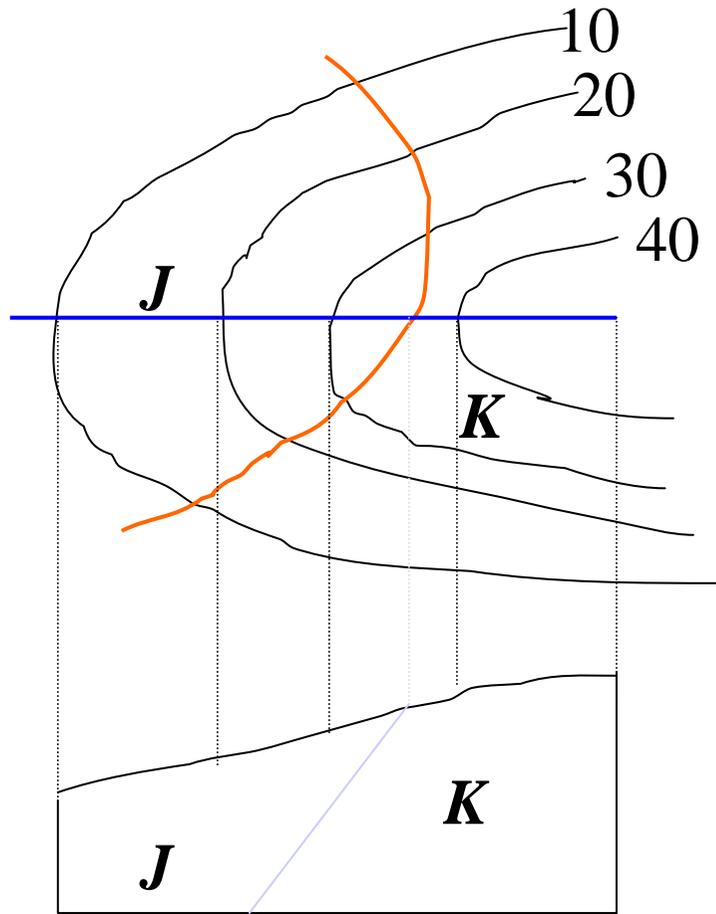


附图 3.15 图例

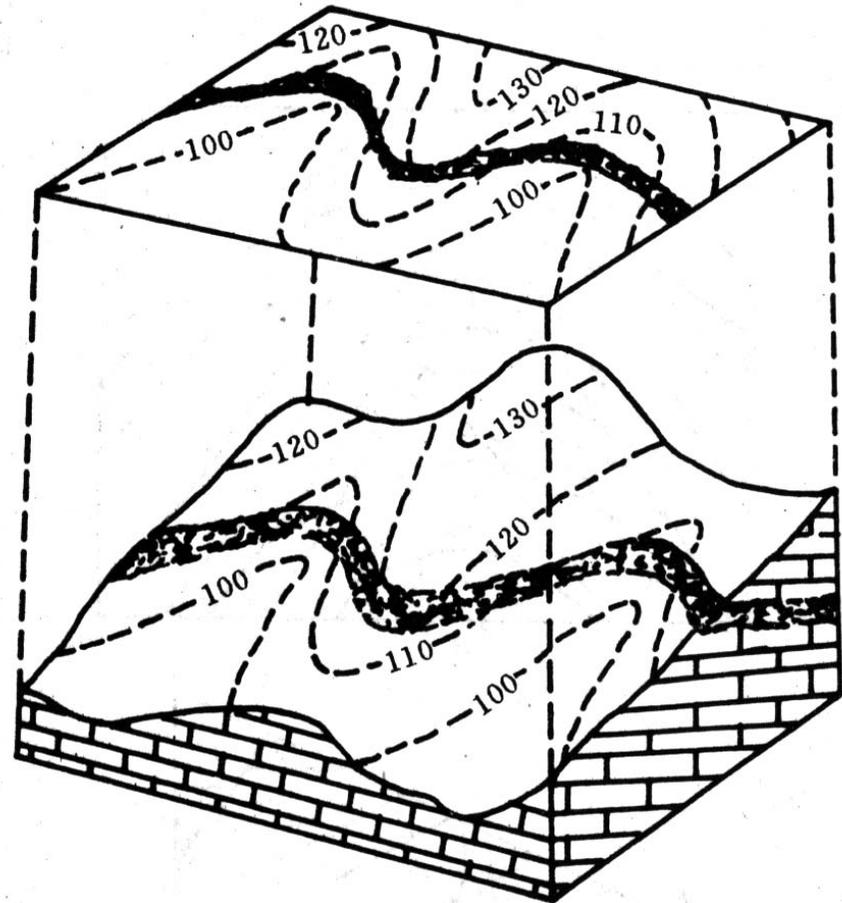
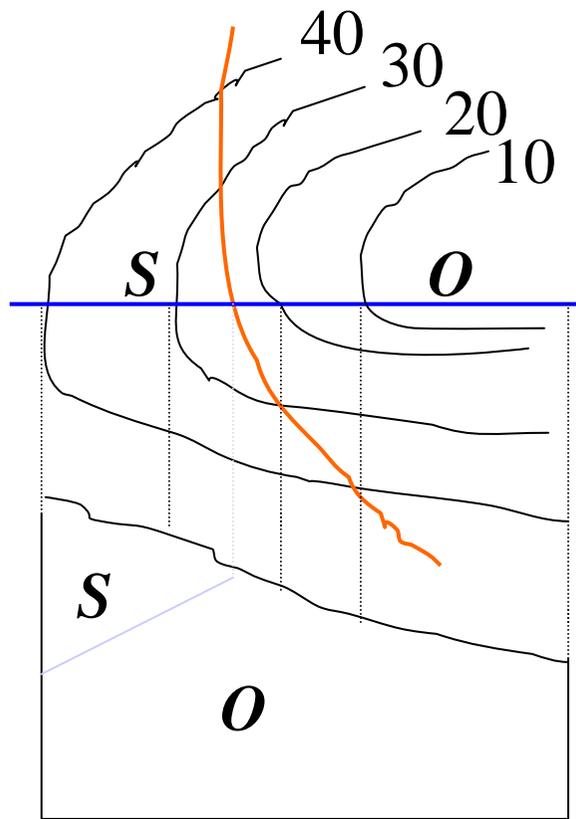
—— 辨识实验室各类地质模型

## 实验3-2 岩层出露界线与地形等高线关系

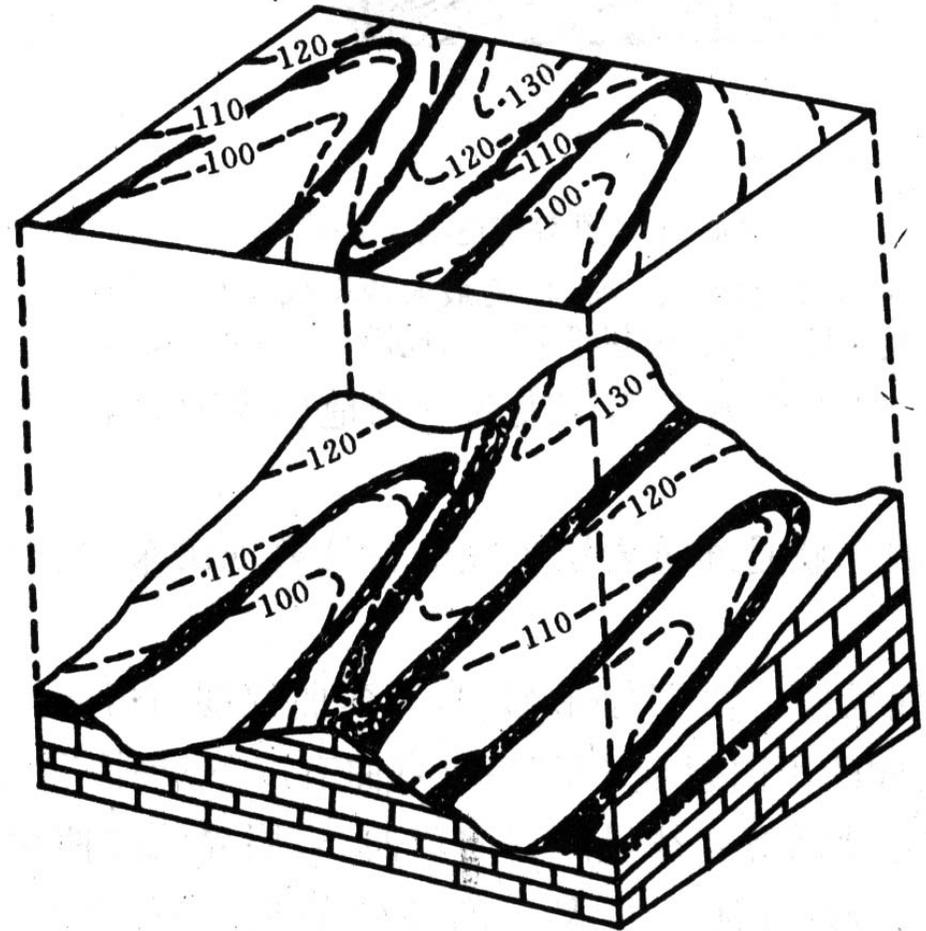
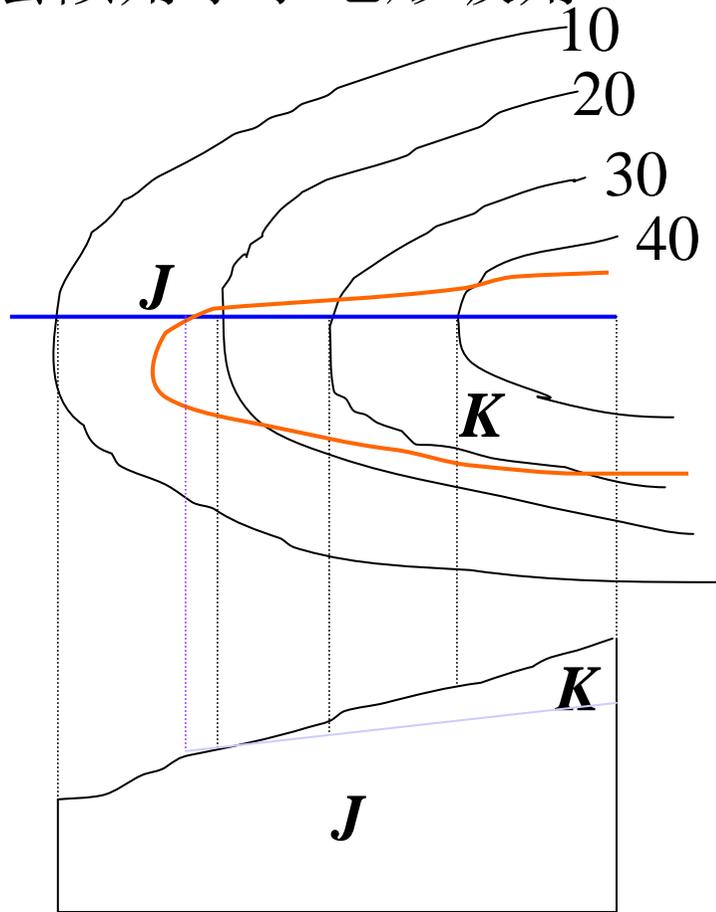
1. 岩层出露界线的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相反时，则岩层倾向与地表坡向相同，即相反相同；且岩层倾角大于地形坡角。



2. 岩层出露界线的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相同时，存在两种情况：（1）当岩层界线的曲率小于地形等高线的曲率时，则岩层倾向与地表坡向相反，即**相同相反**。

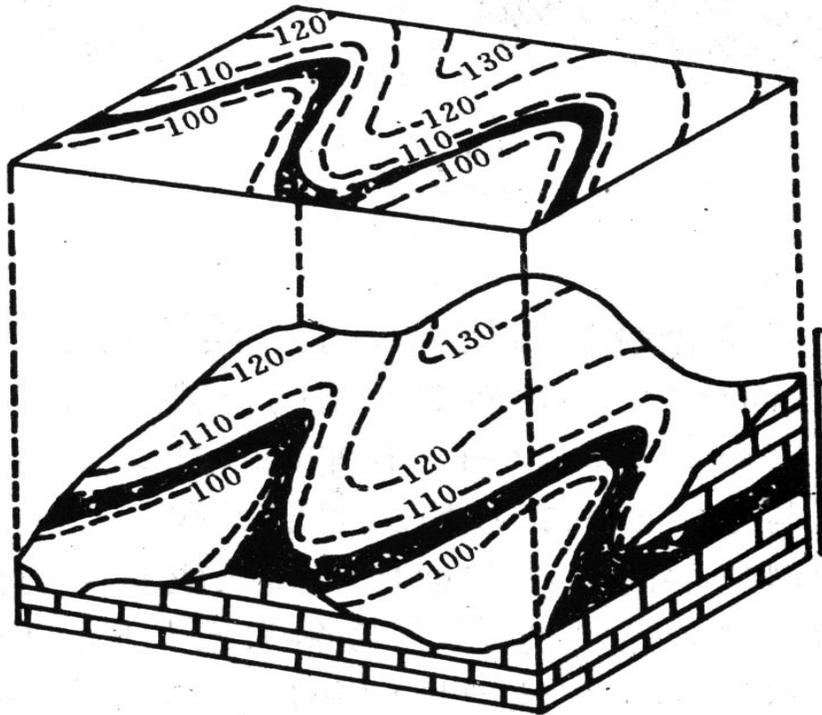


2. 岩层出露界线的弯曲方向与地形等高线的弯曲方向相同时，存在两种情况：(2) 当岩层界线的曲率大于地形等高线的曲率时，则岩层倾向与地表坡向相同，即相同相同，且岩层倾角小于地形坡角。

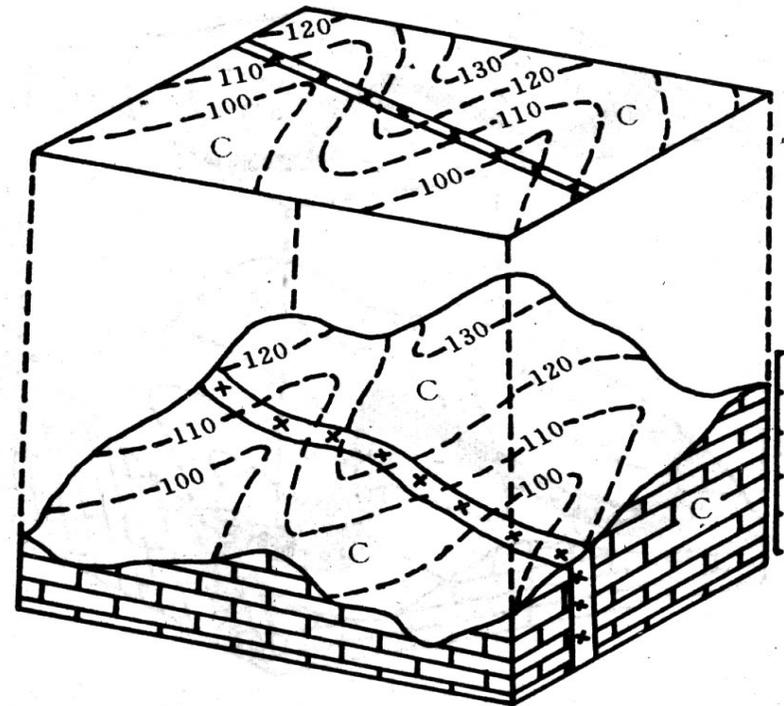


### 3. 水平构造与垂直构造

- 水平构造：岩层界线与地形等高线平行或者重合



- 垂直构造：岩层界线为一直线，沿走向延伸，不受地形影响

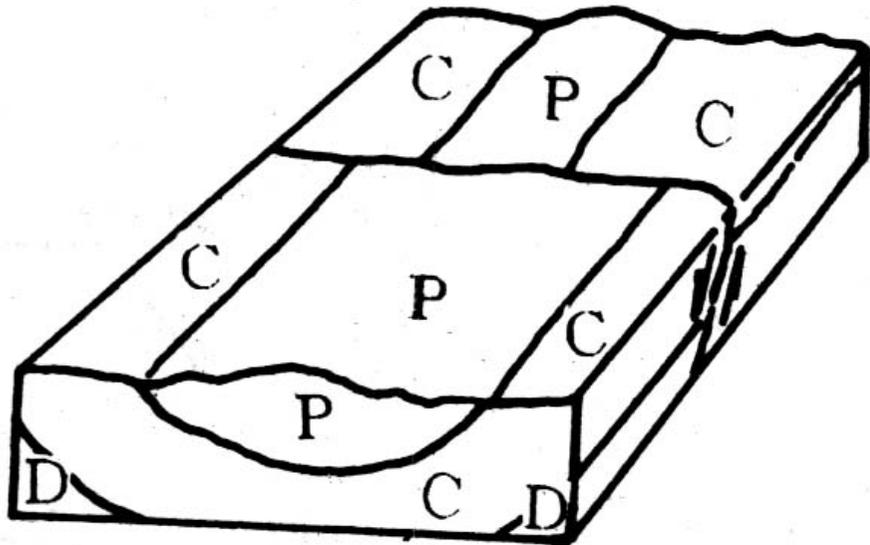


## 实验3-3 断层识别

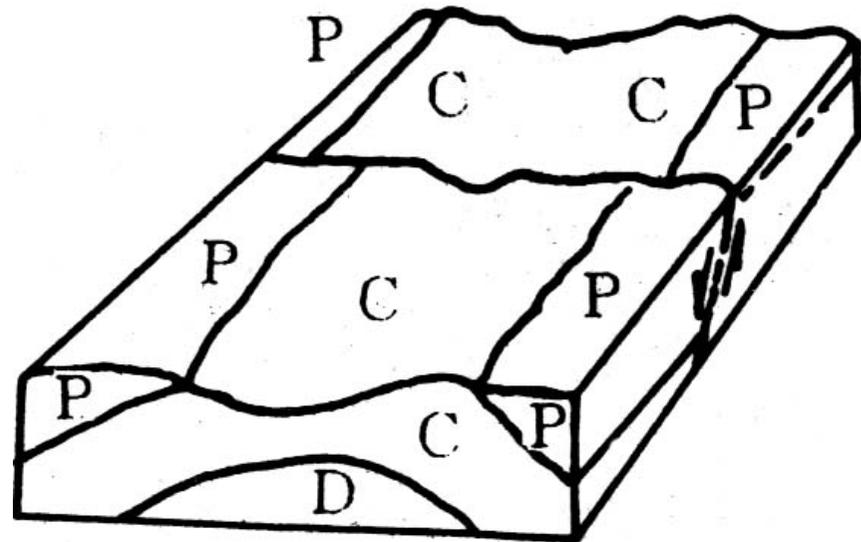
### 断层特征—地质界线不连续

- 地层界线不连续—对于褶皱构造区，岩层沿走向突然中断，而与其它岩层相接，存在横Ft与斜Ft

向斜：上升盘核部地层变窄

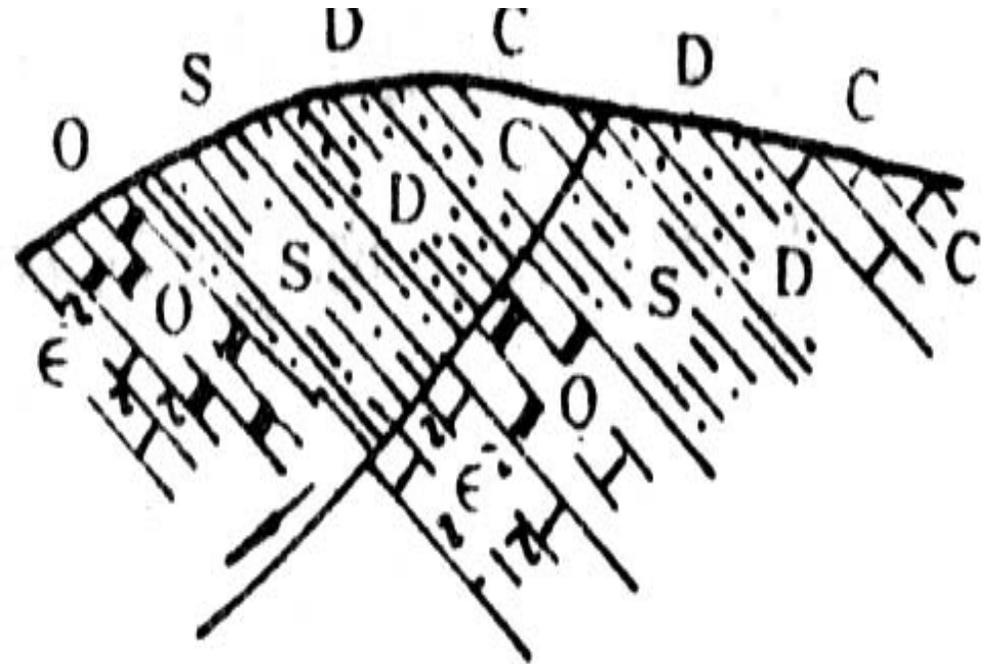
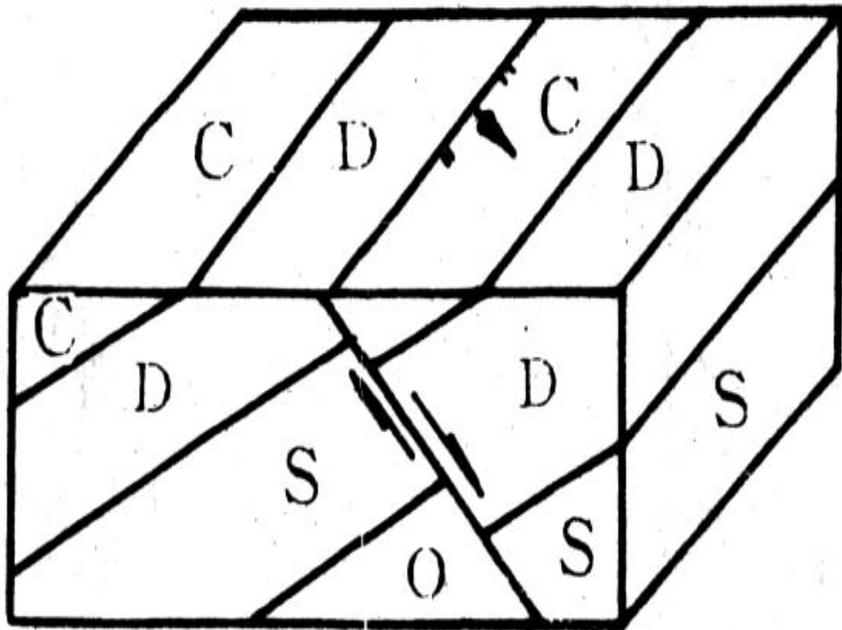


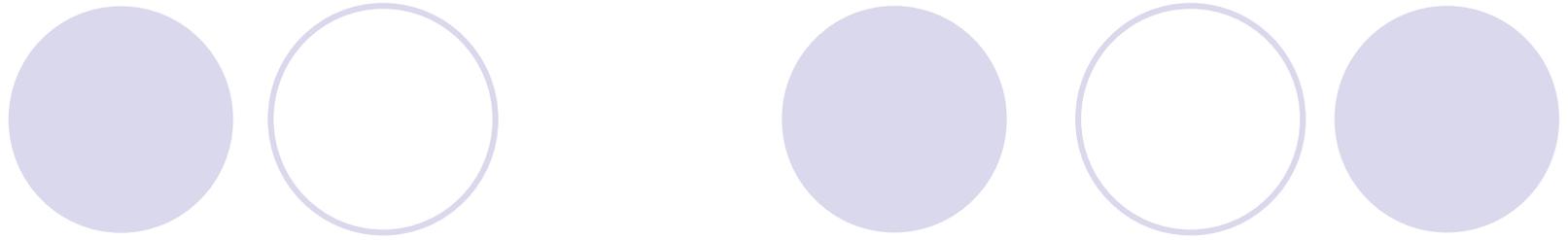
背斜：上升盘核部地层变宽



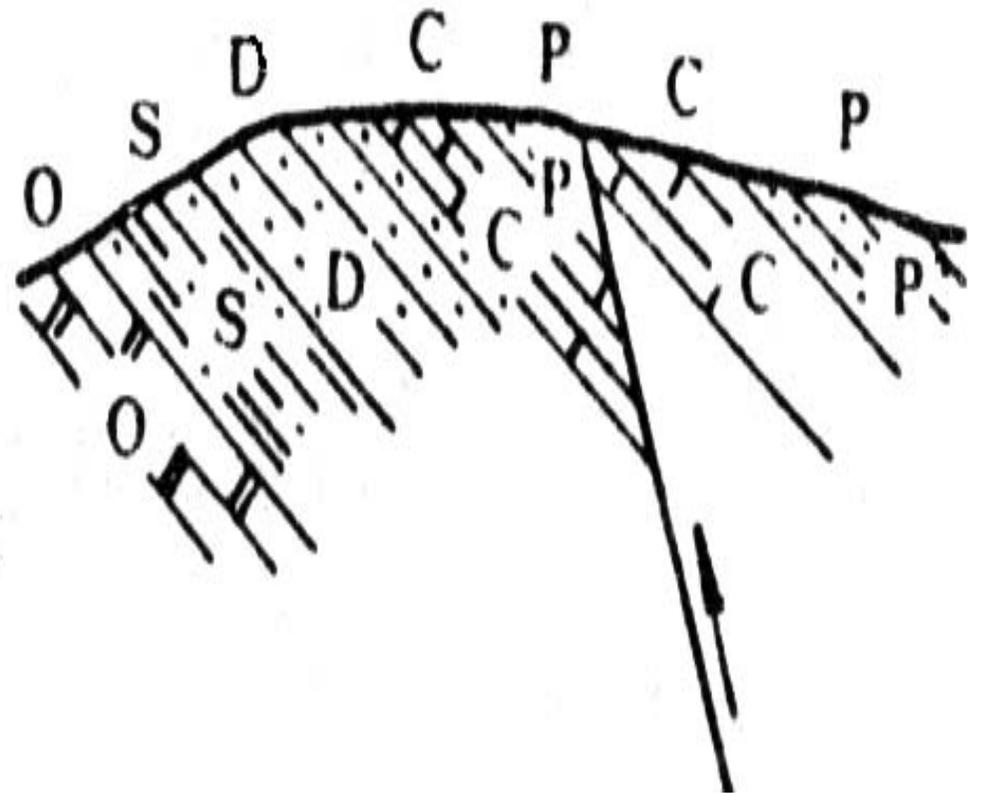
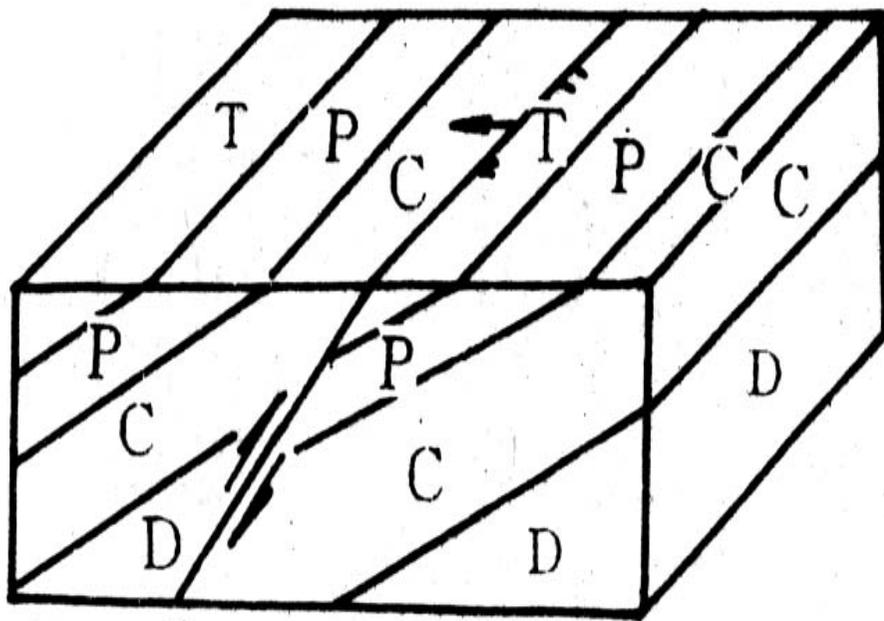
# 断层特征—地层不对称重复

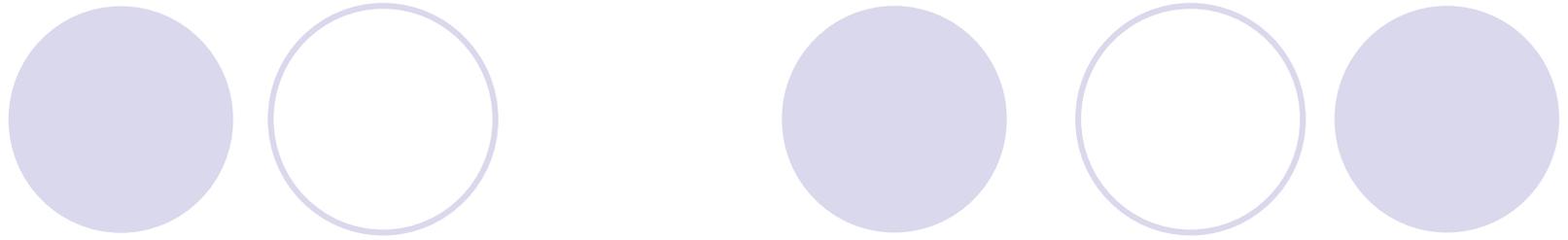
(1) 断层与地层倾向相反时，上升盘时代老



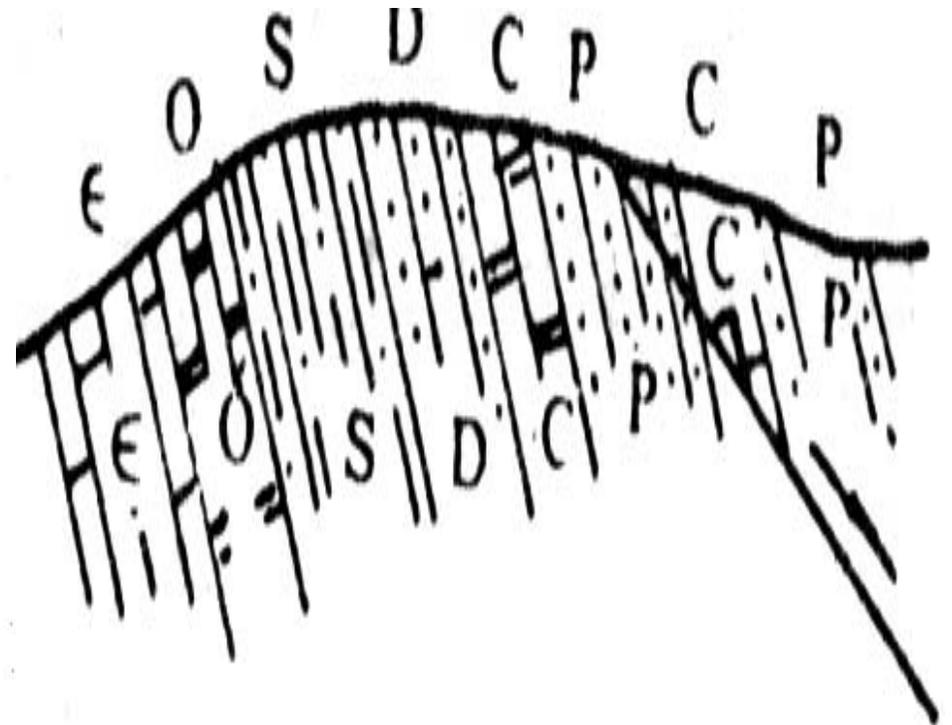
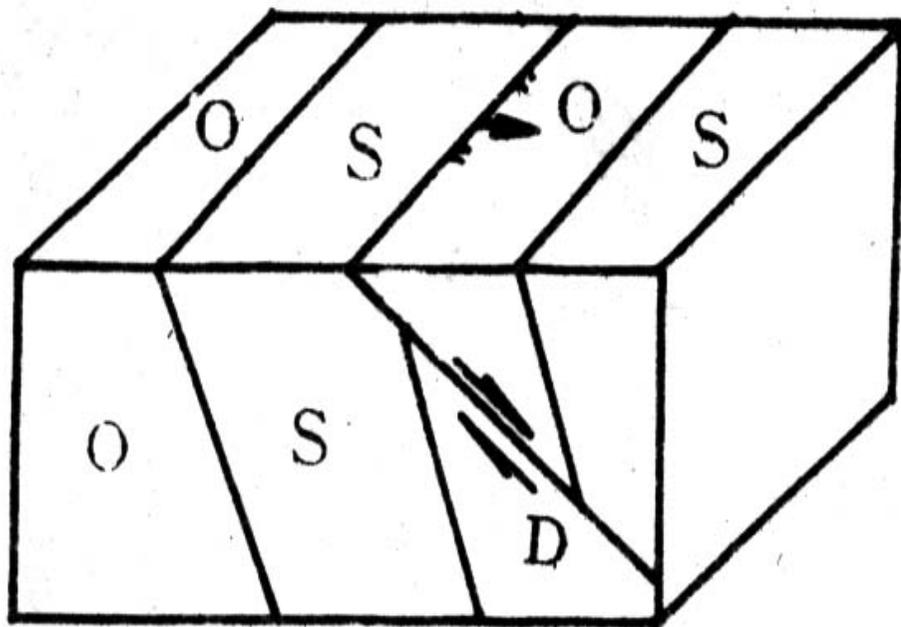


(2) 断层倾角大于地层倾角时，上升盘时代老



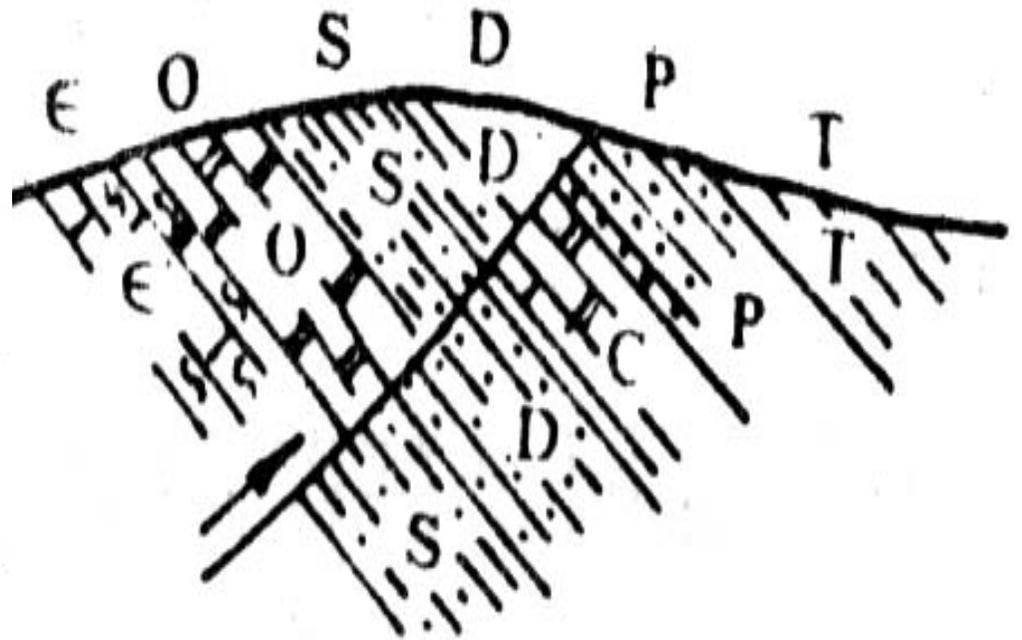
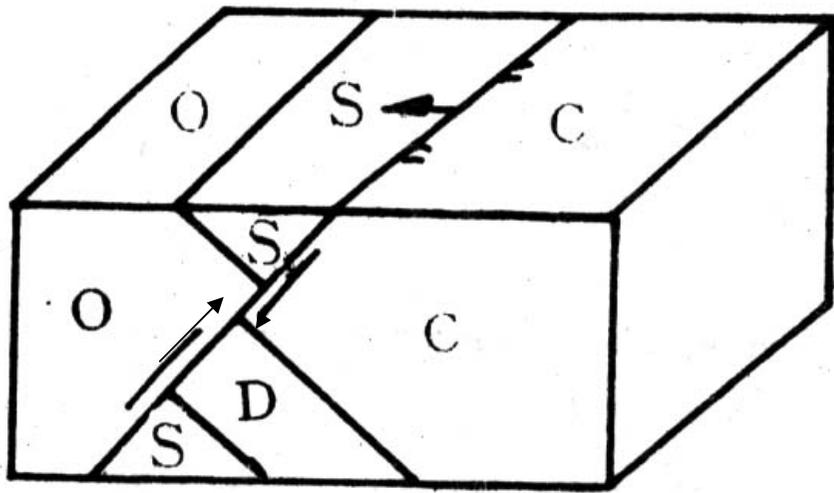


(3) 断层倾角小于地层倾角时，上升盘时代新



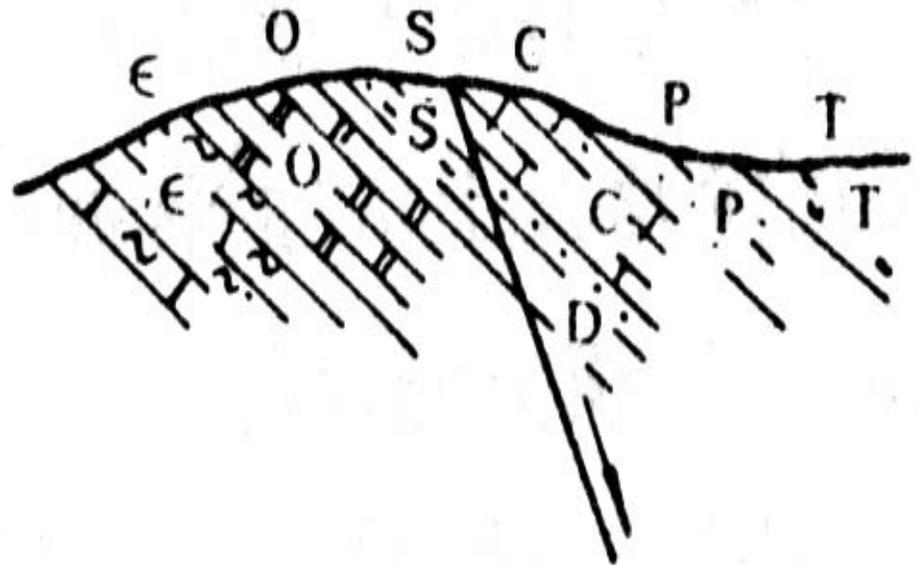
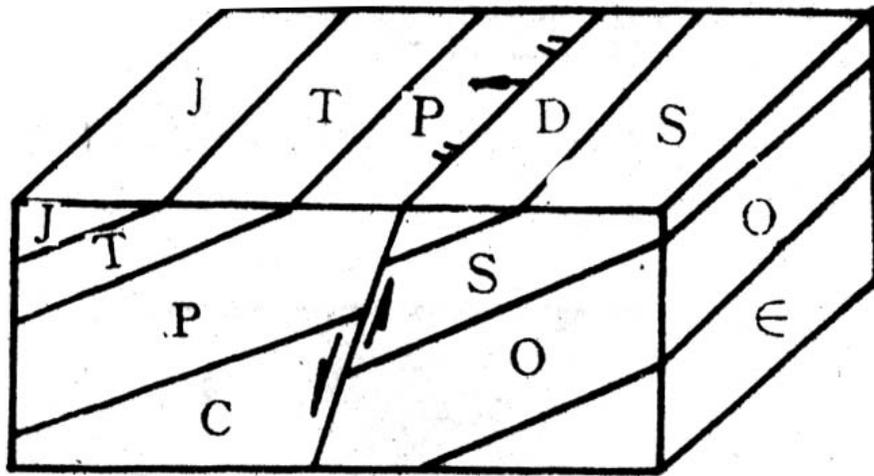
# 断层特征—地层不合理的缺失

(1) 断层倾向与地层倾向相反时，老为上升盘



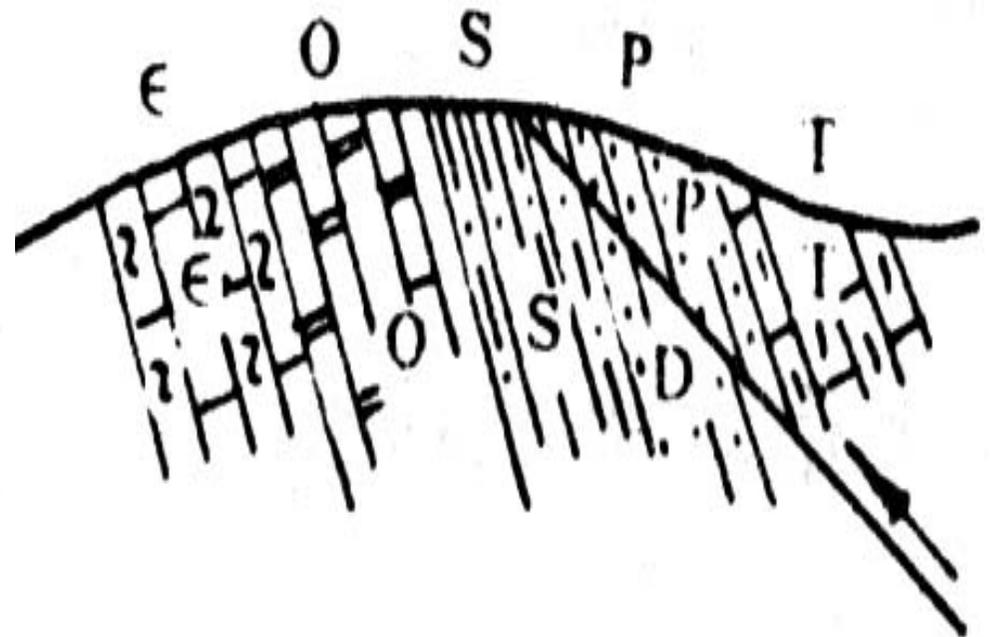
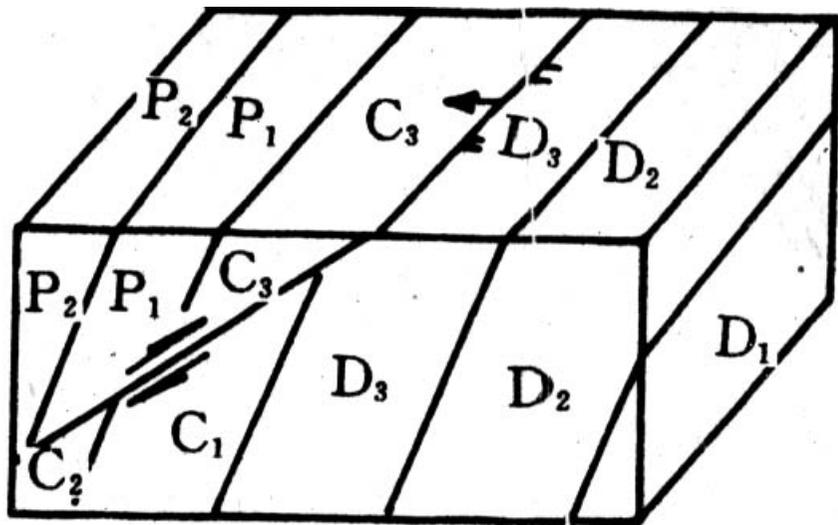
# 断层特征—地层不合理的缺失

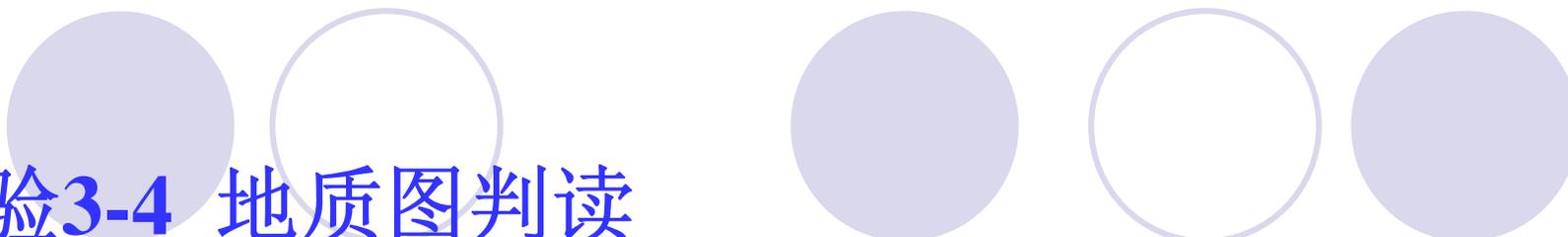
(2) 断层倾角大于地层倾角时，老为上升盘



# 断层特征—地层不合理的缺失

(3) 断层倾角小于地层倾角时，新为上升盘

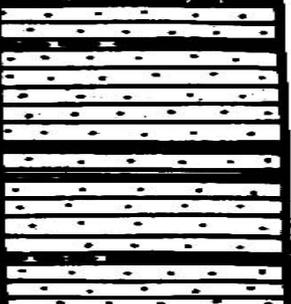
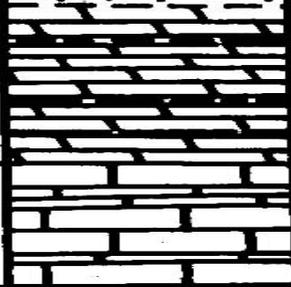
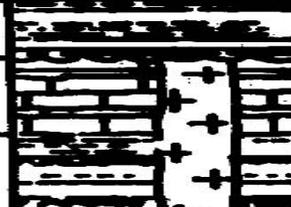




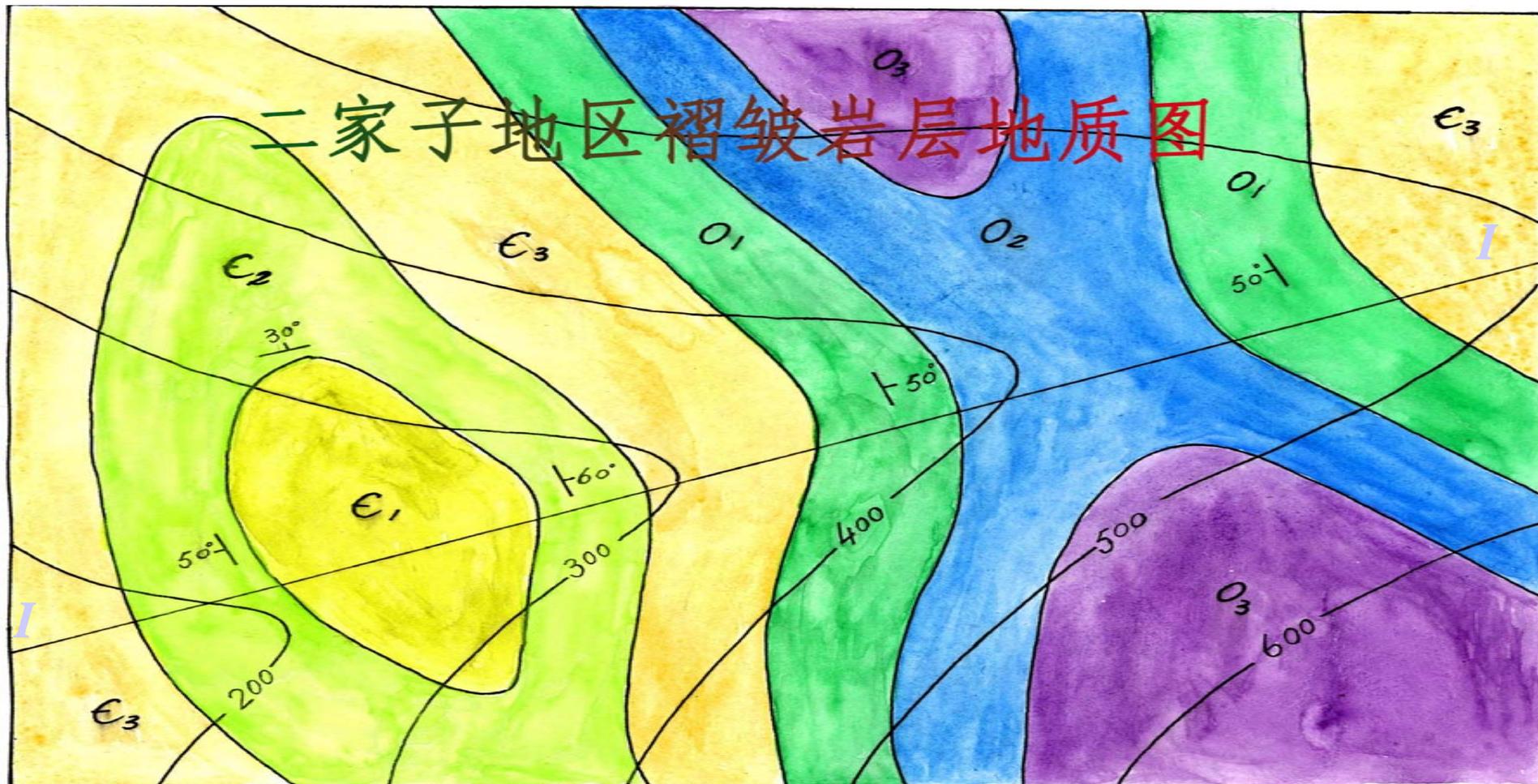
## 实验3-4 地质图判读

1. 先读图名、比例尺，了解地质图所反映的地理位置和图的类型；
2. 熟悉图例，了解图中出露地层时代及岩浆活动特点；
3. 分析地形特征，了解山脉、河谷分布，图幅内最高点与最低点的位置，地形起伏状况；
4. 分析地质图内容：**a、地层分析**，了解不同时代地层分布和产状；**b、地质构造分析**，包括分析褶皱、断层、地层接触关系和侵入岩的表现特征及其形成时代等。

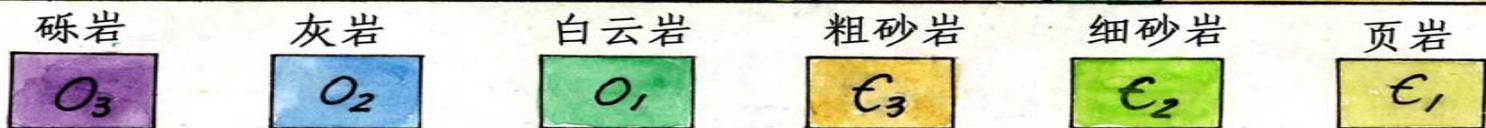
# 地层柱状图

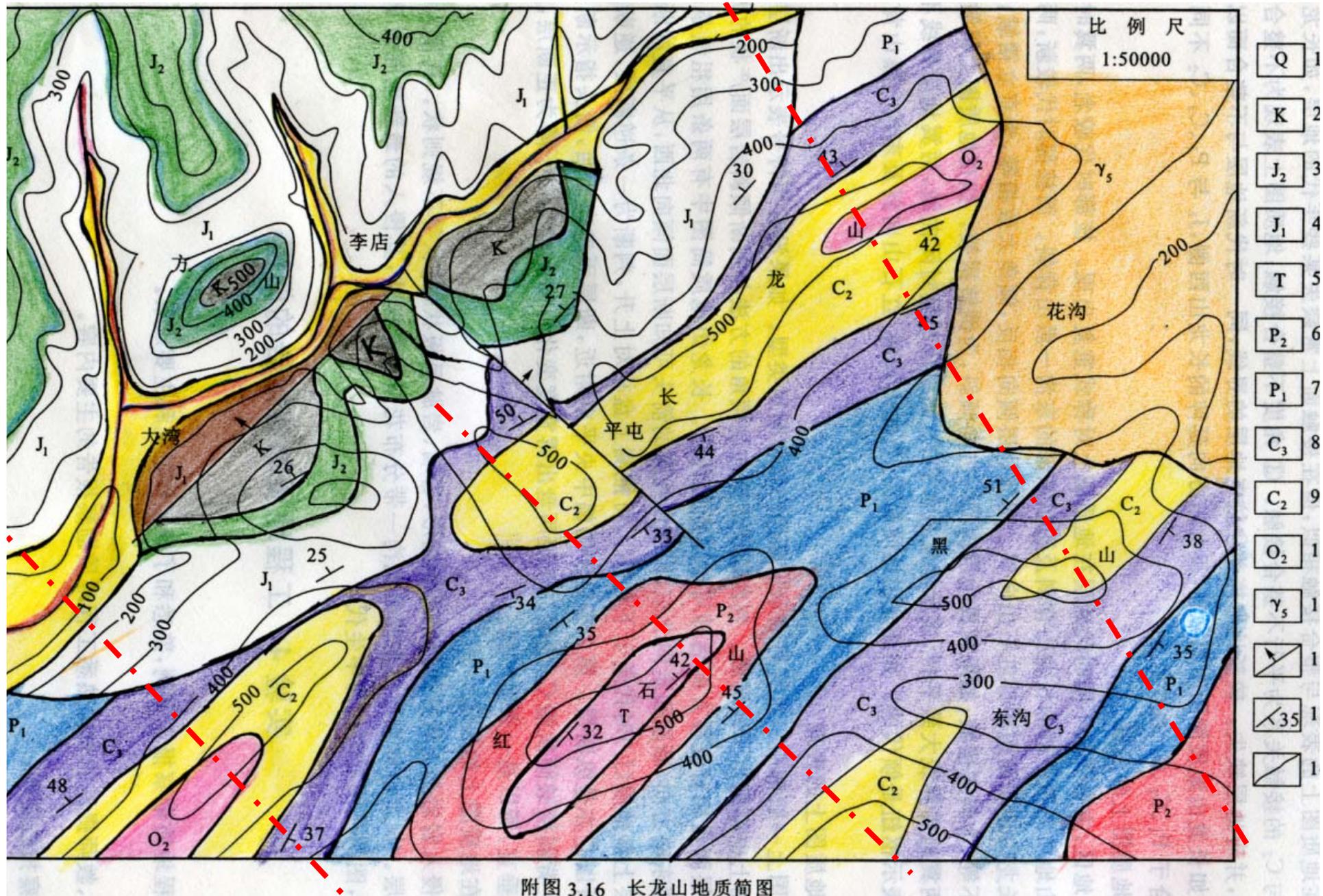
地层单位			代号	柱状图	厚度 (m)	地层岩性描述
界	系	统				
新生界	第三系		R		30	砂岩为主, 局部为砂页岩互层
中生界	白垩系		K		250	——角度不整合—— 燕山运动, 褶皱上升, 缺失老第三系  为钙质砂岩夹页岩
						——平行不整合—— 缺失侏罗系地层 上部为泥灰岩夹薄层钙质页岩 中部为厚层灰岩夹薄层泥灰岩 下部为页岩夹泥灰岩
	三叠系	上	T <sub>3</sub>		222	——角度不整合—— 海西运动 缺失上石炭系及二叠系地层 C <sub>2</sub> 为中、厚层灰岩夹薄层灰岩 C <sub>1</sub> 为页岩夹煤层, 岩性软弱
		中	T <sub>2</sub>			
古生界	石炭系	中	C <sub>2</sub>		103	——平行不整合—— 上部厚层石英砂岩, 坚硬抗压强度高 中部为页岩, 层理发育, 岩性软弱 下部中厚层灰岩, 性脆有溶洞
		下	C <sub>1</sub>			
	泥盆系	上	D <sub>3</sub>		205	
		中	D <sub>2</sub>			
		下	D <sub>1</sub>			

# 二家子地区褶皱岩层地质图



## I - I 地质剖面图





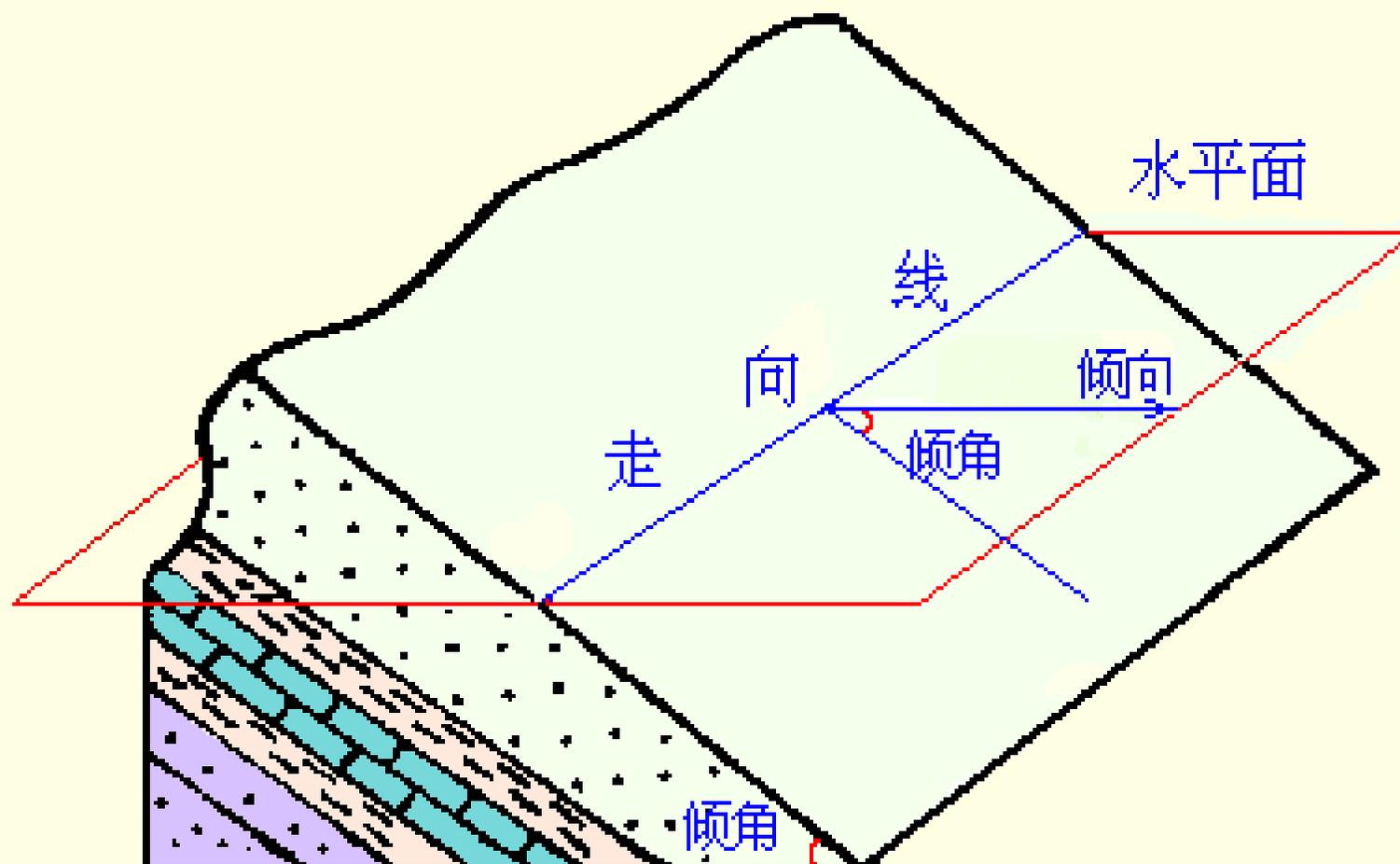
附图 3.16 长龙山地质简图

- 1—白垩系砾岩夹流纹岩; 2—中侏罗统砂岩、页岩夹煤层; 3—下侏罗统砂岩、底部砾岩; 4—三叠系紫红色砂页岩;  
 5—上二叠统褐黄色砂岩; 6—下二叠统灰绿、黄色砂页岩; 7—上石炭统灰黑色砂页岩夹煤层; 8—中石炭统灰黑色砂页岩夹灰岩  
 9—中奥陶统深灰色厚层石灰岩; 10—中生代黑云母花岗岩; 11—断层; 12—地层产状; 13—地质界线

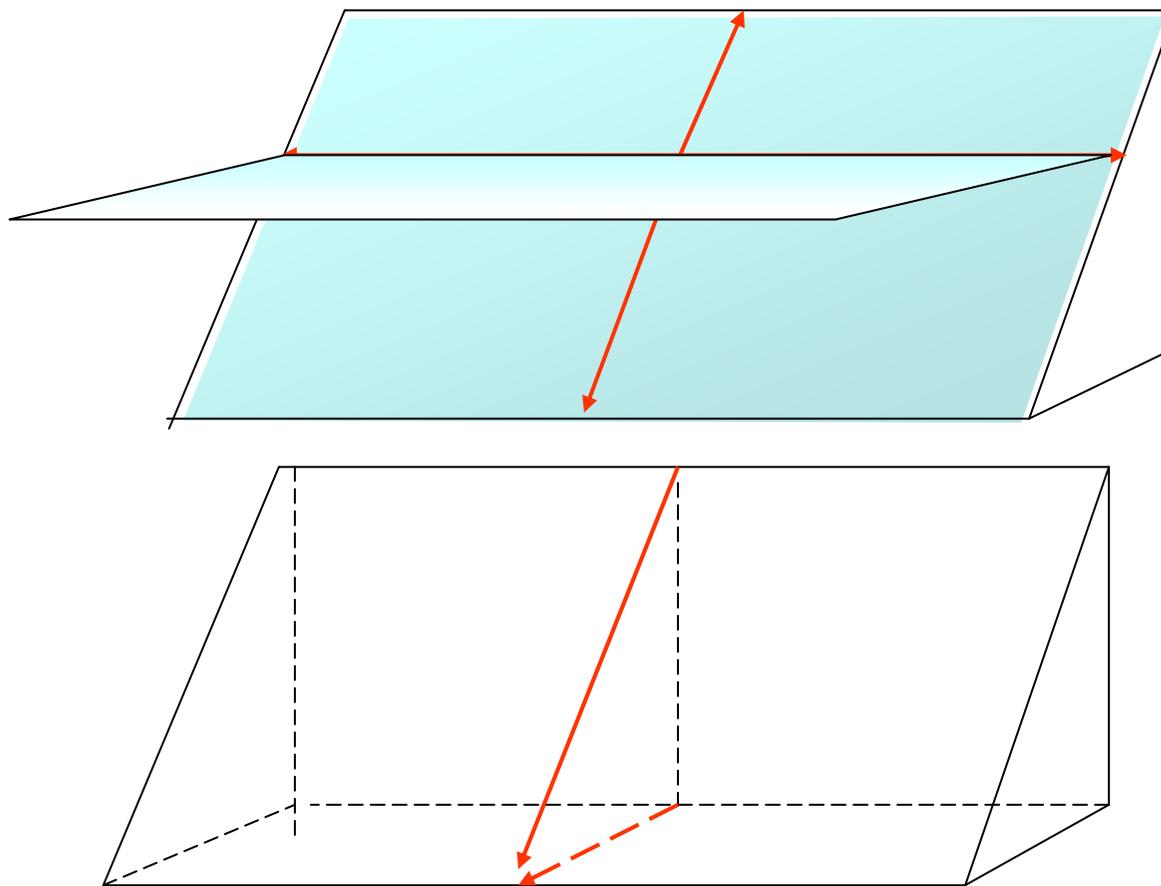
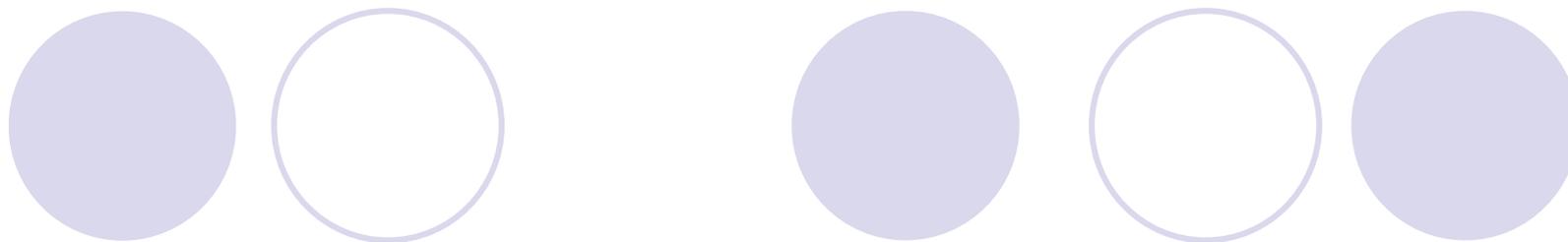
## 实验3-5 地质罗盘使用







走向、倾向和倾角



走向、倾向和倾角向的含义

# 实验4 野外地质认识实习

## (金石滩地质认识实习DVD)

### 一、目的：

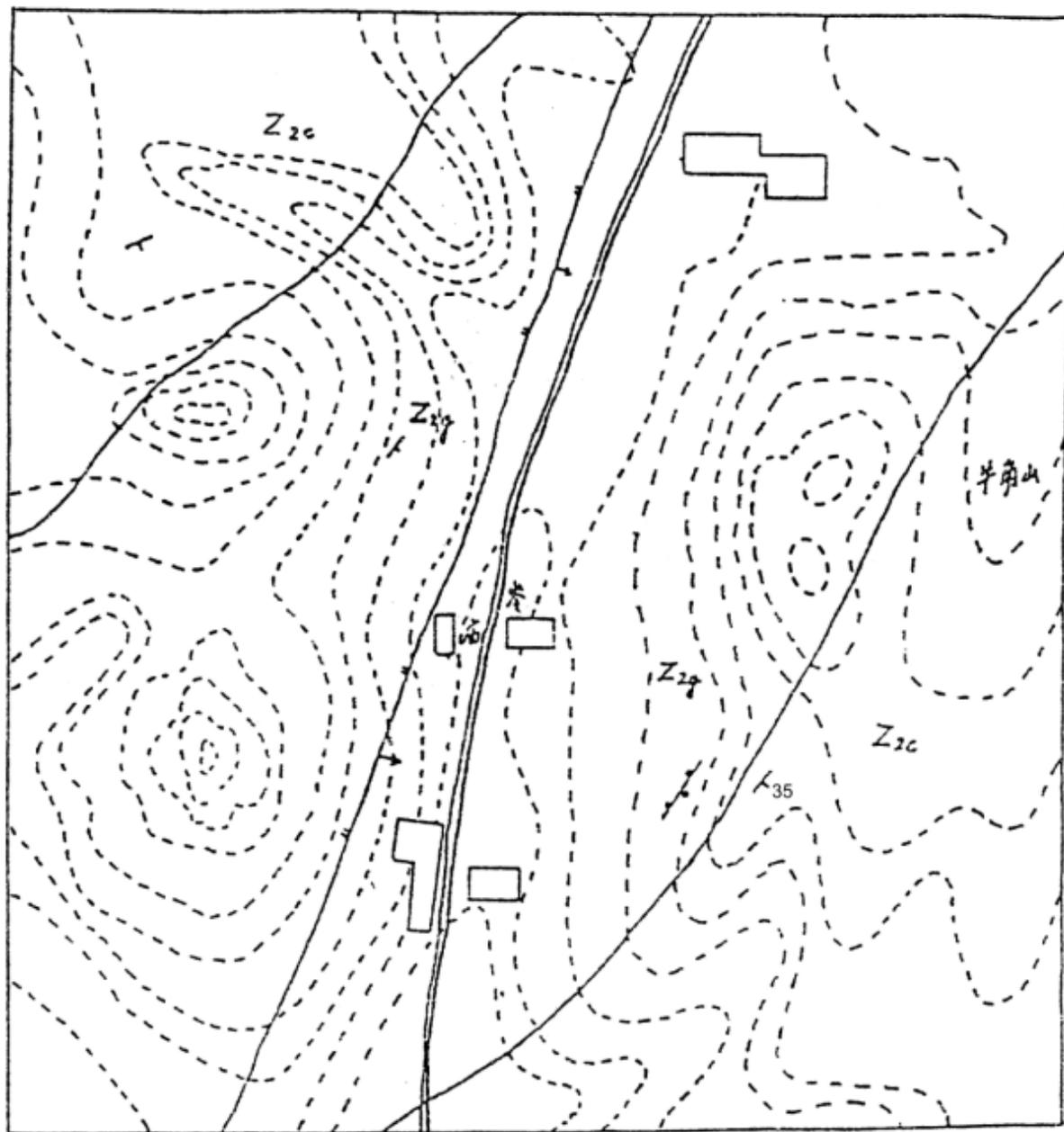
初步掌握野外地质测绘方法和分析方法，实地观察野外地质现象，建立地质现象的感性认识。

### 二、要求：

- 1、学习地质露头的记述、描述和用地质罗盘测定产状三要素；
- 2、认识地层的分布和构造形态特征，对比河谷两岸的岩性和构造，建立地段地质构造轮廓；
- 3、作路线示意剖面图，并提交简要地质条件的分析报告；
- 4、报告内容包括，地段地理位置、山川形势，地层岩性，构造特征（地层产状、构造类型、断层、褶皱性质等）。

# 泗水地区地质图

1:10000



Z<sub>2c</sub> 长岑子超板岩    Z<sub>2g</sub> 桥头组石英岩    地质界线    逆断层    产状

# 金石滩工程地质野外实习报告编写要求

金石滩野外实习报告内容包括：地段地理位置、山川与海岸形势、地层岩性、构造特征（地层产状、构造类型、节理、断层、褶皱与褶曲等）、海岸侵蚀地貌、滨海地质灾害以及创新性想法、深刻体会和实习感受等。请大家充分利用现场调查、**DVD**、拍摄照片。报告型式参考如下：

- 1、描述实习区地形地貌、地层岩性、地质露头、岩层产状、海岸侵蚀地貌；
- 2、结合课堂知识，分析实习区地质构造特征，包括单斜、褶皱(背/向斜)和褶曲、节理、断层等，并就典型地质构造现象进行详细分析（配照片）；
- 3、结合海岸带知识，分析海岸带侵蚀地貌条件与成因机制及海岸地质灾害，并就典型地质现象做详细分析（配照片）；
- 4、试做路线典型地段的示意地质剖面图，并简要分析地质条件。

**注：1) 地质实习报告要求不少于5页，最好以A4纸打印，欢迎图文并茂、综合分析等报告形式；2) 请各班班长在6月3日前收齐，交给年廷凯老师。地点：综合实验1号楼215室。**