

工程地质学

实验、实习及作业指导书

大连理工大学土木水利实验中心

岩土工程实验室

2011年11月

前 言

工程地质实验实习内容，包括矿物、岩石、地质构造及野外地质测绘和专门工程地质知识。

本课程的实验实习内容和作业练习是工程地质课程教学的基本环节之一。除野外实习外，课堂学习目的在于使学生通过实习及作业练习，巩固课堂所学的理论知识，学会肉眼鉴定造岩矿物及岩石的基本方法和一般地质图及常用工程地质图件、资料的编制方法，初步掌握阅读、分析这些图件资料，以便用于生产设计之中。在此，必须指出的是，对于上述图件资料的阅读与分析尤为重要，其重点在于掌握制图原理，从而能熟练地识别图件资料中各部分的地质构造要素和工程地质条件。

因此，要求学生必须根据每次实验实习目的和作业要求，按照循序渐进的理论联系实际的学习方法，学好最基本的工程地质知识。

本书是在大连理工大学土木工程系岩土工程及工程地质教研室多年使用工程地质实习及作业的基础上修订而成的，在此对曾参与本书编写的康渔源、金春山两位老师及其他各位参与工程地质学教学的老师表示衷心感谢。

编者：年廷凯

2011年11月20日

一、主要造岩矿物的认识

(一) 实习的目的与要求

岩石是矿物天然集合体,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,本次实习要求如下:

- 1、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。
- 2、学会肉眼鉴定主要造岩矿物的方法。
- 3、按下表要求写好造岩矿物鉴定报告。

(二) 作业及思考题

- 1、肉眼鉴定造岩矿物时,主要依据矿物的哪些物理、化学性质?
- 2、对比下列各组造岩矿物,指出它们间的异同点和鉴定特征。
 - (1) 正长石—斜长石—石英;
 - (2) 角闪石—辉石—黑云母;
 - (3) 方解石—白云石—石膏。

造岩矿物鉴定报告

标本号	主要物理、化学特征描述	鉴定特征	矿物名称

班级：_____学号：_____姓名：_____

二、主要火成岩（岩浆岩）的认识

（一）实习的目的与要求

- 1、通过对火成岩标本的观察，熟悉其结构、构造特征；
- 2、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；
- 3、学会火成岩的简易分类和肉眼鉴定方法；
- 4、按下表要求写好火成岩鉴定报告。

（二）作业及思考题

- 1、深成岩、浅成岩、喷出岩的结构、构造特征有何不同？为什么不同？
- 2、酸性、中性、基性的火成岩矿物成分有何不同？
- 3、简述下列岩石间的异同点：
 - （1）花岗岩与辉长岩；
 - （2）闪长岩与安山岩；
 - （3）玄武岩与流纹岩；
 - （4）正长斑岩与玢岩。

火成岩（岩浆岩）鉴定报告

标本号	主要特征描述				岩石名称
	颜色	矿物成分	结构	构造	

班级：_____学号：_____姓名：_____

三、主要沉积岩的认识

(一) 实习的目的与要求

- 1、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。
- 2、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。
 - 1) 矿屑岩类：砾岩、角砾岩、砂岩。
 - 2) 粘土岩类：页岩、泥岩。
 - 3) 化学岩类：石灰岩、白云岩等。
- 3、按下表要求写好沉积岩鉴定报告。

(二) 作业及思考题

- 1、沉积岩与火成岩在成团、结构、构造及物质成分上有什么主要差别？
- 2、以长石砂岩和正长斑岩为例，说明沉积岩的砂屑结构与火成岩的斑状结构的区别。
- 3、如何区别沉积岩的层理构造与火成岩的流纹构造？

沉积岩鉴定报告

标本号	主要特征描述			岩石名称
	结构、构造	物质组成	其它特征 (颜色、盐酸反应等)	

班级：_____ 学号：_____ 姓名：_____

四、主要变质岩的认识

（一）实习的目的与要求

- 1、通过对变质岩标本的观察，熟悉变质岩的构造和矿物组成特征。
- 2、掌握下列主要变质岩的肉眼鉴定方法：
片麻岩、片岩、千枚岩、板岩；
石英岩、大理岩；
- 3、按下表要求写好变质岩鉴定报告。

（二）作业及思考题

- 1、如何区别变质岩的片理构造与沉积岩的层理构造？
- 2、变质岩的块状构造与火成岩的块状构造有何不同？
- 3、下列岩石之间有何区别？
 - 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。

变质岩鉴定报告

标本号	主要特征描述			岩石名称
	构造	矿物成分	其它特征 (颜色, 盐酸反应等)	

班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

五、工程地质作业之一

地层接触关系分析

指出下列各图地层之间的接触关系及其含义。

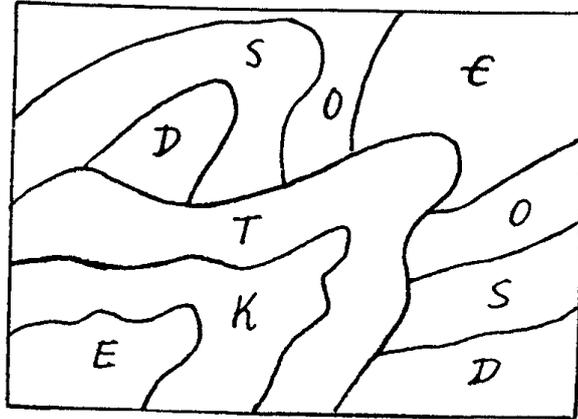


图 5-1



图 5-2

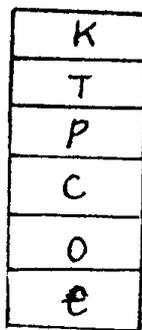
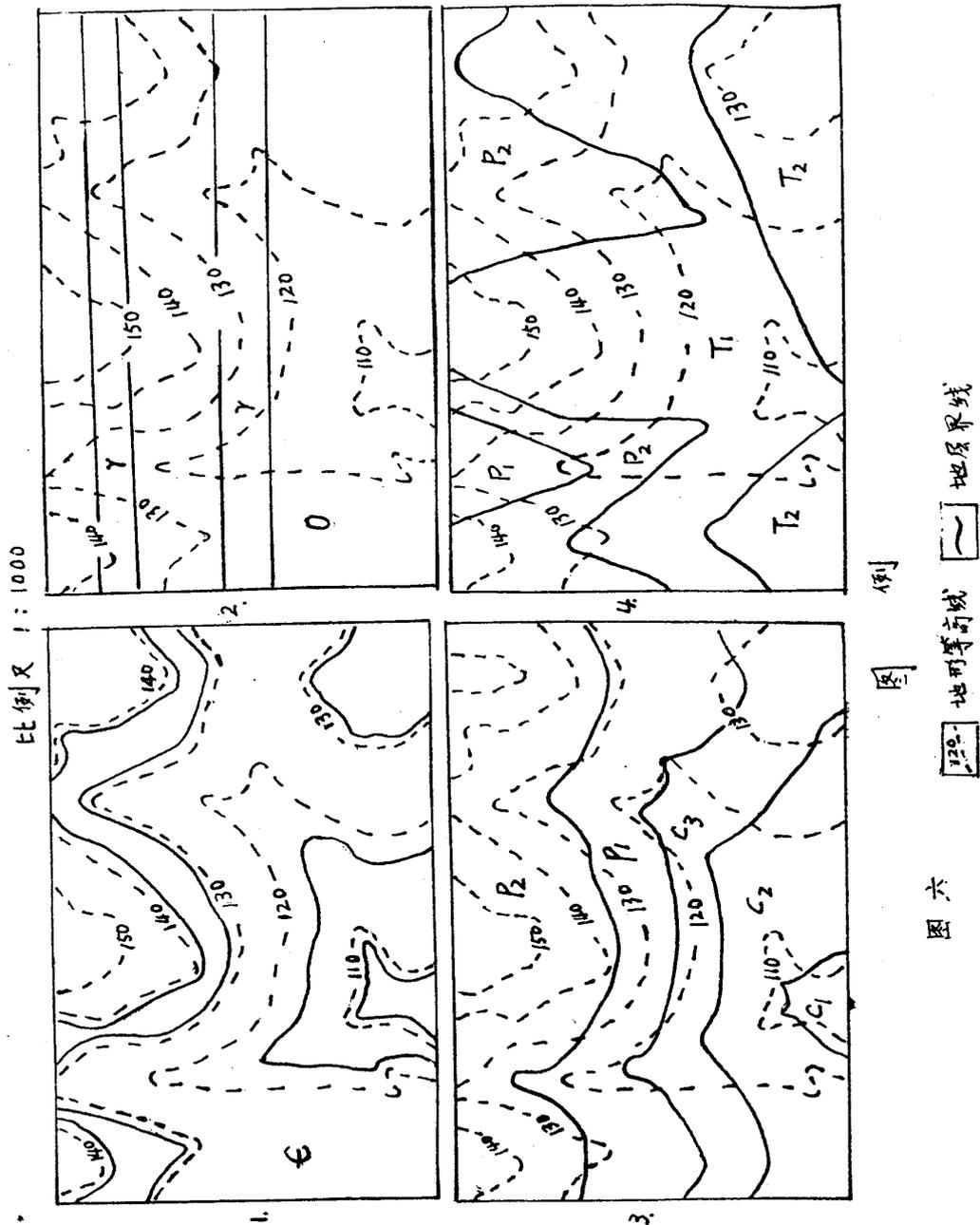


图 5-3

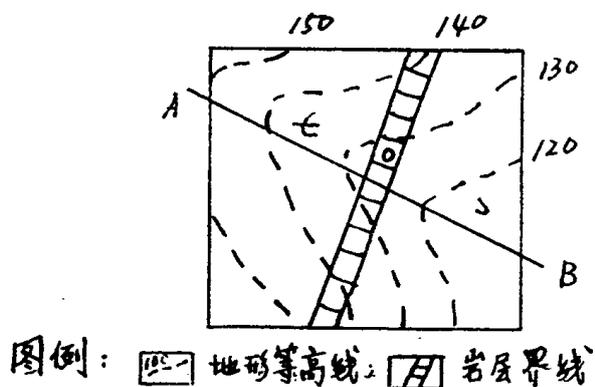
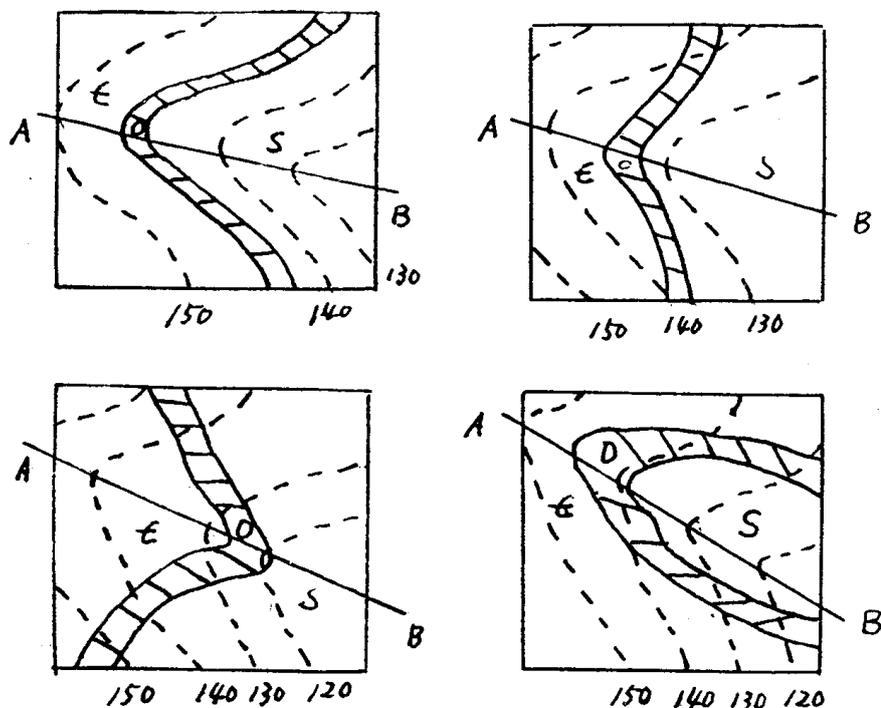
六、工程地质作业之二

“V”字形法则分析

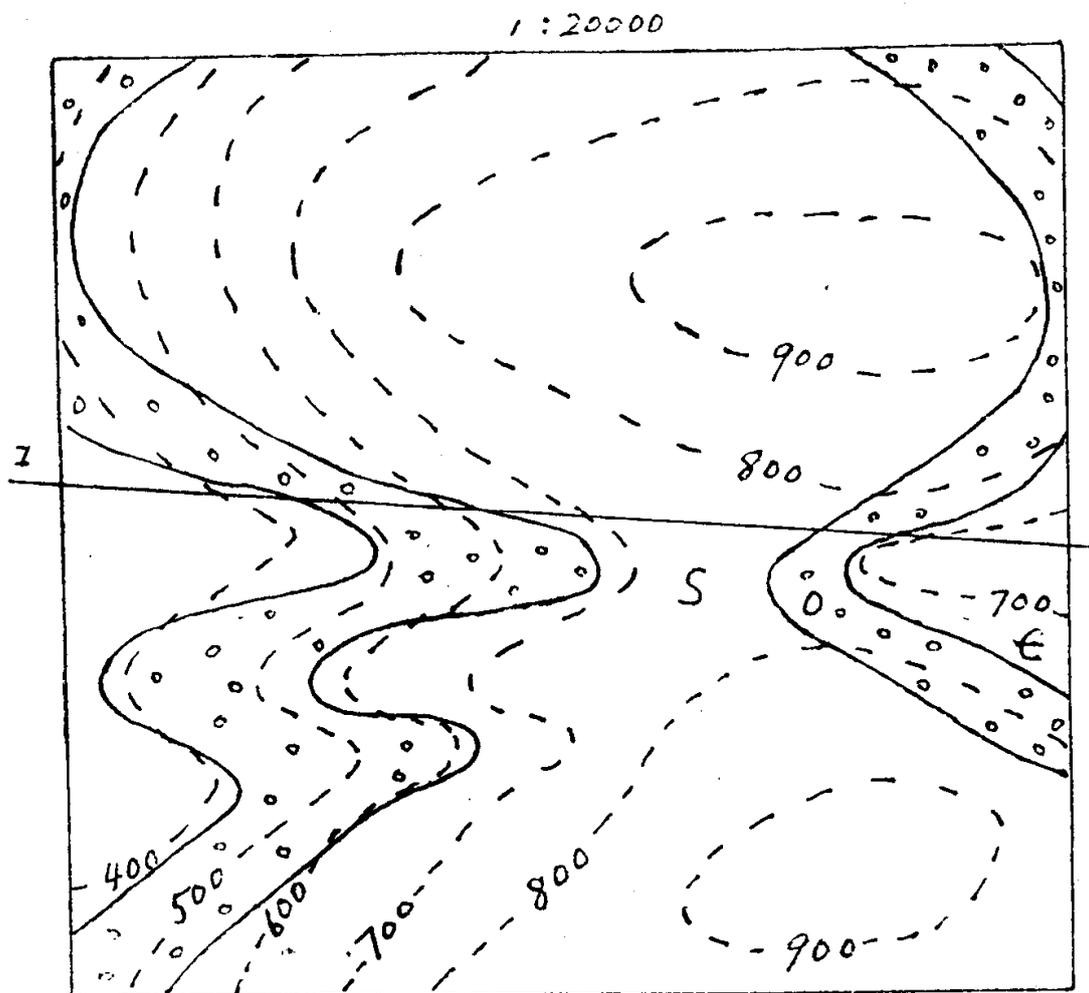
(一) 根据地层界线与地形等高线间的关系，确定下列地形地质图中地层性质和产状。



(二) 分析地形地质图上岩层产状特征，并沿 A—B 画出该岩层的示意剖面图，并归纳出岩层产状与地形关系对岩层界线的影响。



(三) 阅读下图，说明岩层的构造特征并指出岩层产状特征。沿 I-I'剖面线，做示意剖面图说明之。

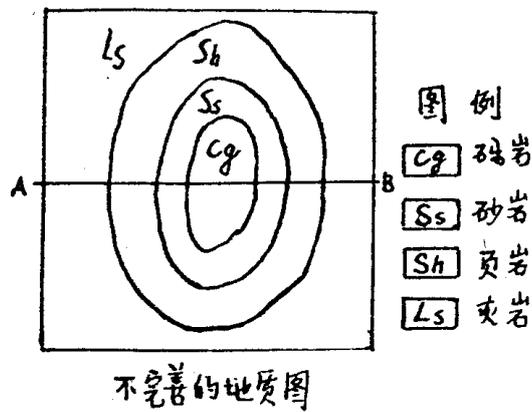


七、工程地质作业之三

褶皱构造分析

(一) 有一幅不完善的地质图，如下图所示，试分析：

- 1) 它可能反映的是哪些形式的地质构造？并沿 A—B 方向绘出相应的示意剖面图。
- 2) 若要得出唯一的地质构造解释，必须增加哪些条件？



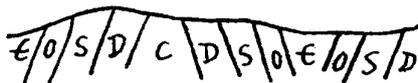
(二) 用虚线连接下列各剖面图上相应的层位，恢复褶皱轴的位置，指出褶皱名称。



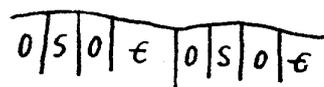
(1)



(2)

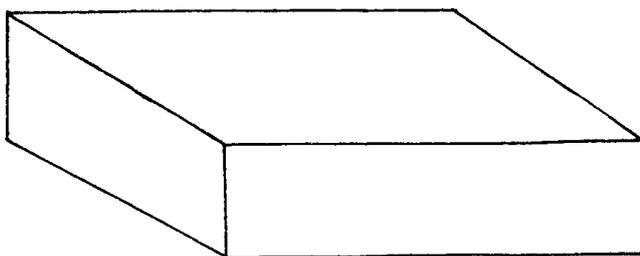
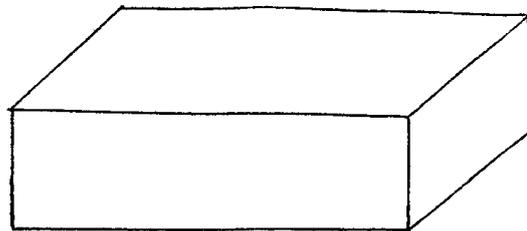
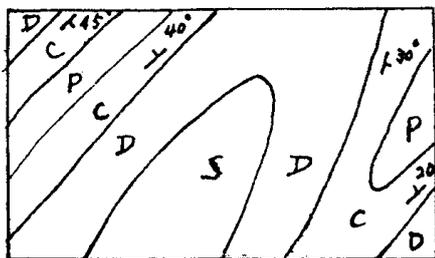


(3)



(4)

(三) 指出下列地质图中有几个褶皱，性质如何，标出每个褶皱轴部位。并在方块立体图上表示出褶皱构造的空间展布示意图。



八、工程地质作业之四

节理裂隙分析

根据杏花峪水库坝址裂隙统计表，要求（1）、绘出节理走向玫瑰图；（2）计算裂隙率、评价裂隙发育程度。

杏花峪水库坝址裂隙统计表

序	裂隙产状			长度 (cm)	宽度 (cm)	系 数	裂隙 力学 属性	裂隙面情况、充填特征	备注
	走向	倾向	倾角						
1	328°	58°	62°	40	0.1	1	剪切	裂隙面平整，有铁质薄膜	1M ²
2	290°	200°	49°	12	0.15	1	剪切	泥质充填	
3	20°	290°	40°	10	0.2	1	剪切	裂隙面光滑平整	
4	41°	311°	46°	40	0.1	1	剪切	裂隙面光滑平整	
5	337°	67°	80°	101	0.25	1	张性	泥质充填	
6	340°	250°	85°	28	0.3	1	张性	泥质充填	
7	335°	65°	76°	101	0.2	1	张性	裂隙面不平,泥质充填	
8	45°	135°	30°	40	0.1	2	剪切	裂隙面平直	
9	335°	245°	68°	15	0.15	1	剪切	裂隙面平面,有铁锈	
10	330°	60°	62°	70	0.1	1	剪切	裂隙面平面,有铁锈	
11	276°	186°	41°	30	0.1	1	张性	裂隙面呈锯齿状	
12	55°	145°	61°	28	0.1	1	剪切	裂隙面平直	
13	80°	350°	41°	53	0.2	2	张性	有方解石充填	
14	18°	288°	42°	20	0.2	1	张性	有方解石充填	
15	66°	156°	33°	21	0.1	3	剪切	裂隙面光滑	
16	6°	276°	25°	30	0.2	1	剪切		
17	71°	161°	75°	30	0.1	6	剪切		
18	85°	175°	49°	60	0.15	1	张性		
19	292°	202°	80°	18	0.15	1	张性		
20	19°	289°	52°	24	0.2	1	剪切		

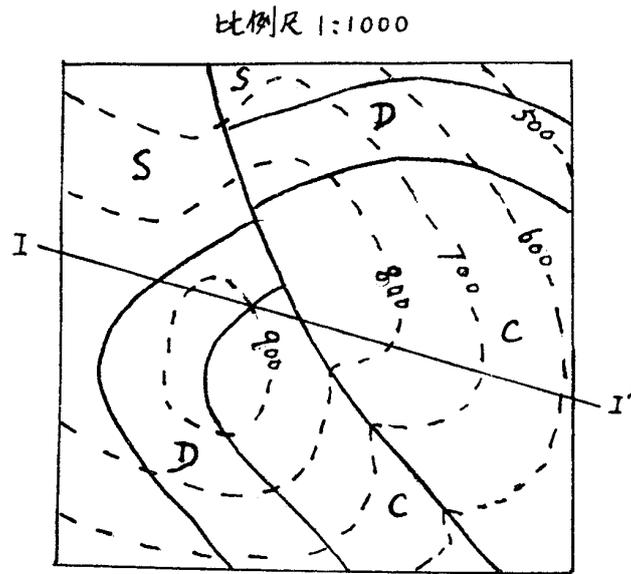
续 杏花峪水库坝址裂隙统计表

序	裂隙产状			长度 (cm)	宽度 (cm)	系 数	裂隙 力学 属性	裂隙面情况、充填特征	备注
	走向	倾向	倾角						
21	336°	246°	85°	15	0.1	1	剪切	裂隙面上有擦痕	1M ²
22	38°	128°	59°	30	0.15	1	剪切	裂隙面上有铁质薄膜	
23	37°	127°	53°	20	0.15	2	剪切		
24	27°	297°	52°	20	0.1	1	剪切		
25	28°	298°	57°	19	0.15	1	剪切		
26	28°	118°	55°	34	0.1	1	剪切		
27	76°	166°	56°	25	0.2	1	张性	泥质充填	
28	12°	282°	36°	22	0.1	3	剪切		
29	34°	124°	47°	32	0.15	1	剪切		
30	42°	132°	54°	19	0.15	2	剪切		

九、工程地质作业之五

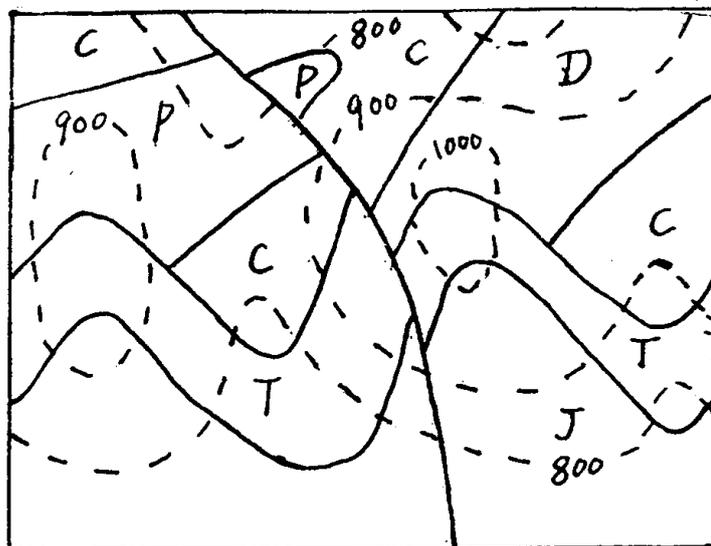
断层性质分析

- (一) 阅读并分析下列地质图，指出地质构造特征并判断其断层的性质，沿图中 I-I' 线绘制示意剖面图。



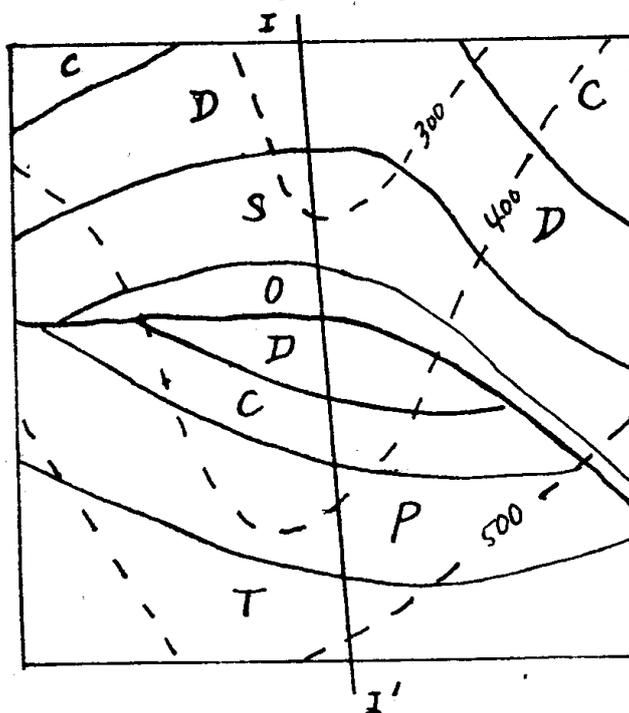
(二) 分析下图，说明地质构造特征（包括各时代地层产状，地质接触关系，断层证据，断层上、下盘位置及断层性质等—在分析图（B）时，可先沿图中 I-I'线绘制示意剖面图。

比例尺 1:1000



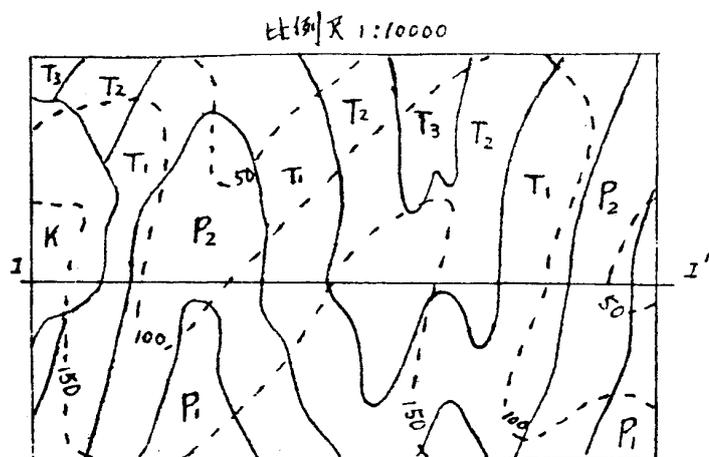
(A)

比例尺 1:1000

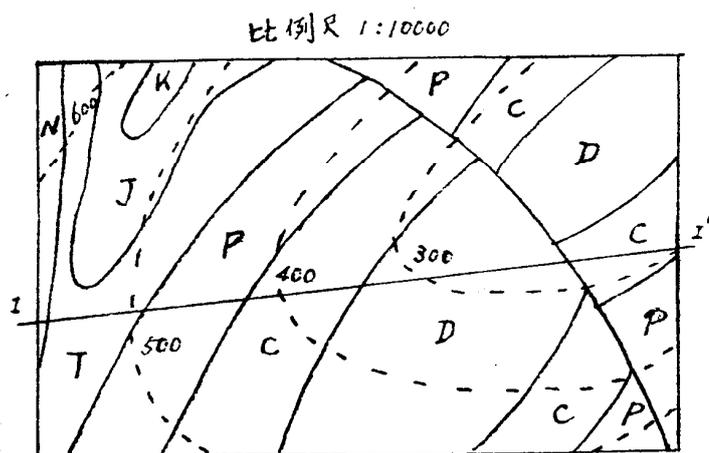


(B)

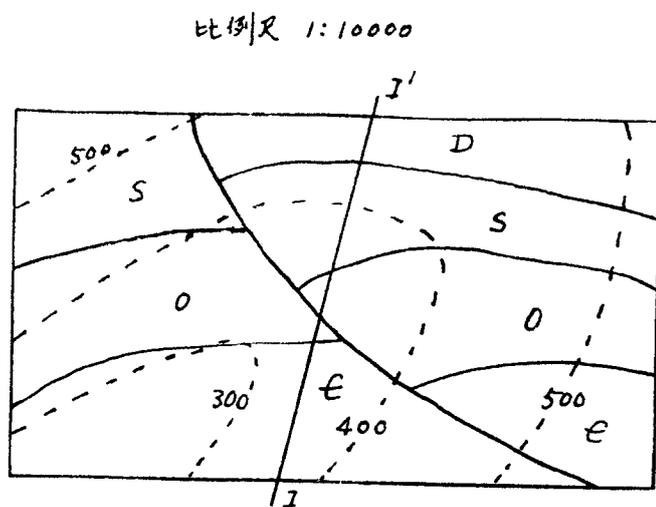
(三) 分析下列地形地质图中地质构造特征以及地层接触关系。并沿 I-I'剖面线绘出示意地质剖面图：



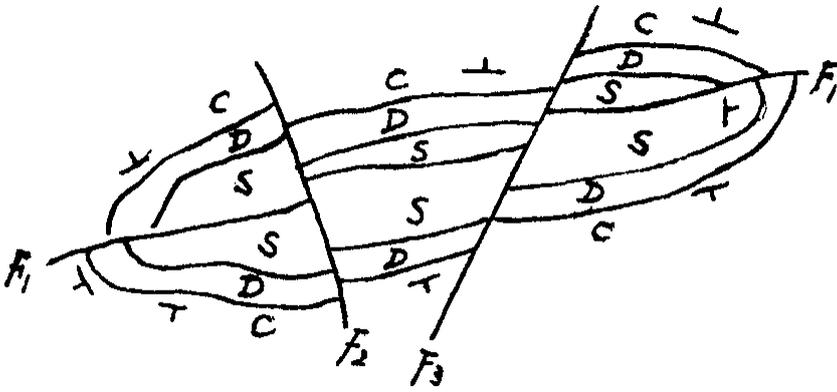
图九—(三)—(1)



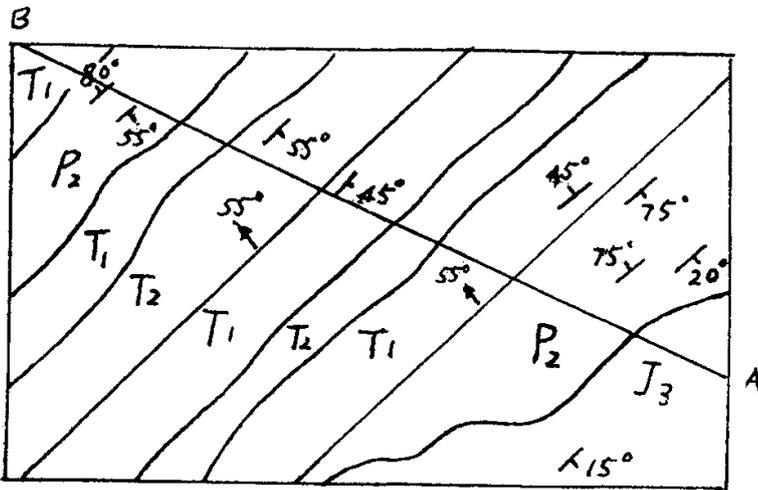
图九—(三)—(2)



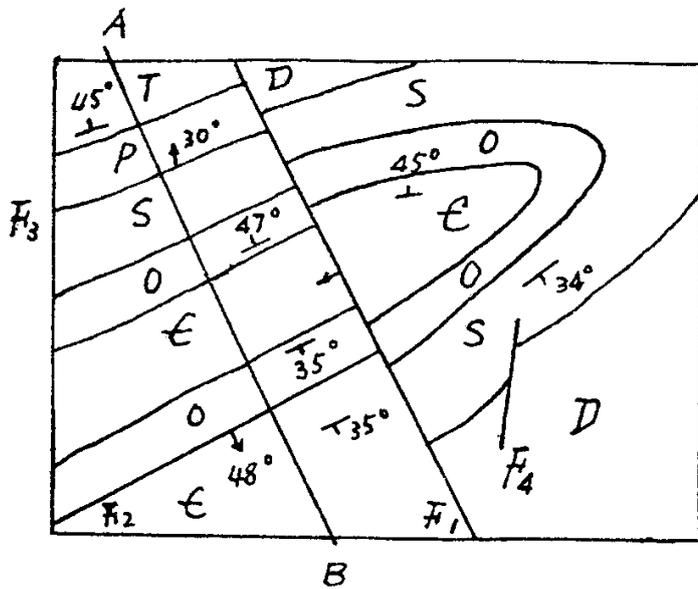
(四) 分析下面地质构造形态。



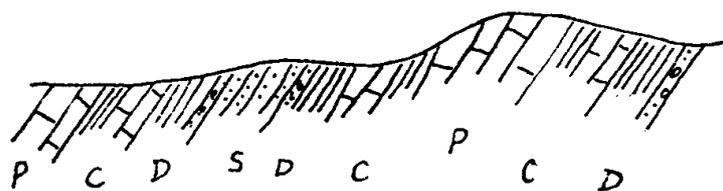
(五) 分析平面地质图构造形态性质，并按产状要素作示意剖面图。



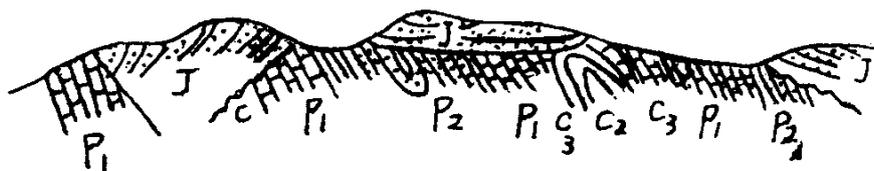
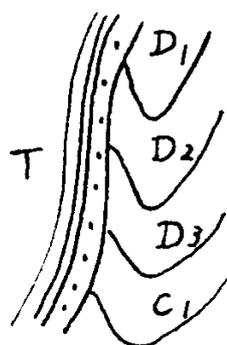
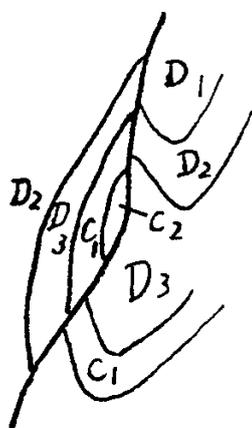
(六) 分析平面地质图（构造性质，地应力场）并按 AB 剖面线作剖面图。



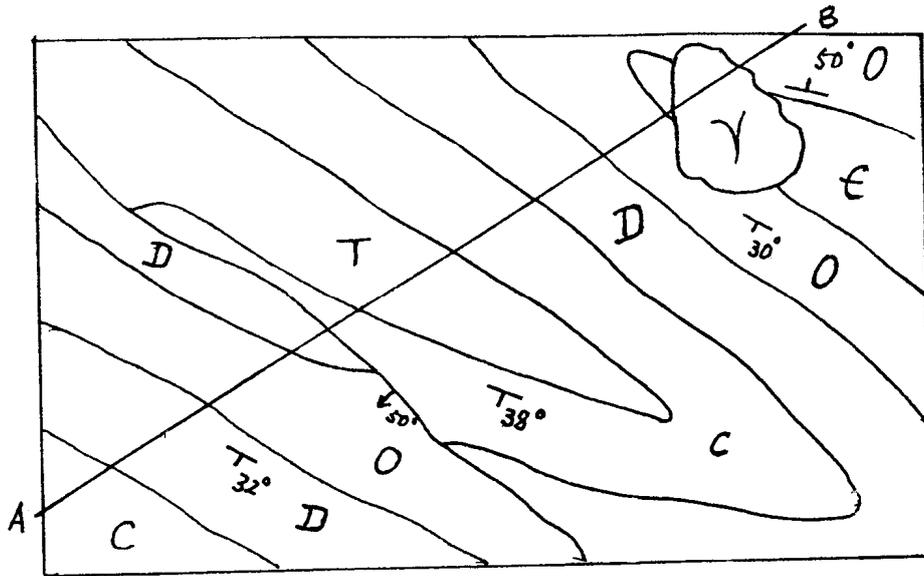
(七) 分析地层层序



(八) 分析接触关系



(九) 分析下列平面地质图中的几个问题：



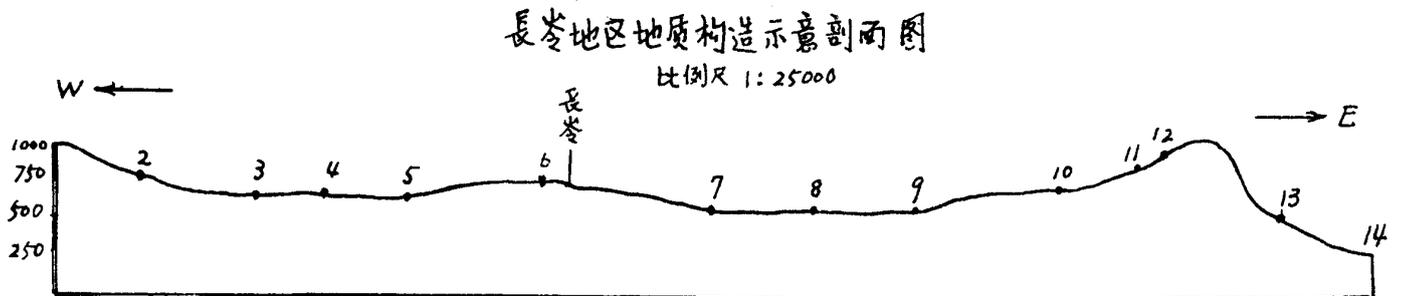
- 1、在图上画出褶皱轴部位置，并说明其类型；
- 2、指出各时代地层之间的接触关系；
- 3、确定断层性质；
- 4、沿 AB 剖面线画出示意剖面图；
- 5、试分析该区构造应力场。

十、工程地质作业之六

地质构造分析

根据下列图表资料：

点号	地表出露岩层代号	岩层倾向、倾角 侵入岩体的产状	断层性质、断层面 倾向倾角	侵入岩体 形成时代	
1	P	$W, < 40^\circ$	逆断层 E, $< 60^\circ$		
2	C	$W, < 40^\circ$			
3	O	$W, < 40^\circ$ $E, < 25^\circ$			
4	C	$E, < 25^\circ$			
5					
6					
7	P	$E, < 25^\circ$ $W, < 50^\circ$			
8	C	$W, < 50^\circ$			
9	O	$W, < 50^\circ$			三迭纪
10	γ	花岗岩 岩基			
11	J	$E, < 6^\circ$			
12	λ	辉绿岩 岩墙			白垩
13	J	$E, < 6^\circ$			
14	γ	花岗岩 岩基			三叠纪



填绘“长岭地区地质构造示意剖面图”，画出地层界线，褶皱、断层、不整合及侵入岩体，具体要求是：

- 1) 地层产状按上表列数字，地层界线用实线画出。
- 2) 断层用红线画出，在红线两侧用箭头表示两盘相对位移情况。
- 3) 侵入岩体除注明岩性代号外，并注意 γ 和 λ 岩体的穿插关系。
- 4) 画褶皱构造时，以 C 层为标准层。褶皱被剥蚀部分，用点线示意恢复剥蚀前的形态。
- 5) 填满整个图幅，进行必要的整饰。

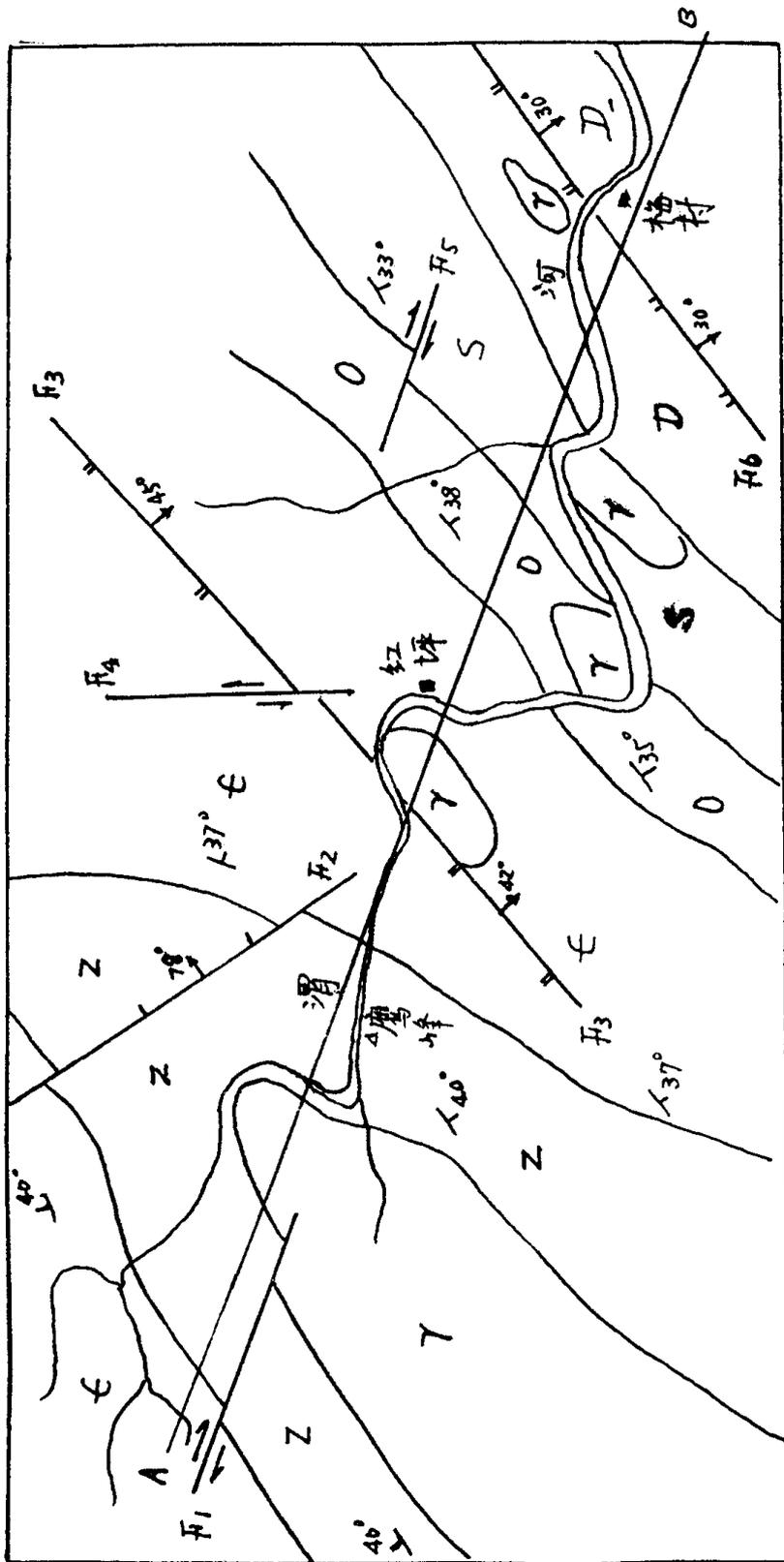
十一、工程地质作业之七

地质构造综合分析

分析“红坪地区地质构造略图”，要求就以下方面编写简要分析报告。

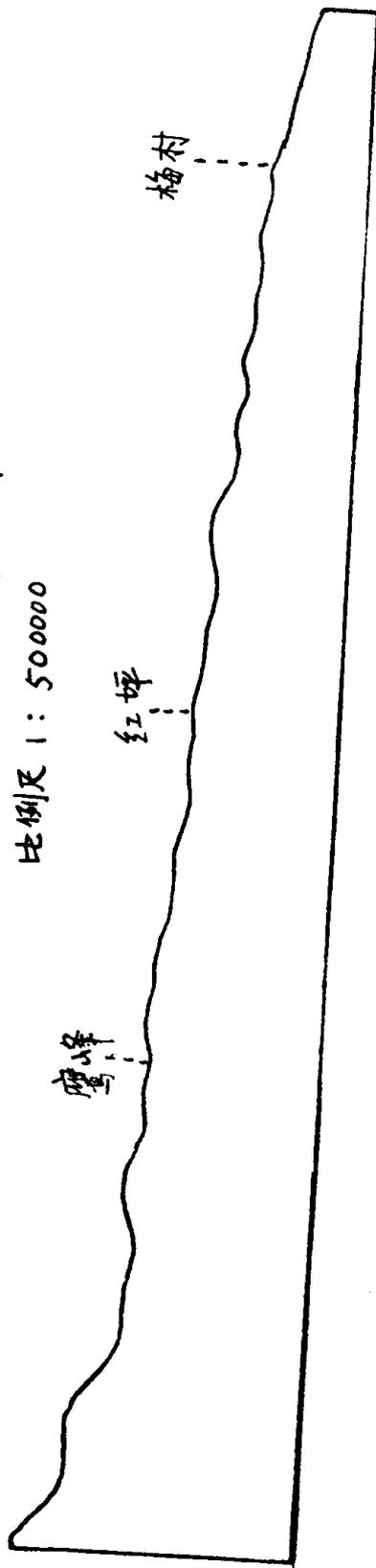
- 1) 图区各地质时代岩层间的接触关系。
- 2) 新老地层的分布特点和产状,反映了图区内存在何种形式的褶皱构造? 其轴向如何?
- 3) 根据断层线的空间展布及两侧地层界线特征,分析断层性质。
- 4) 从花岗岩出露形态特征、规模大小、与围岩间的接触关系,确定其产状,与褶皱构造间的关系。
- 5) 根据上述地层产状、褶皱、断层的分布情况,简要分析本地区的地质构造应力场,指出最大主应力方向及断层与应力场的相互关系。
- 6) 填绘 A—B 方向的地质构造示意剖面图,将图中 A—B 沿线的地质条件、包括地层、褶皱、断层、侵入岩体的分布及其产状特征,按实际情况,示意性的填绘在地形剖面图中。

比例尺 1:500000



红坪地区 A-B 地质构造剖面图

比例尺 1:50000



十二、工程地质作业之八

水文地质条件分析

(一) 水文地质图作业

根据所给地形图（1：100）及水文地质资料绘出潜水等水位线图，O₁—O₅ 水文地质剖面图，O₁ 点潜水流向及平均水力坡度，河水与潜水之间补给关系和沼泽区范围。

1、水文地质点资料

类别	编号	1	2	3	4	5	6	7
	数据							
泉	地面高程	104	102	102	100	100	99.55	99.55
	水面高程	104.01	102.01	102.01	100.01	100.01	99.56	99.56
钻孔	地面高程	117.40	108.90	104	101	105		
	水面埋深	5.40	2.90	2.00	3.00	11.00		
试坑	地面高程	106.20	103	99.55	100.50			
	水面埋深	0.2	1.00	0.55	1.50			
水井	地面高程	112.50	105.00	102.80	102.00			
	水面埋深	4.50	3.00	2.80	2.00			

A 点河水水位高程为 99.50，河底高程为 98.50，河水面宽为 40 米。

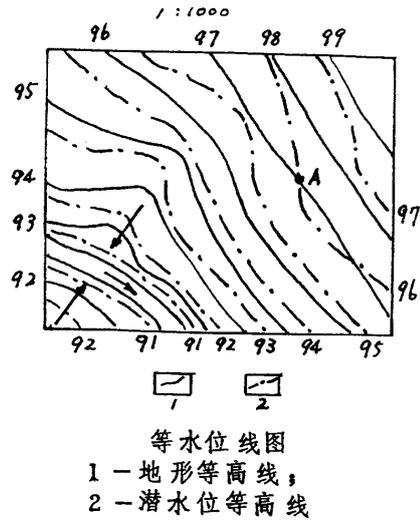
2. 沿 O₁—O₅ 剖面孔（井）地质资料：

孔（井）号	O ₁	O ₁	O ₁	# ₄	O ₁	O ₅
地面高程	117.40	108.90	104.00	102.00	101.00	105.00
	117.40 ~ 112.00 为砂土 112.00~ 110.00 为砂壤土 以下为石英岩层	108.00 ~ 105.00 为砂土 105.00~ 103.00 为砂壤土 以下为石英岩层	104.00 ~ 103.00 为砂卵石 103.00~ 100.00 为砂土 100.00~ 98.00 为砂壤土 以下为石英岩层	102.00 ~ 98.60 为砂卵石 98.60~ 97.00 为砂土 97.00~ 96.00 为砂壤土 96.00 为砂壤土 以下为石英岩层	101.00 ~ 97.00 为砂卵石 97.00~ 96.00 为砂土 96.00~ 95.00 为砂壤土 95.00 为砂壤土 以下为石英岩层	105.00 ~ 98.00 为砂卵石 98.00~ 95.00 为砂土 95.00~ 93.00 为砂壤土 以下为石英岩层

3、几点说明：

- 1) 图、表中高程皆为米。
- 2) 先将各水文地质点的潜水水位（分子）和潜水埋深（分母）标示在近旁。
- 3) 尽量多用水文地质点构成三角形以内插潜水水位点便于联潜水等水位线。
- 4) 取潜水各等水位线高程差为 2 米。
- 5) 剖面图水平比例尺用 1：100，垂直比例尺取 1：200。

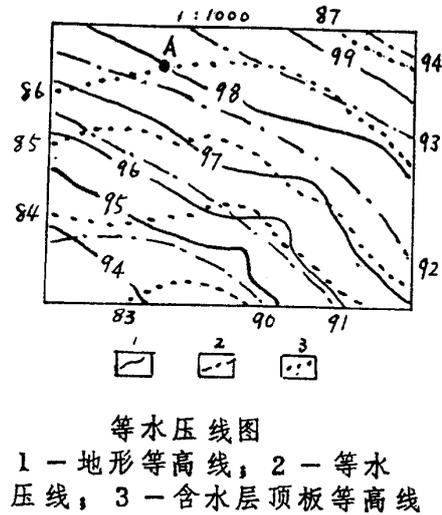
(二) 地下水等水位线图的阅读与分析:



分析右图:

- 1) 确定潜水的流向;
- 2) 确定潜水的水力坡度 I , 即图中各有代表性地段的水力坡度;
- 3) 分析潜水与地表水的相互关系;
- 4) 确定 A 点埋藏深度
- 5) 分析潜水面与地形的关系;

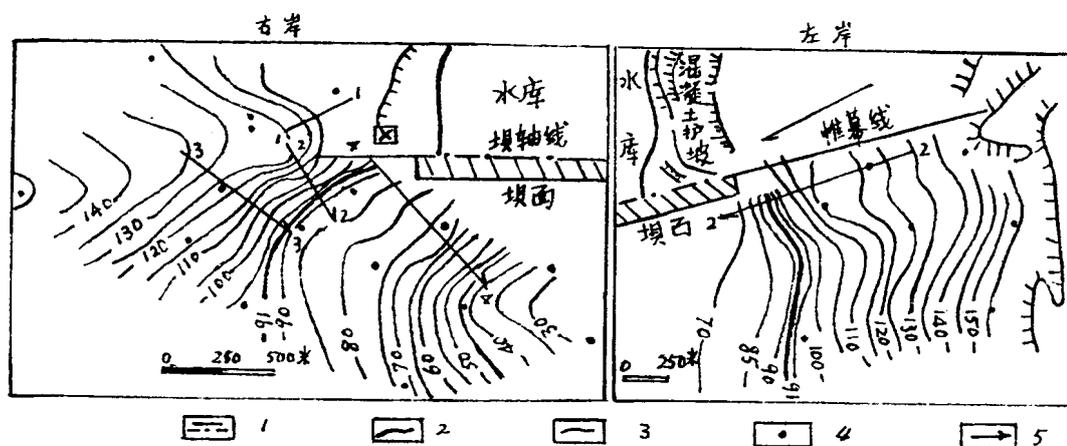
(三) 承压水等水压线图的分析



分析右图:

- 1) 承压水与地形条件, 地质构造的关系;
- 2) 承压水的流向;
- 3) 承压水的水力坡度 I , 即图中有代表性地段的水力坡度;
- 4) 确定 A 点埋藏深度, 水头大小和承压水位距地表深度。

(四) 分析新安江大坝左、右坝头地下水面的特征，并判断当水库潜水至 91 米高程时，有无绕坝渗漏的可能并说明原因。



新安江坝区水库蓄水后地下水等水位线示意图

- 1 - 帷幕线和坝轴线；
- 2 - 等于库水位的地下水等水位线；
- 3 - 等水位线；
- 4 - 观测孔；
- 5 - 地下水流向。

(提示：当地下水等水位线与水为库、地表水体边界线即库边线相交时，易产生渗漏)。

十三、工程地质作业之九

赤平投影分析

赤平投影在工程地质工作中已有广泛的应用。如构造地质方面，它可以直接用图解法表示出任一结构面——地层层面、裂隙面、片理面、断层面、不整合面等的产状要素（走向、倾向、倾角），也可以表示两组或多组结构面相交后交线的倾向和倾角。在水工设计中用数学方法确定地质结构面与坝基、坝肩、岩石边坡、隧洞、地下厂房的顶棚或侧壁间的关系，进行稳定分析计算是很繁杂的，若采用赤平的投影方法，则可使问题的解决大为简化。

本次作业目的在于复习赤平投影原理，并学习最基本的作图方法，为今后应用这方面的地质资料打下基础。

（一）作结构面产状的赤平投影：

（1）一断层的产状为走向 $NE30^\circ$ 、倾向 $SE120^\circ$ ，倾角 40° ，试用吴氏网作出它的赤平投影图。

（2）一个裂隙面产状为走向 $NW320^\circ$ ，倾向 SW ，倾角 30° ，试用吴氏网作出它的赤平投影图。

（二）作两组结构面交线的赤平投影：

已知两组裂隙面的产状分别为走向 $NE20^\circ$ 、倾向 $NW290^\circ$ 、倾角 60° 和走向 $NW320^\circ$ 、倾向 $NE50^\circ$ 、倾角 40° 。求它们的交线及其产状。

十四、工程地质作业之十

岩质边坡稳定分析

一、已知结构面产状：

1) NW 300°, SW, $\angle 40^\circ$

2) NE 15°, SE $\angle 30^\circ$

坡面产状：

1) 人工边坡产状：NE 70°, SE $\angle 70^\circ$

2) 天然边坡产状：NE 70°, SE $\angle 50^\circ$

用赤平投影法确定边坡岩体是否稳定？

二、根据某坝址简要的地质资料，论证两岸坝肩处岩石边坡的稳定条件。

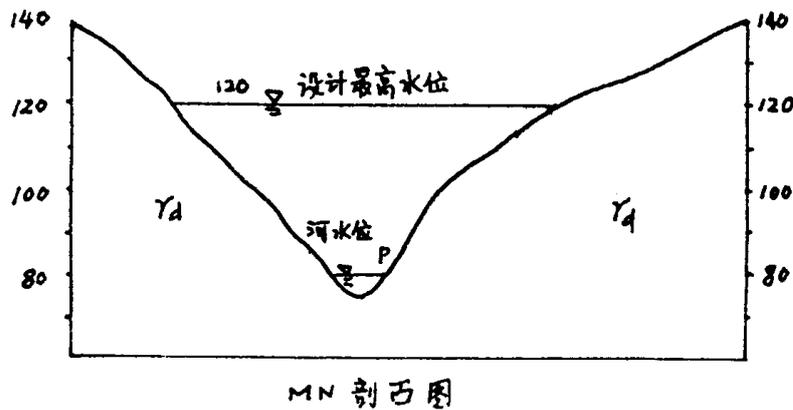
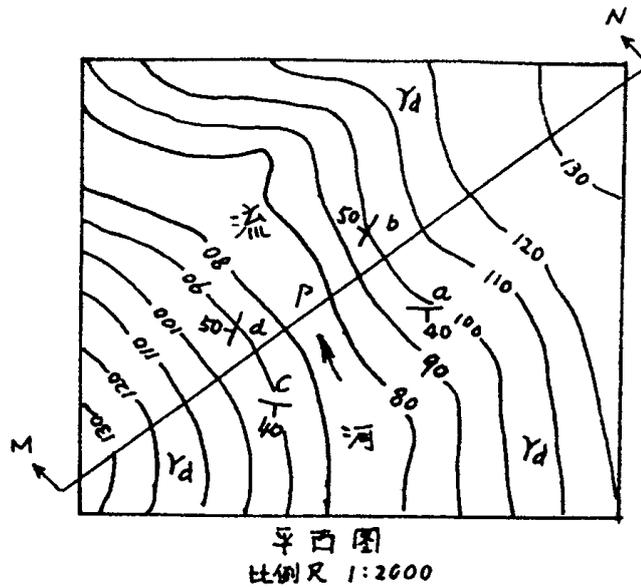
简要地质资料：该坝址由花岗闪长岩 (γ_d) 组成，地形地质概况如下图所示，岩体中裂隙发育，贯穿性强，常有次生粘土质充填，主要裂隙组产状及岩石抗剪强度指标分别列于下表：

坝址两岸主要结构面产状

位置	岸 坡			主 要 裂 隙 组			
	走向	倾向	平均坡角	测点	产 状		
					走向	倾向	倾角
右岸	NW335°	SW	45°	a	SE95°	SW	40°
				b	NE25°	NW	50°
左岸	NW330°	NE	50°	c	SE100°	SW	40°
				d	NE30°	NW	50°

岩石力学性质表

岩石状态	内摩擦角 ϕ	内聚力 c kg/cm ²	容重 γ T/M ³
天然含水量	27°	0.15	2.60
饱和含水量	22.5°	0.10	2.65



坝址地质地形简图

二、分析步骤:

- 1、分析两岸裂隙组和岸坡的关系，分别绘制两岸裂隙组和岸坡的赤平投影图，求出裂隙组交线的产状。
- 2、根据赤平投影图分析两岸坝肩边坡的稳定性。
- 3、在图中初拟坝轴线（MN）剖面上 P 点处绘出右岸裂隙组的交线（视其为可能滑动面），并从图上量取设计最高水位时水边点到交线的铅直高度（即为岩坡高度）。
- 4、计算边坡的稳定系数。
- 5、考虑地震及水库蓄水后地质条件变化的影响，取 $K=1.3$ ，计算相应的岩坡极限稳定向度（用饱和含水量时的指标计算）确定最大削坡深度。
- 6、简要小结。

十五、工程地质作业之十一

水工隧洞工程地质分析

一、(一) 基本地质资料：地层为泥盆系黄绿色砂岩 (D_3-S_5) 及绿色石英砂岩 (D_2-S_5) 如下图所示，中厚层状，岩性坚硬，强度较高。岩层呈单斜构造，产状为 $NE40^\circ, NW, \angle 30^\circ$ (剖面方向上的视倾角 $\alpha=26^\circ$)，层间有一软弱夹层 (页岩 sh)，如 BI 及 DC，厚 5-10cm。岩体被断层 f_1 及 f_2 切割。岩石主要物理力学性质指标如下：

容重 $\gamma=2.65$ 吨/立方米 (D_3-S_5 层)

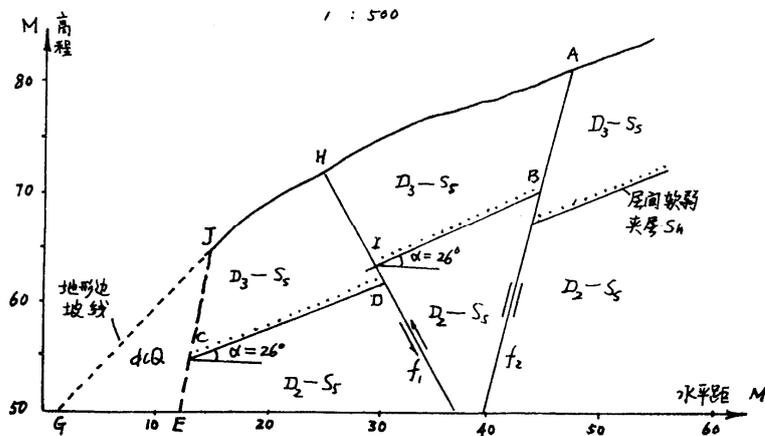
内摩擦角 $\phi=22^\circ$ (sh 层)

内聚力 $c=0.15$ 公斤/平方厘米 (sh 层)

隧洞进口处地形坡角为 48° ，且有坡积堆积物(d/Q)，基岩边坡为 80° 。

(二) 分析内容：

1) 当将原地形剖面 AHJG 开挖成 AHJCE (即清除坡积层) 后，影响隧洞进口的主要结构面有那些 (指出滑出面、切割面和临空面)。



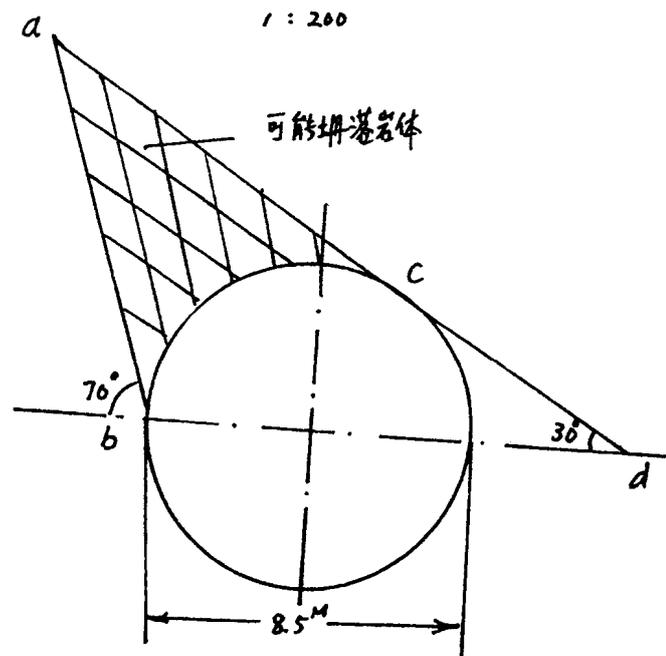
- 2) 设 DC 为滑动面， f_1 断层为切割面，HJC 为临空面，岩体 HDCJ 的稳定性如何？
- 3) 分析当岩体 HDCJ 失稳时岩体 ABIH 的稳定性 (设 BI 为该岩体的滑动面，HD 为临空面，AB 为切割面)。
- 4) 若从 E 点开挖进洞，存在哪些工程地质问题？应采取什么工程措施。

二、隧洞洞身山岩压力的估算

1、基本地质资料：

在石英砂岩中有三组裂隙，其中一组垂直于隧洞线，另外两组倾向相近，倾角不同，走向与隧洞轴线近于平行，它们之间的组合关系如下图所示。

ab 裂缝面的摩擦系数 $\text{tg}\phi=0.6$ ，岩石容重 $\gamma=2.65$ 吨/立方米。



垂直隧洞轴线剖面图

2、用岩体结构分析法估算山岩压力。

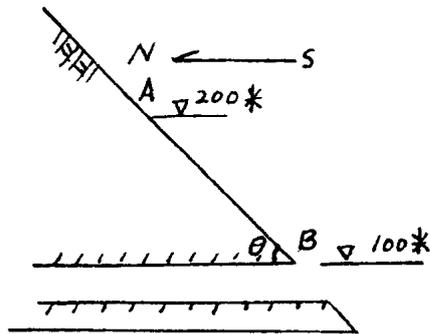
已知设计洞径为 8.5 米，求可能坍塌体 abc 所形成的山岩压力。（提示，洞隧洞轴线方向取单位长度岩体进行分析计算。计算时视 ac 为切割面——裂隙面上的抗拉及抗剪强度均不计，bc 为临空面，ab 为滑动面）。

十六、工程地质作业之十二

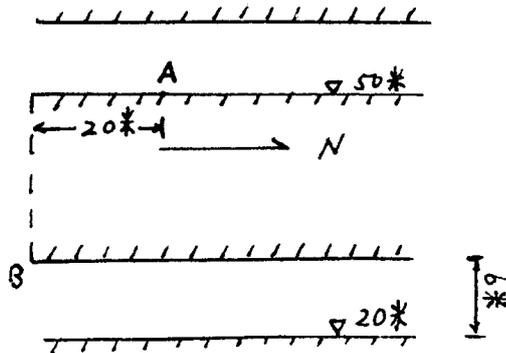
工程地质计算

1、在山坡 200 米高程 A 处，测得断层破碎带顶面的产状要素为：

走向 S120°E，倾向 SW，倾角 60°。现从山脚高程为 100 米 B 点处，沿正北方向开挖一隧洞，问从洞口掘进多少米就会遇到此断层破碎带出露？（山坡的平均坡角 $\theta=30^\circ$ ，设此断层破碎带顶面产状在此深度内基本保持不变）。



2、在岩质岸坡（边坡）50 米高程处，已有一南北向输水隧洞，开挖时已发现距南洞口 20 米的洞底 A 点有 F_1 断层通过，其走向 N300°W，倾向 NE，倾角 30°。现为增加输水量，拟在此输水隧洞垂直向下的 20 米高程（洞底）处再开挖一条直径 6 米的输水隧洞，问此 F_1 断层将在距此洞顶 B 点多少米处的洞顶又出现？（设此范围内 F_1 的产状要素基本不变）。



3、在评价岩体好坏的质量指标方法中，有一种“RQD”方法，其表达式是：

$$RQD(\%) = \frac{L_p}{L_f} \times 100$$

式中—RQD—岩石质量指标；

L_p —钻孔通过研究岩体，所得柱状岩心单块长度大于 10cm 的岩心总长度；

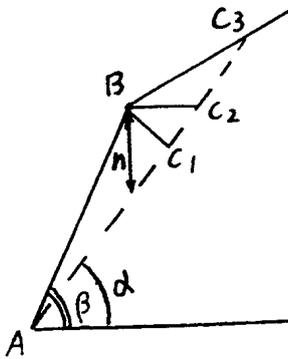
L_f —该段钻孔进尺总长度。

按 RQD 值大小，将岩体质量划分五类；

岩体质量	好岩体	较好岩体	中等岩体	较坏岩体	坏岩体
RQD (%)	>90	75-90	50-75	25-50	<25

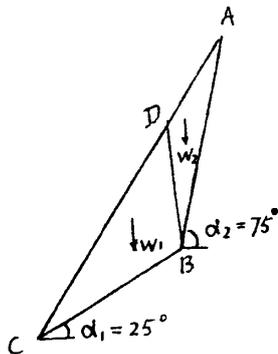
现若已知某输水洞轴线上所有钻孔的 L_p 在 72~64 米范围内变化，各钻孔在所研究岩体内的总进尺皆相同为 80 米，求此输水洞所通过的岩体的质量评价指标和岩体的质量。

4、如右图所示，当三个三角形 $\triangle ABC_1$ 、 $\triangle ABC_2$ 、 $\triangle ABC_3$ 所构成的岩质岸坡（边坡）其高 h 相同时，证明若软弱滑动面倾角 α 和岩质岸坡（边坡） β 一定，则三个边坡的安全系数相同。



5、1976 年 8 月 16 日，四川省松潘地区发生了 $M=7.2$ 级的强烈地震。在烈度 8° 区有一山体发生了滑坡。此山体由志留系含碳的硅质板岩组成。滑坡体调查后简化如左图所示：

$\triangle ABC$ ，AB 为一条南北张性断破碎带。滑坡体本身岩石较破碎，产状要素难以测量。滑坡体可分为两部分， $\triangle ABC$ ，单位长度重量 $W_1=124875$ 吨/米 $\alpha_1=25^\circ$ ； $\triangle DBA$ ，单位长度重量 $W_2=62625$ 吨/米， $\alpha_2=75^\circ$ 。由于滑动面基本上由岩屑碎粒组成，可认为滑动面上粘结力 $C=0$ ，地下水则处于随时排走的疏干状态，因而不考虑地下水的作用。若 $f=0.3$ ，试计算滑坡体的安全系数是多少？



野外地质认识实习（1、庙岭地区；2、大连金石滩海岸带）

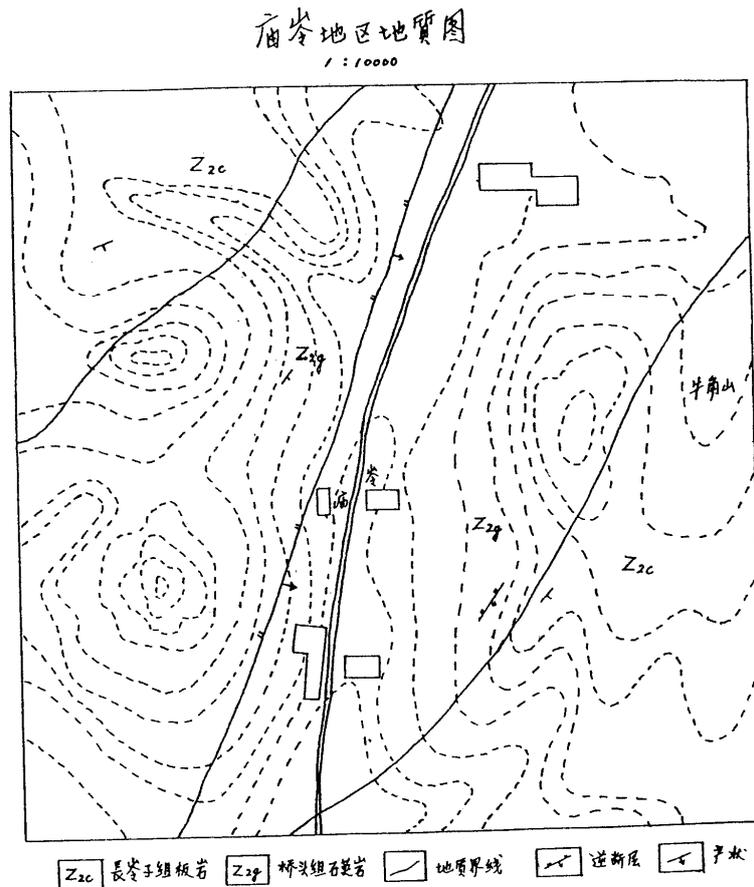
一、目的：

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地质构造，考察海岸带海蚀地貌现象，，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，地质构造特征（地层产状、地质构造类型、断层、褶皱、海岸侵蚀地貌、斜坡地质结构、地质灾害等）。

附庙岭地区地质图一份。



三、大连金石滩地质认识实习路线概况

实习区所处地质构造及实习地质图如下图所示。

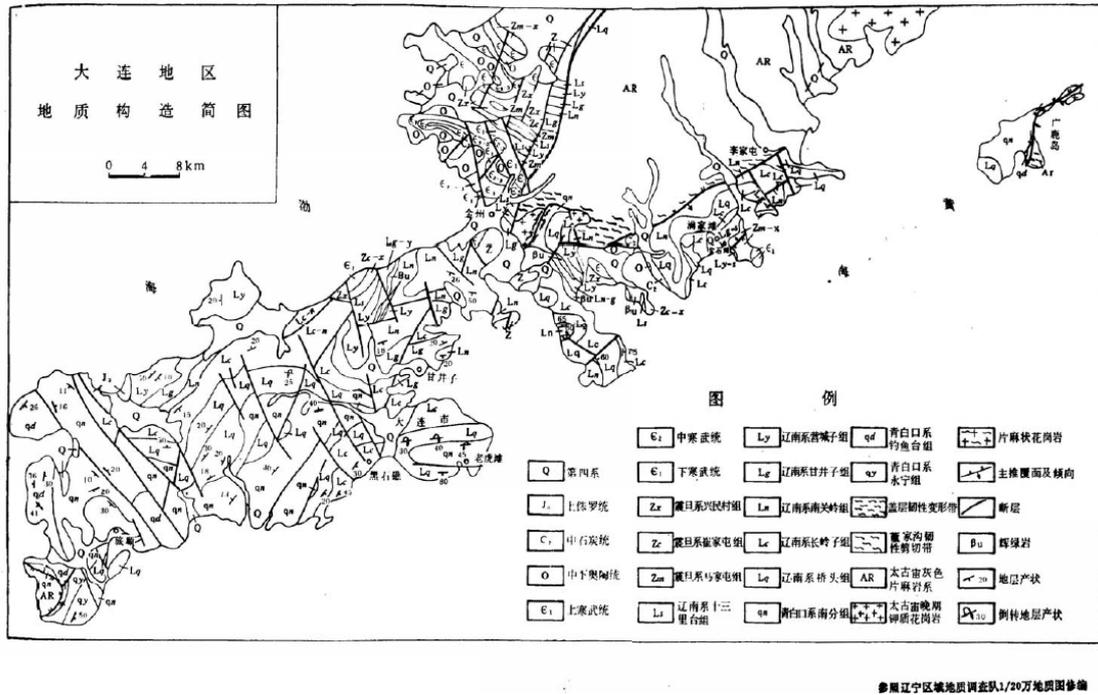


图 3-1 实习区地质构造图

实习区共设多条考察路线，考虑到初学者的实际情况，着重考察杜娟谷沉积岩路线，力求内容全面、完整、顺序合理连贯。路线中突出—、两个重点内容（主要教学内容），同时兼顾介绍非重点的典型现象（辅助教学内容）。在内容介绍之前备有考察路线的地理、地质特征和考察所涉及的有关基础地质知识（DVD）；路线中设有若干个教学观察点，并有观察要点与方法提示。以旅游观光或某些地质考察为目的的读者，可参照考察路线内容，按实际需要酌情选择或取舍。

杜娟谷沉积岩路线

路线位于龙宫奇景区的镇海神针—七仙洞景点之间，以杜鹃谷口为界分为东、西两段。观察内容位于海蚀崖根部，三处教学地点共标有 10 个教学编号的观察点（图 III—1—1 的①—⑩），路线全长 350m。

杜鹃谷口西侧有石阶小路通向望海楼。登楼可纵观波澜壮阔大海所环抱的金石滩半岛全貌。望海楼所在高地是阅读地形图的理想位置。路线东段受潮水影响较大，终点七仙洞有小路直通崖顶公路。

1. 路线性质

本路线出露的地层有兴民村组灰岩，葛屯组砂岩及大林子组下部砂岩。杜鹃谷呈 NNE 向延伸的断层，是东、西两段的分界，其两侧的构造样式与形变特征有所不同。西段主要发育一倒转向斜和一个倒转背斜。其枢纽走向 NNE，轴面向西倾，轴面劈理发育。向斜和背斜之间发育一条走向 NNE 的逆断层，沿断层有辉绿岩墙充填。东段由两个近 EW 向宽缓的背斜和两个复杂的紧闭向斜相间构成箱式褶皱组合，在其东端七仙洞向斜核部有辉绿岩出露，层间滑动现象在本路线上普遍发育。

本路线陆源碎屑岩和碳酸盐岩岩类较多，许多原生沉积构造保存完好，是一条理想的沉

积岩教学路线。

葛屯组和兴民村组之间的接触关系，是长期争论的重大地质问题，路线东端较清楚地显露了二者的关系。据目前的研究，认为二者之间为平行不整合。

路线上海蚀崖、沙砾滩发育，也是进行滨海带地质作用教学的良好场所（见图 III—1—1）。

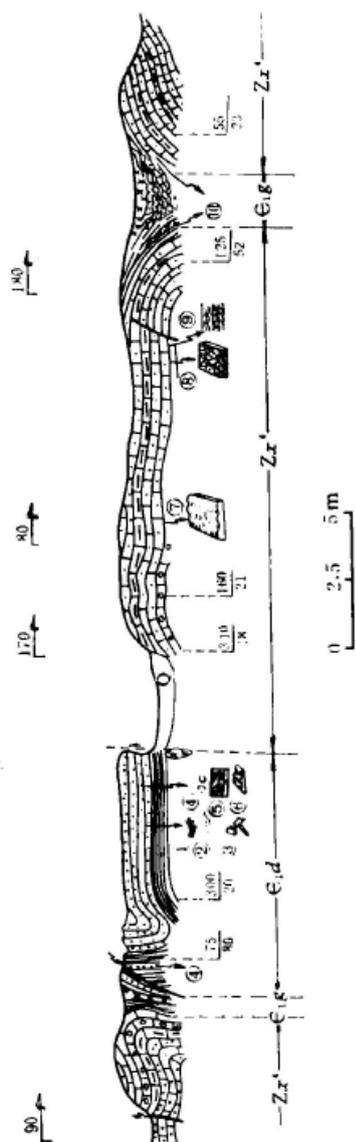


图 III—1—1 杜鵑谷地质考察路线剖面图

2. 有关基础知识

(1) 最常见的沉积岩类型 陆源碎屑岩和内源岩是两种主要的沉积岩类型，二者区别在于物质来源不同。组成陆源碎屑岩的物质是大陆上原有的岩石（包括三大岩类）经风化、剥蚀、搬运带到沉积区来的；内源岩的物质是在原沉积区内，主要由生物作用或生物整体所提供的。内源岩中石灰岩分布最广，其中内碎屑灰岩在野外最为多见。碎屑灰岩在粒级、结构、构造及成因机理方面与陆源碎屑岩有很多相似之处，由碎屑物和胶结物两部分组成，因此二者的结构分类相似，见如下表 III—1—1。

表 III—1—1

岩石类型 粒级 (mm)	陆源碎屑岩		内碎屑灰岩
>2 (>2 ¹)	砾 岩		砾屑灰岩
2—0.5 (2 ¹ —2 ⁻¹)	粗 粒	砂 岩	砂屑灰岩
0.5—0.25 (2 ⁻¹ —2 ⁻²)	中 粒		
0.25—0.063 (2 ⁻² —2 ⁻⁴)	细 粒		
0.063—0.0039 (2 ⁻⁴ —2 ⁻⁸)	粉 砂 岩		粉屑灰岩
<0.0039 (<2 ⁻⁸)	泥 岩		泥晶灰岩

按岩石碎屑成分不同还可进一步分类，如砂岩可分为石英砂岩（石英>95%）、长石砂岩（长石>25%）、长石石英砂岩（长石 5—25%）。碳酸盐类岩石根据方解石—白云石或粘土矿物之间的含量比可进一步划分，为灰岩（方解石>90%）、白云质灰岩或泥灰岩（方解石 50—75%）、灰质白云岩或灰质泥岩（方解石 25—50%）、白云岩或泥岩（方解石<10%）。

（2）碎屑岩的结构 碎屑结构是碎屑岩的主要结构，是指碎屑颗粒本身特点（包括粒度、圆度、球度、形态等）、胶结物的特点及它们之间的关系。

碎屑颗粒形态包括圆度、球度和形状。圆度是指颗粒的棱角被磨圆的程度。分为棱角状、次棱角状、次圆状、圆状四种（图 III—1—2）。球度是指颗粒接近正球体的程度，它主要取决于颗粒三度空间的形态，即 A、B、C 三个轴的比例（A 轴代表颗粒最大扁平面上的最大直径；B 轴是最大扁平面上垂直 A 轴的最大直径；C 轴代表垂直于最大扁平面的最长直径）。

球度大小常用球度系数（ ϕ ）表示：
$$F = \sqrt[3]{\frac{BC}{A^2}}$$
。最大球度值等于一，最小值近于零。球

度变化见图 III—1—2。

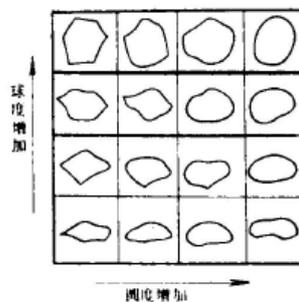


图 III—1—2 碎屑的圆度和球度

碎屑颗粒的圆度，球度和形状特征与矿物的结晶习性、解理、硬度、颗粒大小及介质条件有关。在这些特征中圆度最重要，它反映了颗粒的经历和改造程度；它受搬运方式和距离，搬运时间的长短，以及介质的性质和动力条件等控制。通常风积物碎屑颗粒的圆度和球度都

较高，滨海碎屑沉积物的球度一般低于河流的碎屑沉积物。

分选性是指颗粒相对大小的差异程度，它也是碎屑结构的重要特征之一。颗粒大小趋向一致表明分选好，反之，大小混杂，表明分选差。

(3) 主要的层理类型及特征 层理是指由沉积物的成分、结构和颜色等在垂直层面向上所显示的成层现象。层理是反映沉积岩形成时的水动力条件、物源供给情况和沉积环境的重要标志。

细层是层理的最小组成单位，其成为较均一，厚度一般以毫米或厘米计算，成分上有一定的均一性。常见的层理类型与可能的形成环境见下表 III—1—2。

通过对层理类型的研究，可以了解沉积物沉积时的介质流动方向、强度及深度。层理是分析沉积环境的重要标志。各种沉积环境的沉积物都有其一定的层理类型，但大多数层理可以出现在不同的环境中，因此，对沉积环境的确定必须结合其它成因标志进行综合分析。

(4) 常见的层面构造 沉积岩层与层的界面称为层面。它是一种反映物理化学条件变化的原始沉积表面，通常在人或自然力作用下易剥离开。现将一些常见层面构造简要介绍如下：

波痕 波痕是沉积岩层面上一种像波浪一样的起伏现象。它是在水或风的作用下，沉积物表层沙在迁移过程中所形成的，是一种重要的环境标志。它与波浪一样，用波峰、波谷、波高 (H) 和波长 (L) 进行描述和形容规模大小。根据波痕剖面形态可划分为对称波痕和不对称波痕。不对称波痕陡坡倾向与介质运动方向一致。波峰的连线称为脊线，常见脊线可以是直线，也可以是弯曲的链状或新月形，它们是水深和流速的标志。

干裂 干裂是未固结的沉积物露出水面，遭受曝晒或风干，脱水收缩裂开所形成的裂缝，常见于泥质、粉砂质及碳酸盐类岩石中。干裂的层面上呈网格状，类似龟脊纹（俗称龟裂）。其断面呈尖深的 V 字形，尖端指向下层面。干裂常在河漫滩，潮坪及浅滩等环境的沉积物中出现。

表 III—1—2

层理类型	特 征	水动力	形成环境
水平层理	细层平直，彼此平行，一般见于粉砂—泥岩中	弱	河流、湖泊、三角洲、潮坪、滨海、深海
平行层理	细层平直，彼此平行，见于粗砂岩中	强	
波状层理	细层波状起伏，常见于粉砂、泥质岩中	较弱	河流、泻湖、三角洲、潮坪
交错层理	细层彼此斜交，在砂岩、粉砂岩中常见	较弱—较强	河流、湖泊、三角洲、滨海、潮坪、浅海
透镜状层理	泥岩中小透镜体由细砂组成，具斜层理	较弱	潮坪
递变层理	同一岩层内碎屑颗粒粒度由下向上逐渐变细	较强高密度流	浅海、深海、浊流、冲积扇

食盐假晶 食盐假晶是一种代表干旱或蒸发环境的原生沉积构造。其成因是沉积物中在高盐度条件下结晶的食盐晶体在上覆沉积层持续沉积和成岩过程中被溶蚀，其空间位置被其它物质充填或取代，因而外形上保留了食盐的立方体形态，但成分上与主体岩体相同。

冲刷面 冲刷面是位于岩层之间或内部的凹凸不平的界面。界面以上岩层常为粗碎屑岩，层理完整；界面以下一般为细碎屑岩或化学岩等，层理的细层常被这种界面所切割。冲刷面是由于水流速度加大（携带物质较粗）对已沉积下来的物质（细碎屑）发生再冲刷的结

果。它对指示沉积条件的变化，判断岩层顶、底面具有重要意义。

(5) 平行不整合和角度不整合接触关系 平行不整合接触关系也称假整合接触关系。它是由于地壳平缓抬升，发生沉积间断，并经风化剥蚀后，地壳再度下降，重新接受沉积而形成的。在野外地质剖面中，平行不整合界面上、下岩层产状基本一致，界面以上常有底砾岩（成分同下伏老岩层）、古风化壳及风化残余的褐铁矿、铝土矿等；上、下地层之间常存在明显的地层缺失，平行不整合上、下的岩相，古生物特征也表现出不连续性，二者岩性组合也有显著差别。如果地壳发生强烈褶皱、抬升，经风化剥蚀后再度下降接触沉积，则形成角度不整合。这种不整合上、下岩层产状不一致，其它特征同于平行不整合。

3. 教学内容

(1) 主要教学内容

- ①描述陆源碎屑岩、观察碳酸盐岩。
- ②识别层理、干裂、波痕、食盐假晶、冲刷面等原生沉积构造。
- ③观察地层的平行不整合接触关系。
- ④学习阅读地形图和使用罗盘定位的方法。

(2) 辅助教学内容

- ①参观倒转褶皱及断裂带。
- ②观察辉绿岩岩性及其产状特征。
- ③对比沉积岩和现代沉积物特征，领会“将今论古”的现实主义原则。

4. 教学点的内容与提示

(1) 杜鹃谷西侧陆源碎屑岩教学点

教学内容：

①观察沉积岩产状；了解岩层顶、底面及其意义，并测量单层厚度；认识剖面各岩层的组合关系（互层、夹层），并总结层序变化规律。

②认识各类层理及冲刷面构造，了解其地质意义。

③观察描述砂岩岩性特征。

④参观、认识食盐假晶、透镜状层理、小波痕等层理，层面构造。

⑤参观了解地层在褶皱变形中的产状变化，了解教学点在剖面上的构造部位；参观辉绿岩及产状特征。

提示：

①在野外区分三大岩类（沉积岩、岩浆岩、变质岩），在认识沉积岩时，应抓住沉积岩成层性的显著特征，并结合层理、层面构造及结构、成分，含生物化石等标志认真观测。

同一岩层由于其形成时的物理、化学和水动力条件相同，岩性上表现为均一性；层面是一个物理或化学界面，表现为上、下成分或粒度等结构、构造略有差异。测量岩层单层厚度时，首先应注意岩层产状。要测量同一岩层顶、底面（一般相当两个层面之间）之间的垂直距离。

②层理的观察主要在岩层断面上进行。最好选择两个以上近于直交的面，才便于准确描绘出层理类型。观测时还应注意细层形态，倾向、与层面关系等。

观察透镜状层理要注意与波状层理和构造透镜体相区别。透镜状层理小砂体的底部往往平直；上部呈弧形；内部有微细层理。层理与波痕通常是共生的。

③观察描述砂岩时，首先应区分碎屑颗粒与粒间的充填胶结物。其次应统计不同碎屑成分的含量（%），并确定粒度。在标本上确定粒度最简便可行的办法是，与野外记录本方格坐标纸上的方格对比确定。

沿途观察：

观察现代海滩沉积的特点，利用“将今论古”原理说明教学点所见的地质现象。

(2) 杜鹃谷东侧灰岩教学点

教学内容:

- ①描述砾屑灰岩; 观察波痕平面和剖面形态, 测量波痕要素 L、H, 估计古水流方向。
- ②认识砂屑、粉屑灰岩; 观察干裂的平剖面形态及分布规律。
- ③观察认识泥晶灰岩水平、波状、交错及变形层理。

提示:

①肉眼鉴定内碎屑灰岩宜在干净、平展的风化表面上进行。内碎屑颗粒通常磨圆较好, 砾屑常呈塑性变形; 粒间的泥晶充填胶结物的结构特征与粘土类似, 肉眼不易鉴别; 对砾屑与泥晶基质成分差别不大的内碎屑灰岩, 用水润湿后, 其砾屑轮廓会清楚显露出来。

②手标本上区别灰岩与白云岩通常采用滴盐酸(5%)的方法。主要由方解石组成的灰岩与稀盐酸反应剧烈起泡; 由白云石组成的白云岩几乎无反应; 二者之间的过渡类型, 可根据反应剧烈程度加以区别。此外, 碳酸盐类岩石的风化表面所呈现的溶蚀特征也可做为参考鉴别依据, 灰岩通常形成平滑的溶蚀表面; 而白云岩则常发育纵横交错的“刀砍痕”。

③观察干裂构造应注意沿层面的多角形裂缝(形如龟背纹), 每块多角形边缘微微凸起, 裂缝的断面呈上宽下窄的形态。可同现代干裂比较, 了解其地质意义。

④观察灰岩中的变形原理, 应注意是否在同一层内层理发生的变形、倒转、甚至柔皱现象。变形层理是沉积物在不完全固结状态下滑动变形的产物, 它与一般成岩后的褶皱变形不同。其最主要特征是相邻上、下岩层未发生变形; 层内也没有因构造变动产生的脆性破裂; 形变无明显的规律性; 同层中呈现局部加厚或减薄现象。

(3) 七仙洞平行不整合教学点

内容:

- ①观察平行不整合特征, 寻找其确定依据。
- ②参观紧闭向斜。
- ③观察古海蚀洞的分布, 分析控制因素。

提示:

①不整合界面是较大区域性的沉积间断面, 该界面常因经受古风化剥蚀而凹凸不平。观察时要注意界面上、下地层岩性组合特性的差异。

②本点 Z_{x4} 与 ϵ_{1g} 不整合界面岩石化学分析元素峰度图。图中下伏地层(灰岩)靠近界面颜色变浅, 这是因为古风化作用使难溶的 Fe、Al、Ni、Co 残留下来, 其含量增高的结果。表明当时已形成红土型风化壳。

③上覆地层底部的砾岩横向分布不连续, 存在于界面低洼处, 向上过渡为砂、页岩。

④应注意界面上、下岩层产状是否一致, 用罗盘测量不整合界面及附近岩层产状的变化。上覆地层形变复杂, 测量时要以靠近不整合界面的岩层为难。

⑤此处不整合界面形成后发生过顺层滑动, 观察时要注意后斯构造影响而发生的变化。

5. 阅读地形图并使用罗盘定位

(1) 了解各种地形、地物在地形图上的表达方式, 学习利用特征地形、地物在地形图上进行定位的方法。

(2) 学习使用罗盘后方交绘定位方法。

6. 作业及思考题

(1) 作业 据本路线教学点 1.、2., 分别归纳各自的岩性组合及原生沉积构造特征。

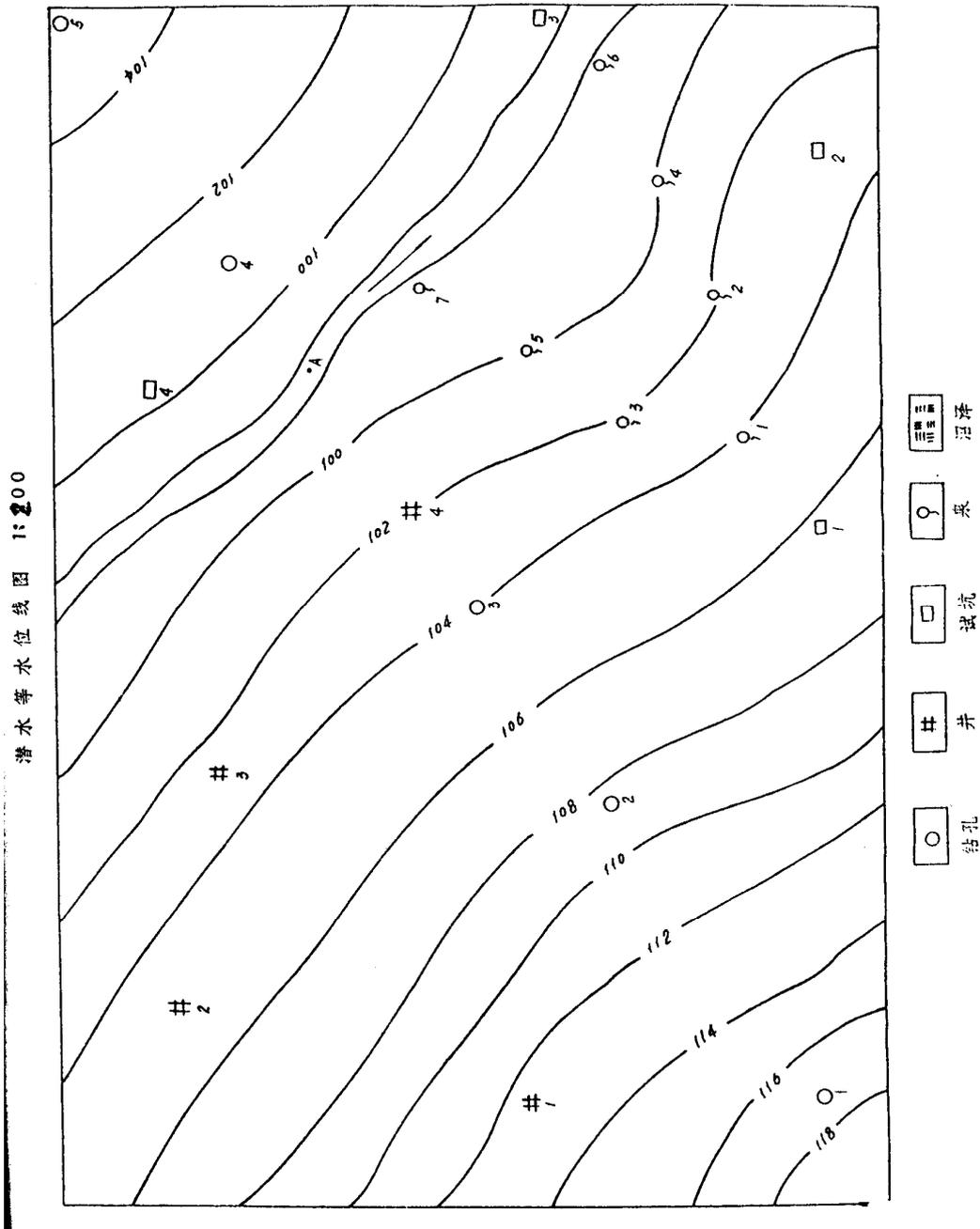
(2) 思考题 以兴民村组和葛屯组接触关系为例, 试总结确定平行不整合的依据及其研究意义。

提示:

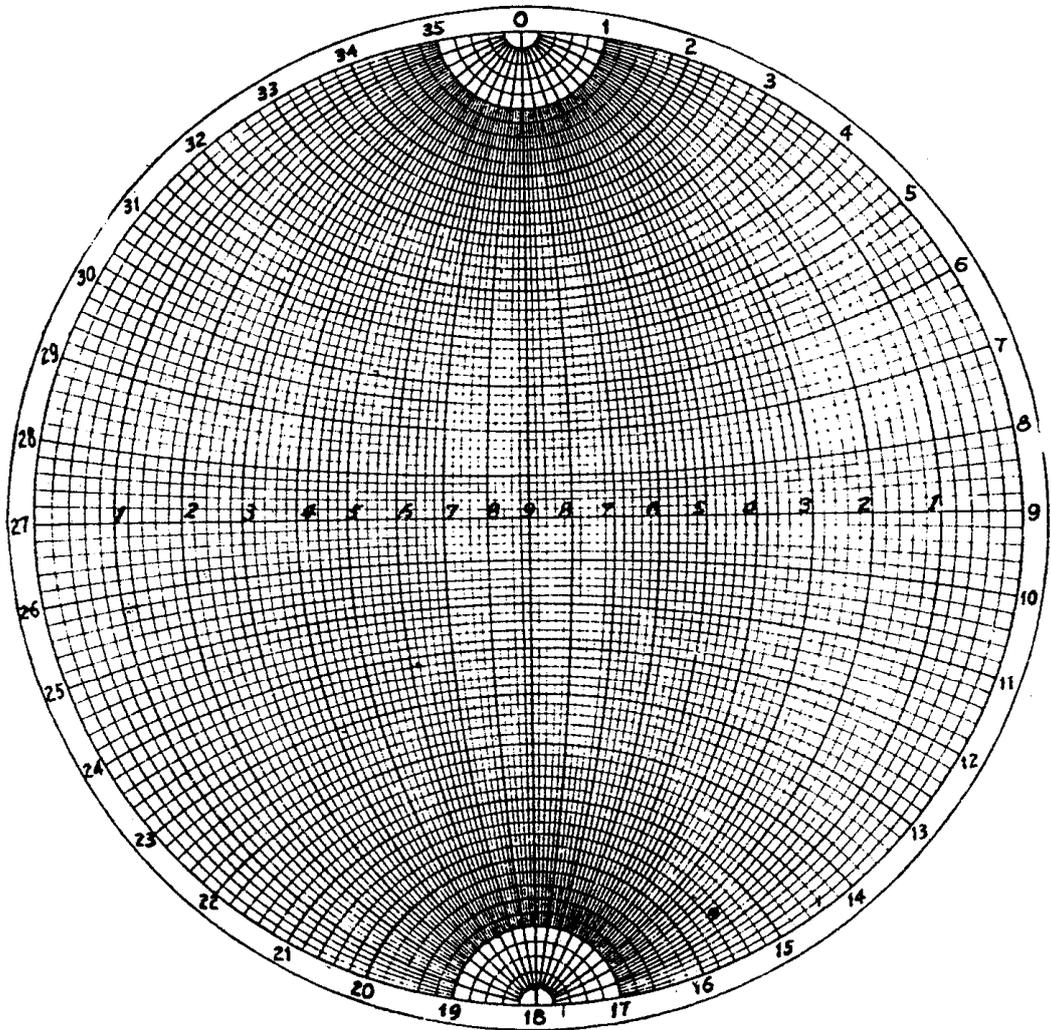
- ①对比界面上下两组岩性差异。

- ②据已有资料分析界面上、下地层所含化石演化规律的差异。
- ③找出下伏岩层顶部的岩性变化特征，说明古风化壳存在的依据。
- ④注意上覆岩层底部砾岩岩性和分布特点。
- ⑤观察接触界面形态特点，对比上、下岩层的产状数据。

附录 I



附录 II 吴氏网



附件 工程地质常用图例、符号

一、第四纪堆积物成因类型代号

表 01

沉积物名称	代号	沉积物名称	代号	沉积物名称	代号
冲积堆积物 (冲积层)	<i>alQ</i>	残积堆积物 (残积层)	<i>elQ</i>	风积堆积物 (风积层)	<i>eolQ</i>
洪积堆积物 (洪积层)	<i>plQ</i>	坡积堆积物 (坡积层)	<i>dlQ</i>	崩积堆积物 (崩积层)	<i>colQ</i>

二、岩石代号与花纹

火成岩类:

花岗岩 γ		(红色)
流纹岩 λ		(朱红色)
正长岩 γ ₂		(橙色)
安山岩 α		(灰绿色)
闪长岩 δ		(紫红色)
粗面岩 Γ		(橙红色)
辉长岩 γ ₂		(绿色)
辉绿岩 γ _κ		(浅绿色)
玄武岩 β		(深绿色)
煌斑岩 X		(棕色)

沉积岩类:

砾岩 C _g	
砂岩 S _s	
页岩 Sh	
泥灰岩 Ml	
石灰岩 ls	
白云岩 Dm	
砾石 Gr	
卵石 Pcb	
砂土 S	

变质岩类:

片麻岩 G _n	
片岩 S _c	
千枚岩 Ph	
大理岩 M	
石英岩 Qu	
板岩 S _b	

参 考 文 献

- 1、工程地质实习及作业指导讲义. 大连工学院水利系, 土力学工程地质教研室, 1979 年。
- 2、工程地质实习及作业. 大连工学院水利系, 土力学及工程地质教研室, 1980 年。
- 3、水利工程地质补充作业. 大连工学院水利系, 土力学及工程地质教研室, 1983 年。
- 4、水利工程地质实习作业指导书. 清华大学水利系, 土力学教研组地质组编, 1981 年。
- 5、康渔源, 金春山. 工程地质实习及作业. 大连理工大学土木工程系岩土工程及工程地质教研室, 1992 年。
- 6、仇甘霖, 叶茂. 大连金石滩地质认识实习指导书, 地质出版社, 1994.