思考、讨论题

- 叶理、线理、构造置换
- 叶理的类型及特征
- 线理的类型及特征
- 劈理和节理的主要区别
- 叶理的应变意义
- 绘图说明面状构造的置换过程

第八章 变质岩区构造分析

主讲人：刘志宏

吉林大学地球科学学院

主要内容

- 变质岩区构造的基本特点
- 变质岩区的层状构造
- 面状与线状构造（面理与线理）
- 构造置换问题
- 韧性剪切带

本讲内容提要

- 韧性剪切带的基本类型
- 韧性剪切带的构造岩—糜棱岩
- 韧性剪切带的构造
- 韧性剪切带应变分析
- 韧性剪切带的研究意义

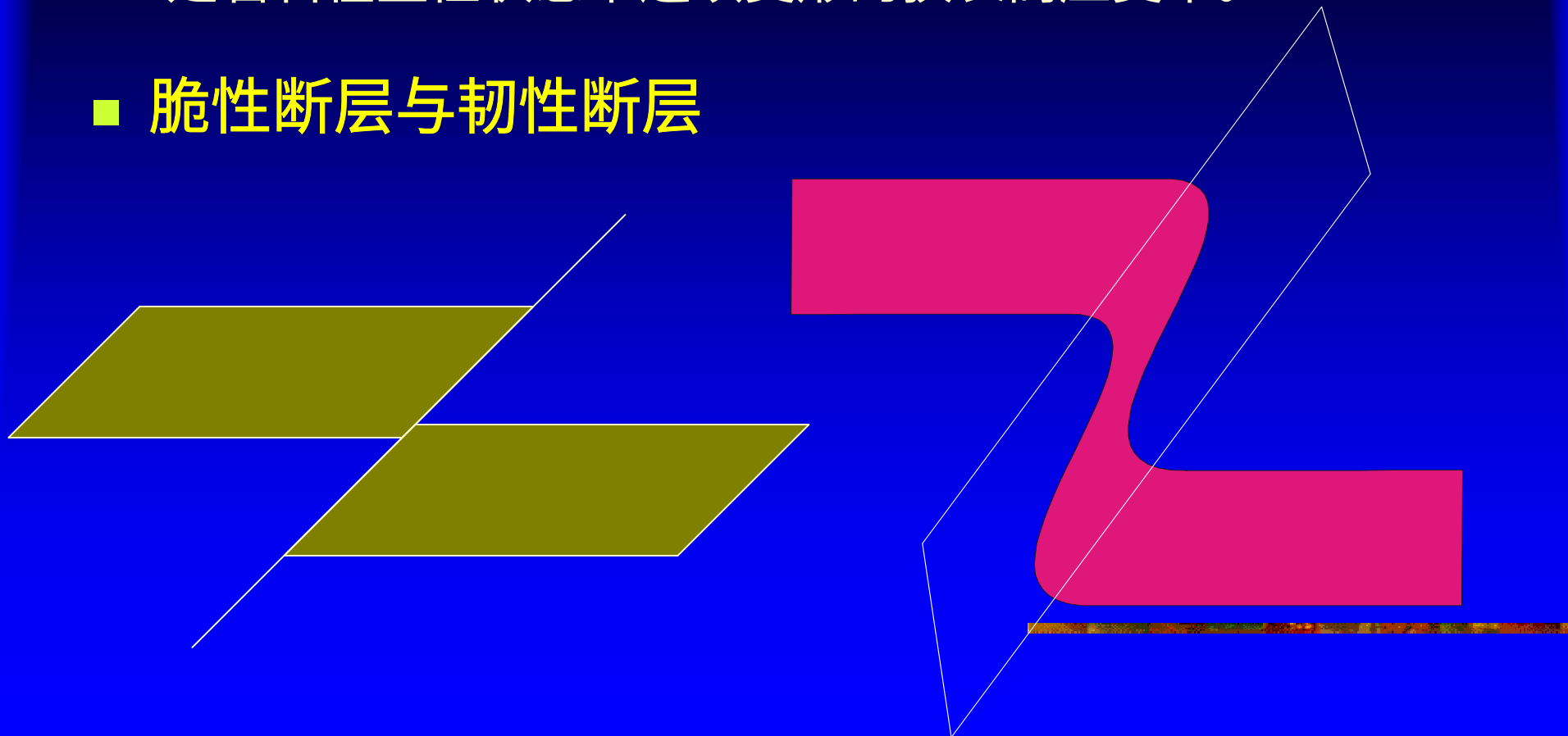
五、韧性剪切带（断层）

Ductile shear zone (fault)

1、韧性剪切带的基本类型

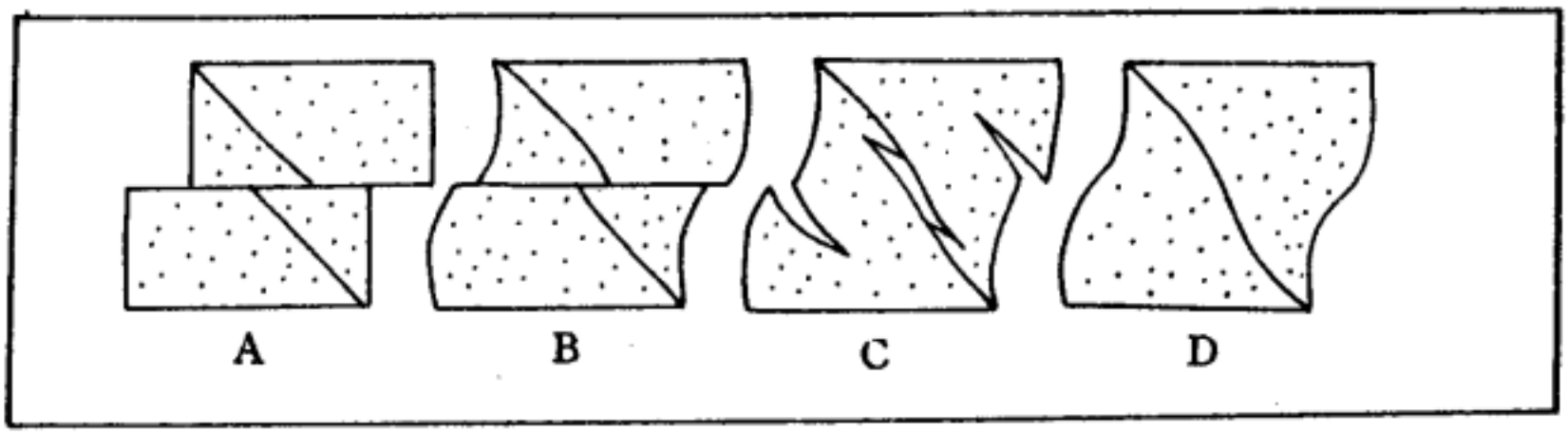
- 概念：剪切带是泛指剪切作用集中的地带，韧性剪切带是岩石在塑性状态下连续变形的狭长高应变带。

- 脆性断层与韧性断层

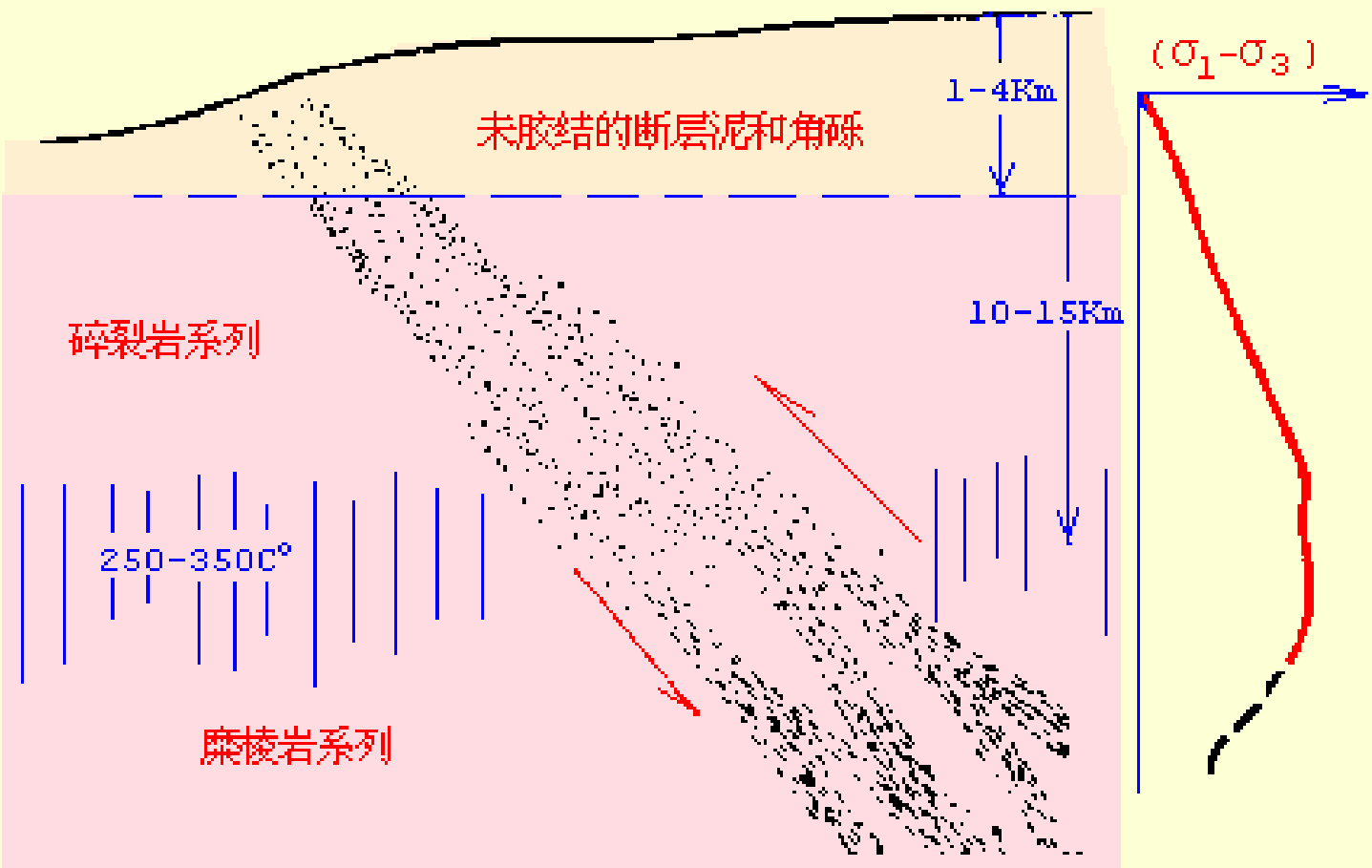


1、韧性剪切带的基本类型

- 根据剪切变形时岩石力学性质的不同，将剪切带划分为三种类型（Ramsay，1980）：
  - （1）脆性剪切带
  - （2）韧—脆性或脆—韧性剪切带
  - （3）韧性剪切带

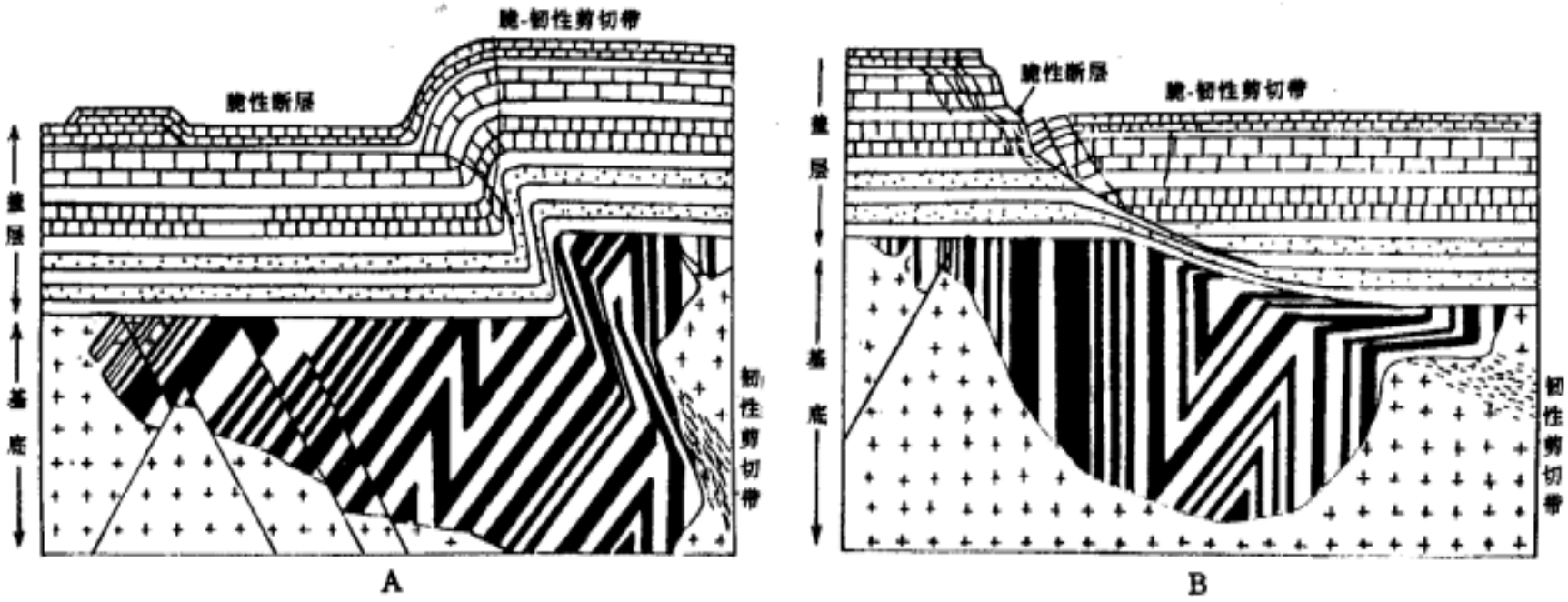


断层的双层结构模式（Sibson，1977）



浅成的脆性断层向深层转变为韧性断层

地壳不同层次剪切带的Ramsay 模式（1980）



地壳内部挤压(A)和伸展条下(B)不同层次剪切带的关系示意图

(据 Ramsay,1980)

吉林大学地球科学学院—刘志宏

花岗岩中的小型韧性剪切带



韧性剪切带（兴城海滨）



2、韧性剪切带的构造岩—糜棱岩

- 糜棱岩的概念是由Lapworth(1885)研究苏格兰高地莫因断层时提出的。
- 糜棱岩的三个基本特征：
- (1) 与原岩相比,糜棱岩粒度显著减小;
- (2) 糜棱岩中发育强化叶理和线理;
- (3) 糜棱岩发育在狭窄的强应变带内。

糜棱岩分类表(据朱志澄、宋鸿林，1991)

基质性质	基质含量	主要颗粒粒径	岩石名称
糜棱岩化作用为主	<10%		糜棱岩化××岩石
	10–50%		初糜棱岩
	50–90%	<0.05	糜棱岩
	>90%	<0.05	超糜棱岩
静态重结晶作用为主		<0.1	千糜岩
		0.5–0.05	变余糜棱岩
		>0.5	构造片岩
		>0.5	构造片麻岩

露头尺度的糜棱岩（兴城海滨）

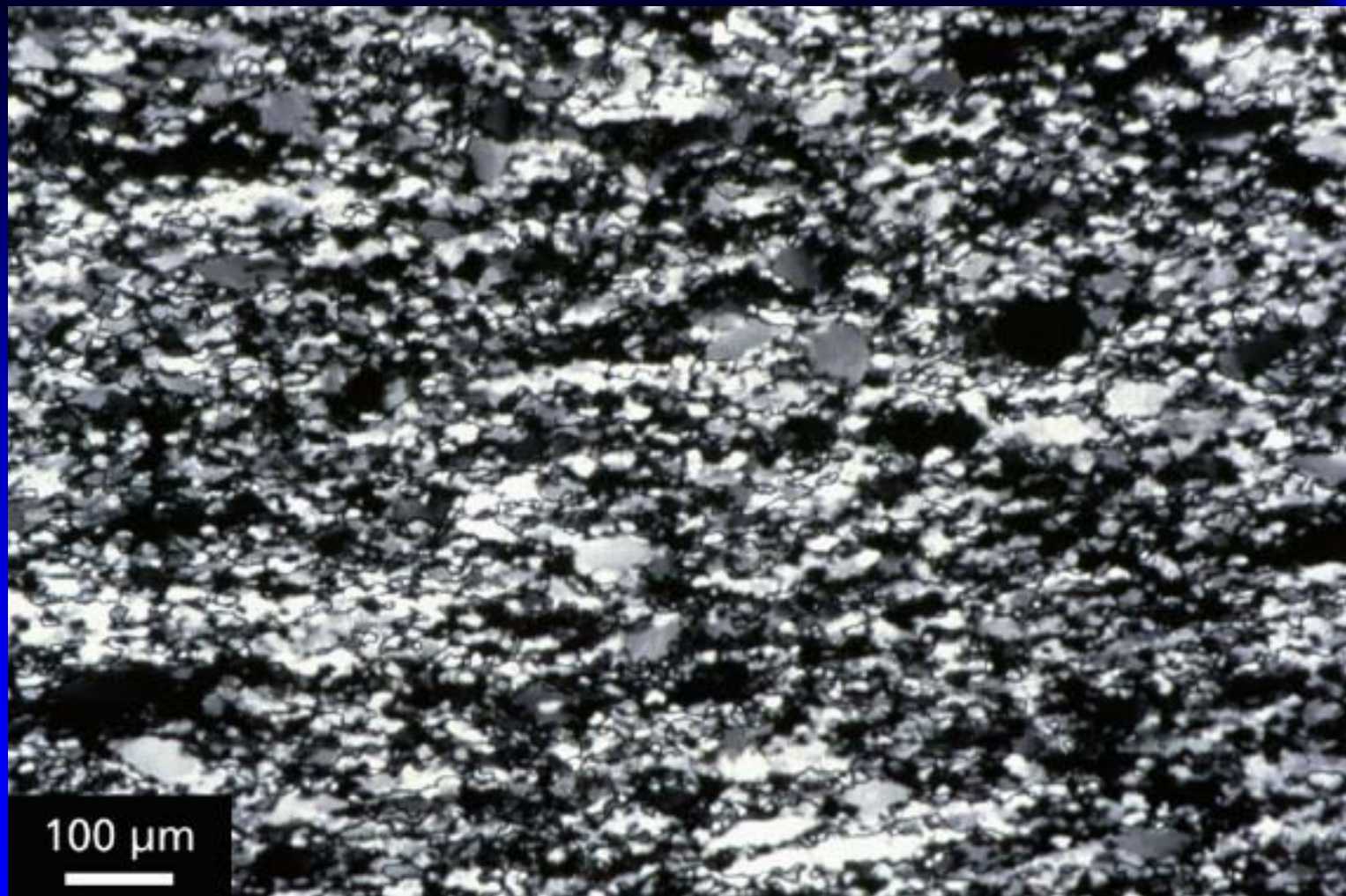


露头尺度的糜棱岩（兴城海滨）



吉林大学地球科学学院—刘志宏

韧性剪切带的构造岩—糜棱岩



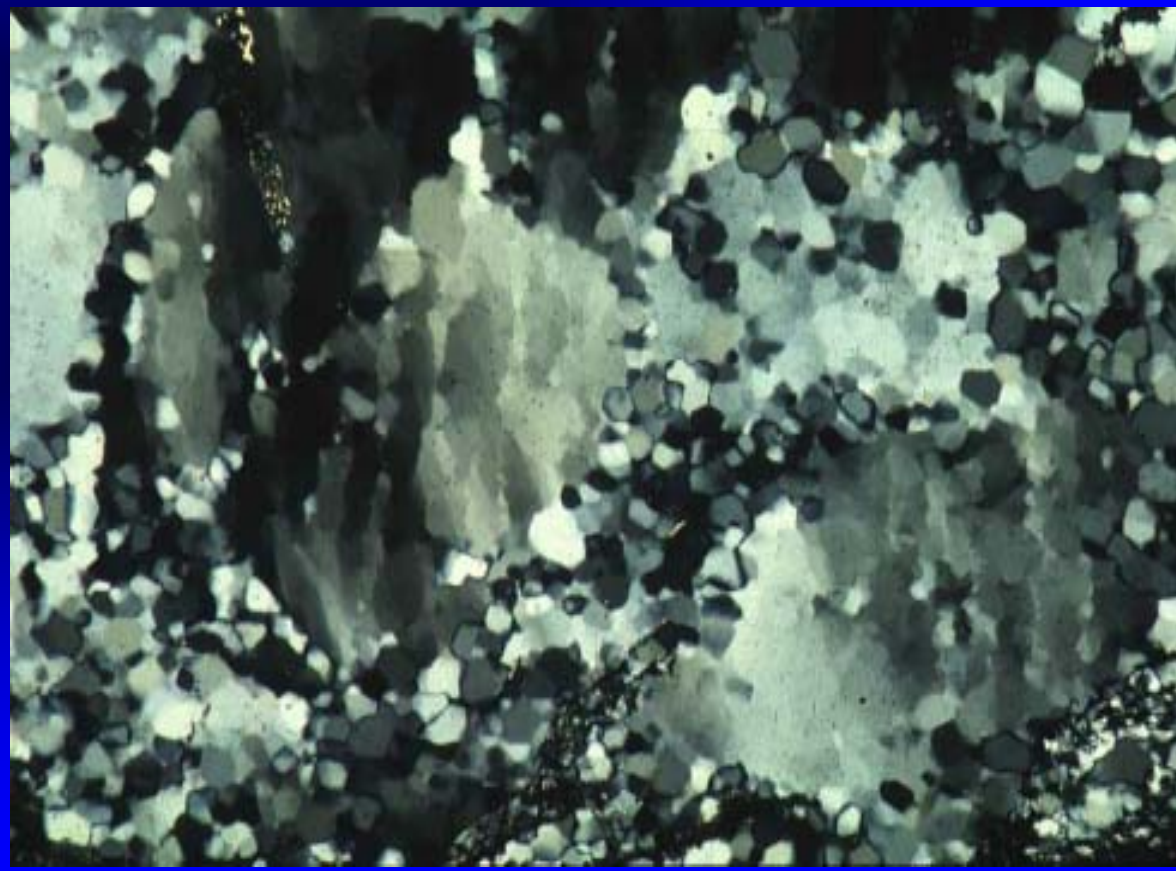
糜棱岩的显微构造

拔丝结构

波状消光

亚颗粒

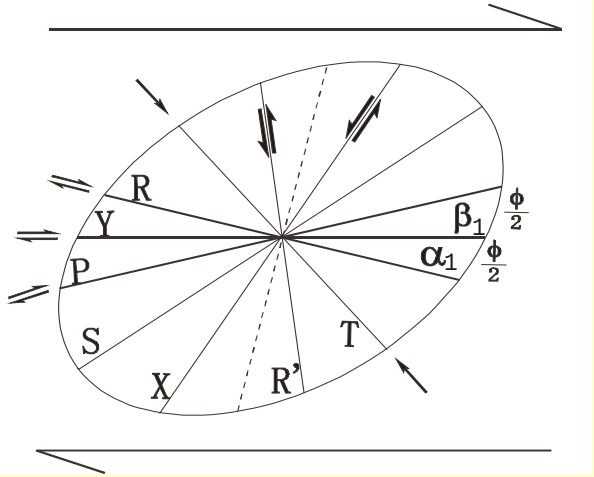
与核幔结构

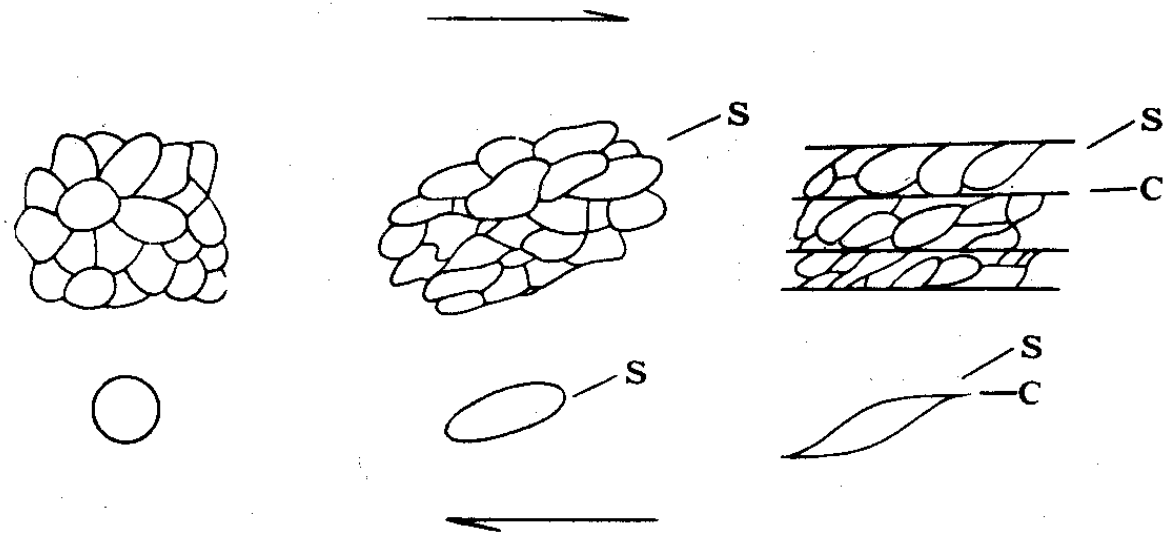


3、韧性剪切带的构造

- 叶理
  - 糜棱叶理（XY）：矿物或集合体平行定向排列。
  - 剪切叶理（剪切面）：流动过程中出现的位移不连续面
  - S-C组构： **I型和II型S-C组构**

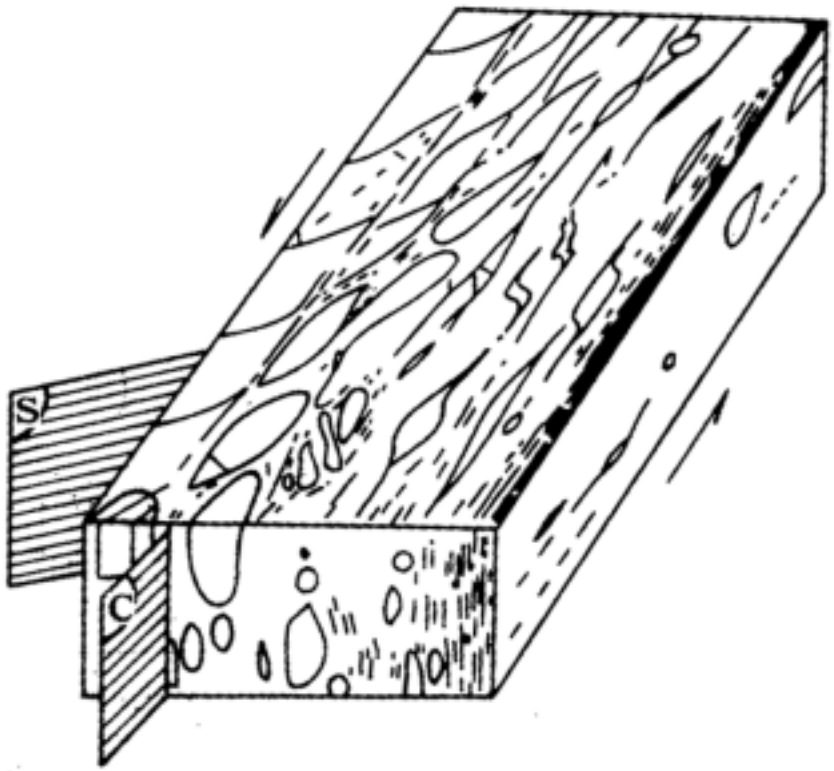
I型S-C组构





剪切带内面理（S）和糜棱岩面理（C）形成模式图

I型S-C组构



S-C 面理图示

（据 A. Nicolas，1987）

I型S-C组构

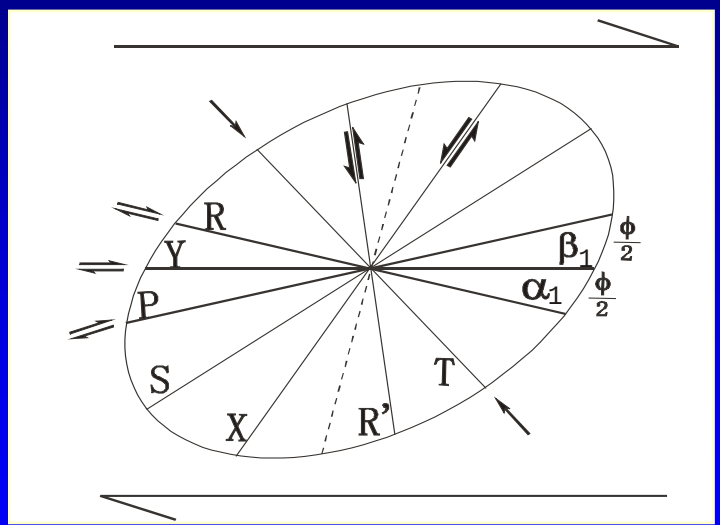


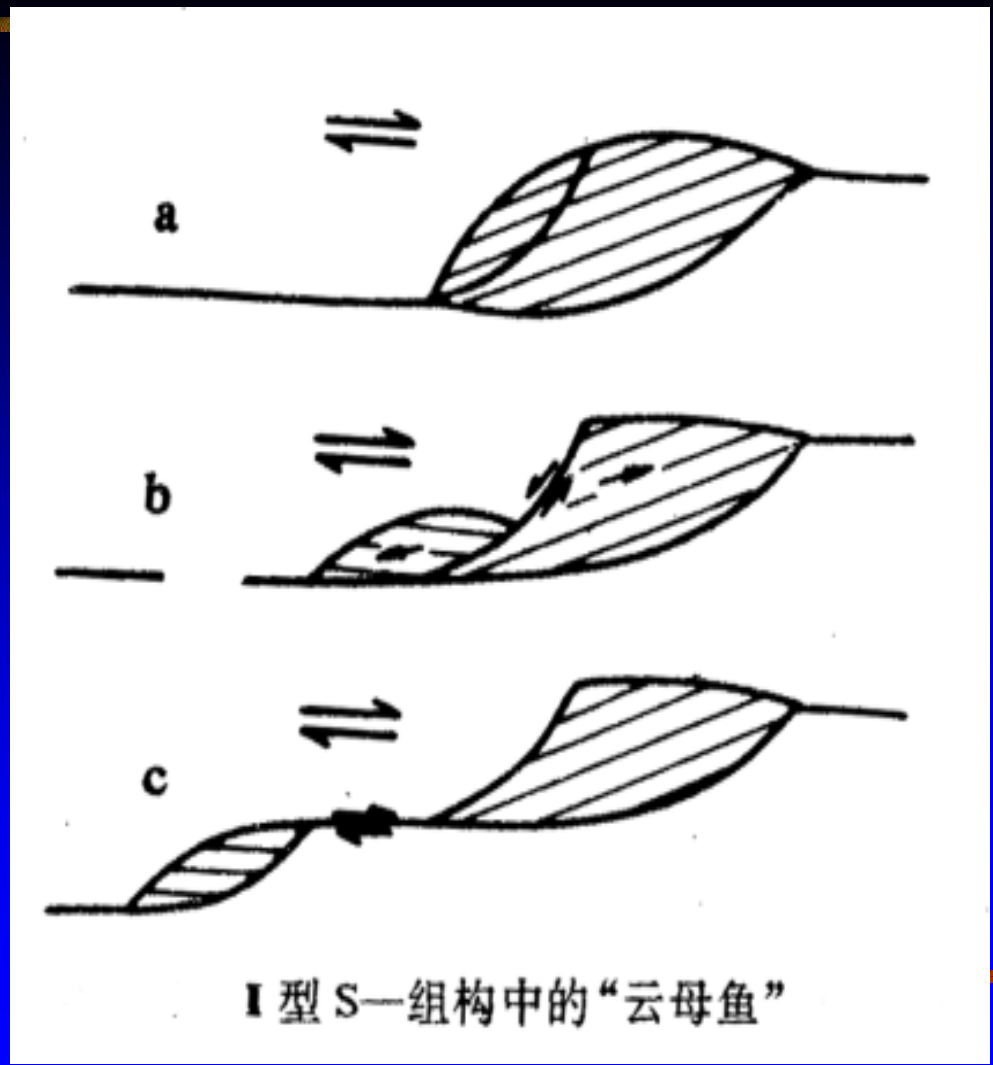
I型S-C组构



II型S-C组构

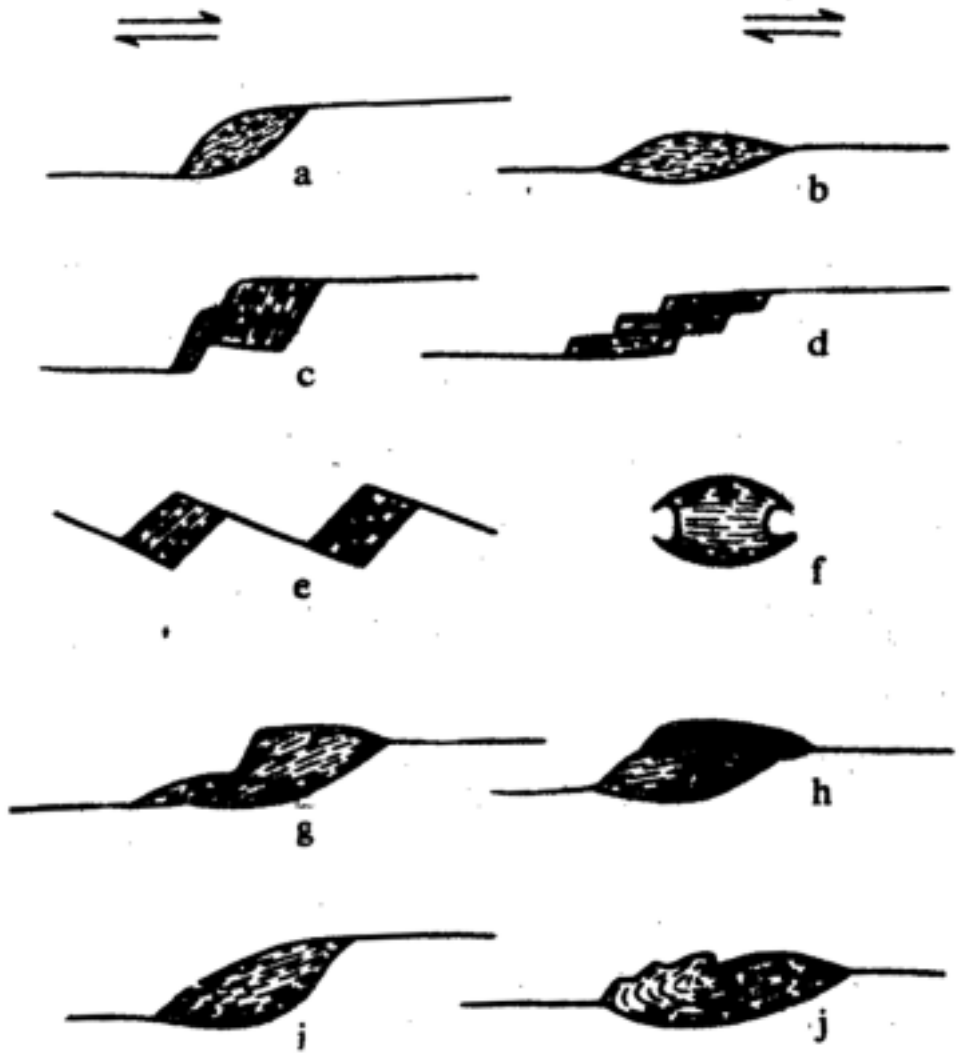
- 云母鱼
(Mica Fish)





I 型 S—组构中的“云母鱼”

II型S-C组构中云母的形态



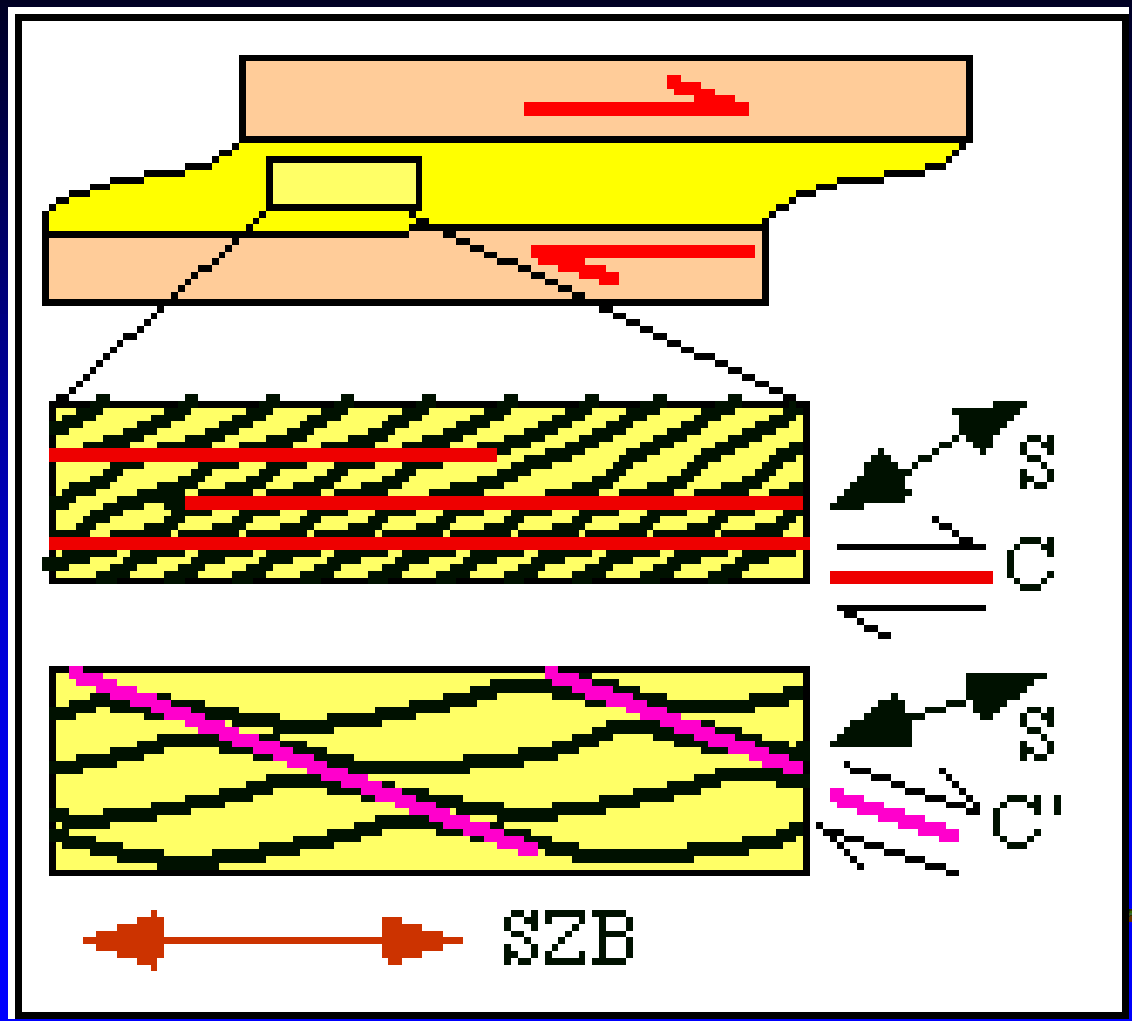
由“云母鱼”反映出来的各种Ⅰ型“S—C”组构形态（据 Lister et al. 1984）

吉林大学地球科学学院—刘志宏

II型S-C组构中剪破鱼状脉体

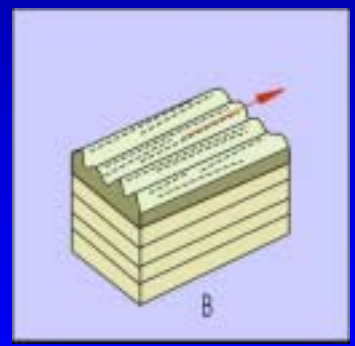


韧性剪切带中的S-C组构

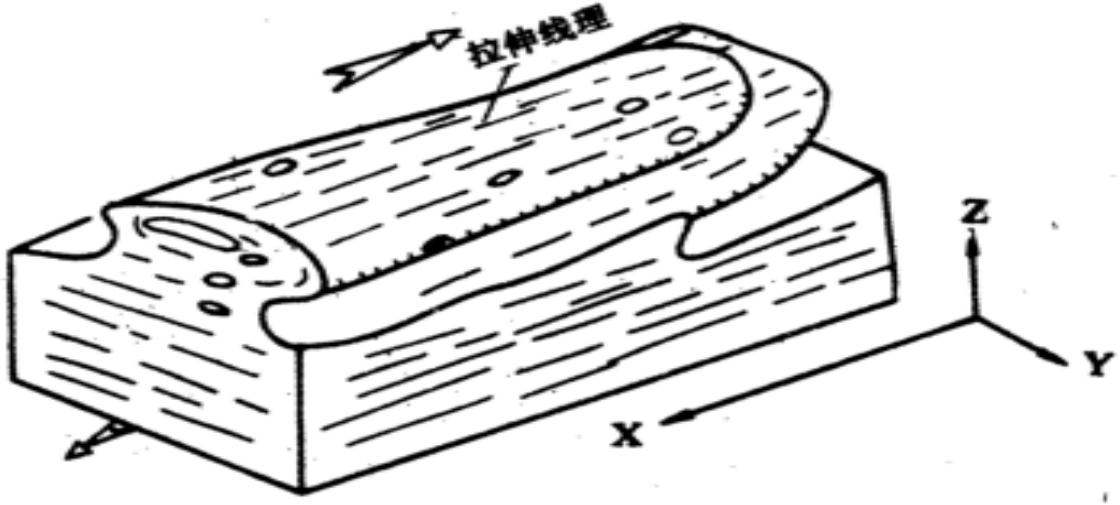


3、韧性剪切带中的构造

- 线理：
  - 拉伸线理、交面线理、皱纹线理、矿物线理
- 褶皱构造：
  - a型褶皱与b型褶皱、流动褶皱
  - 膝折构造
  - 鞘褶皱

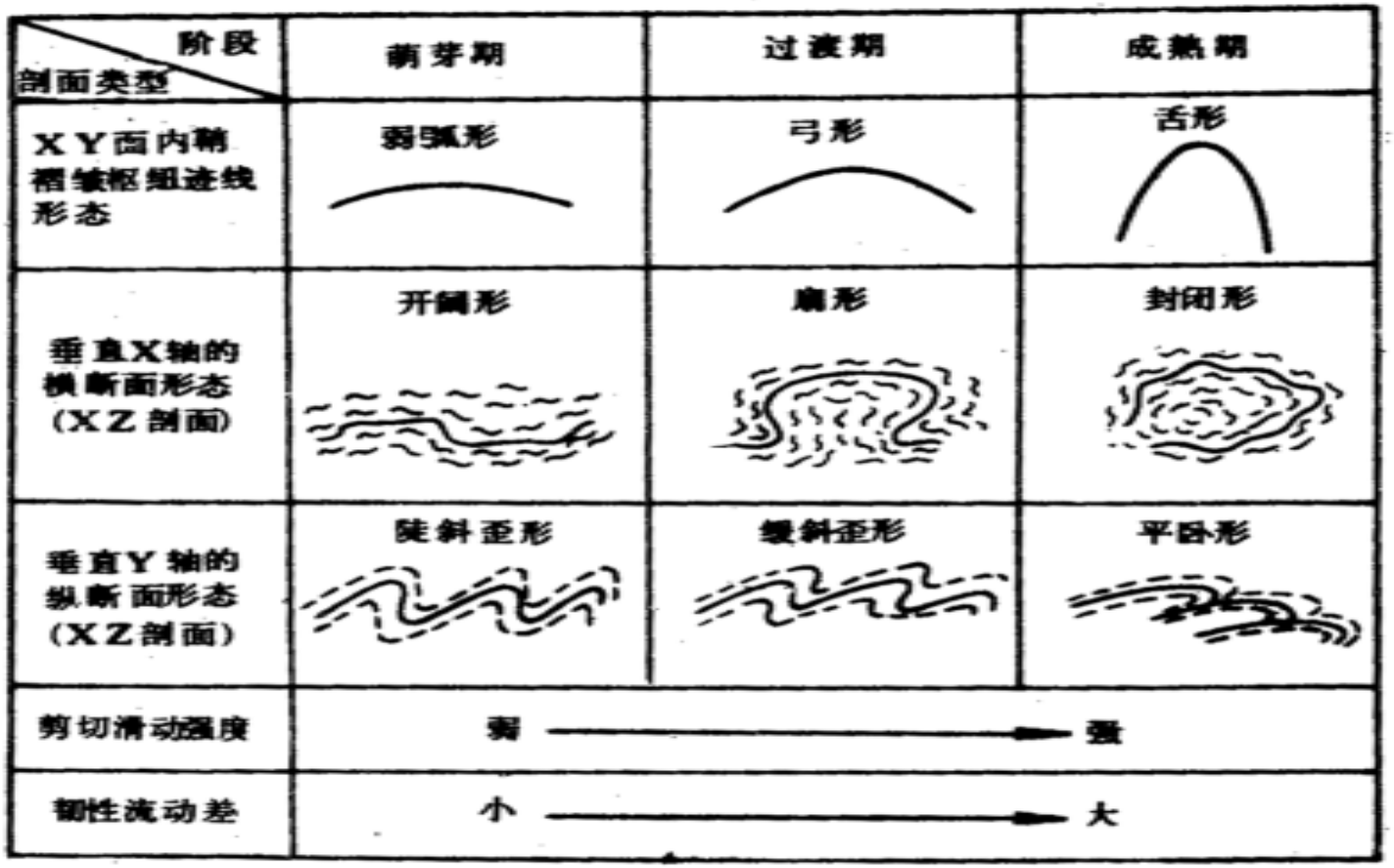


鞘褶皱的基本形态



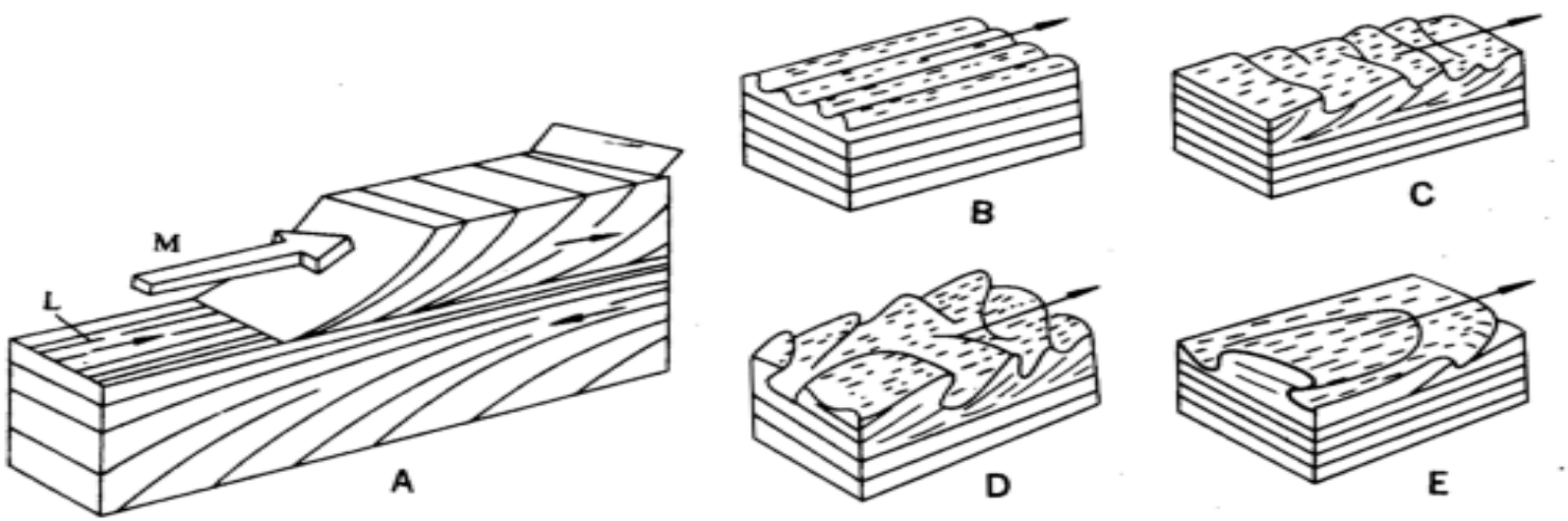
鞘褶皱在不同断面上的形态特征示意图

鞘褶皱的基本形态



韧性变形变质带内鞘褶皱形态与变形和作用强度关系(据 杨振升，1985)

鞘褶皱的形成（Mattauer，1980）



韧性剪切带中的褶皱示意图

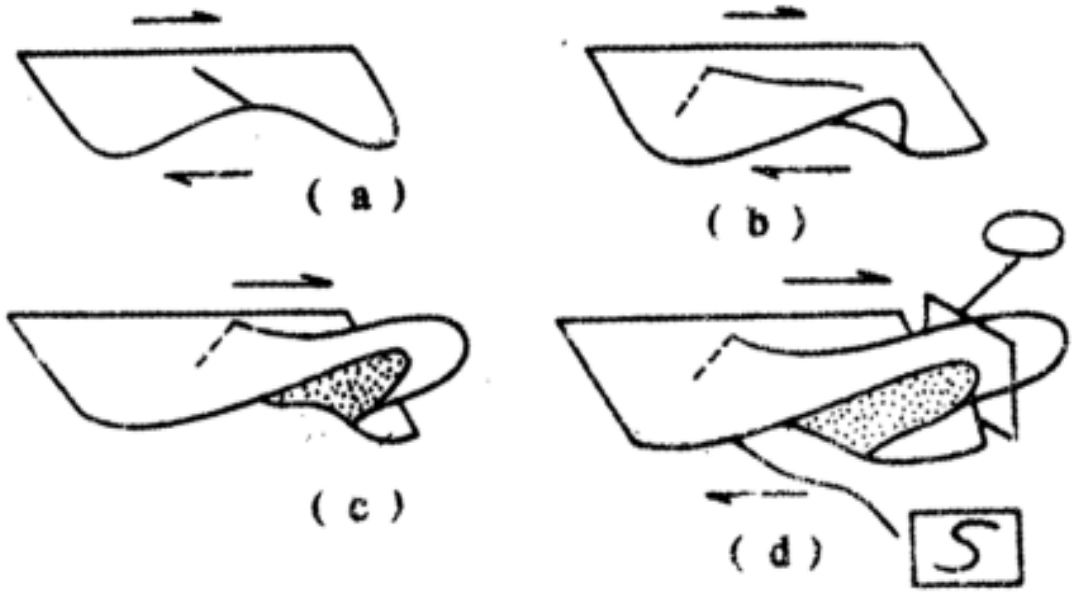
（据 M. Mattauer，1980）

A. 韧性剪切带的拉伸线理；B、D、E. 褶轴平行拉伸线理的 A 型褶皱；

C. 褶轴垂直拉伸线理的 B 型褶皱；M. 运动方向；L. 拉伸线理

鞘褶皱.avi

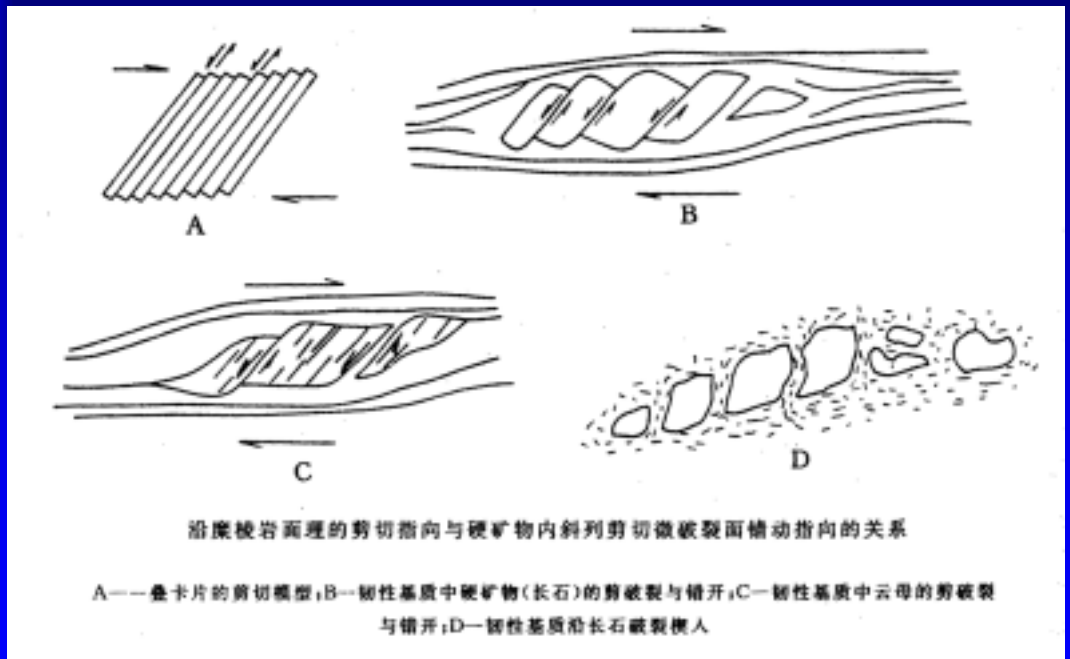
鞘褶皱的形成（Mallaviell，1982）



鞘褶皱的几何学及演化

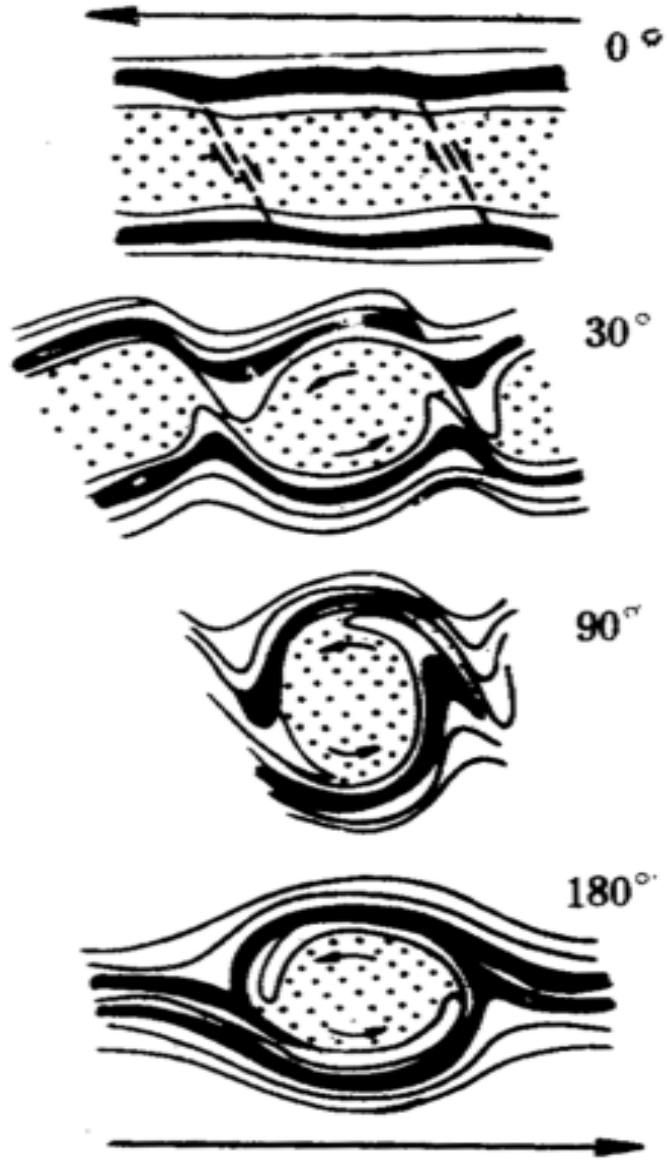
箭头示运动方向（平行于 X 轴），a.b.c.d 代表褶皱形成与演化的不同阶段

骨牌与旋转石香肠



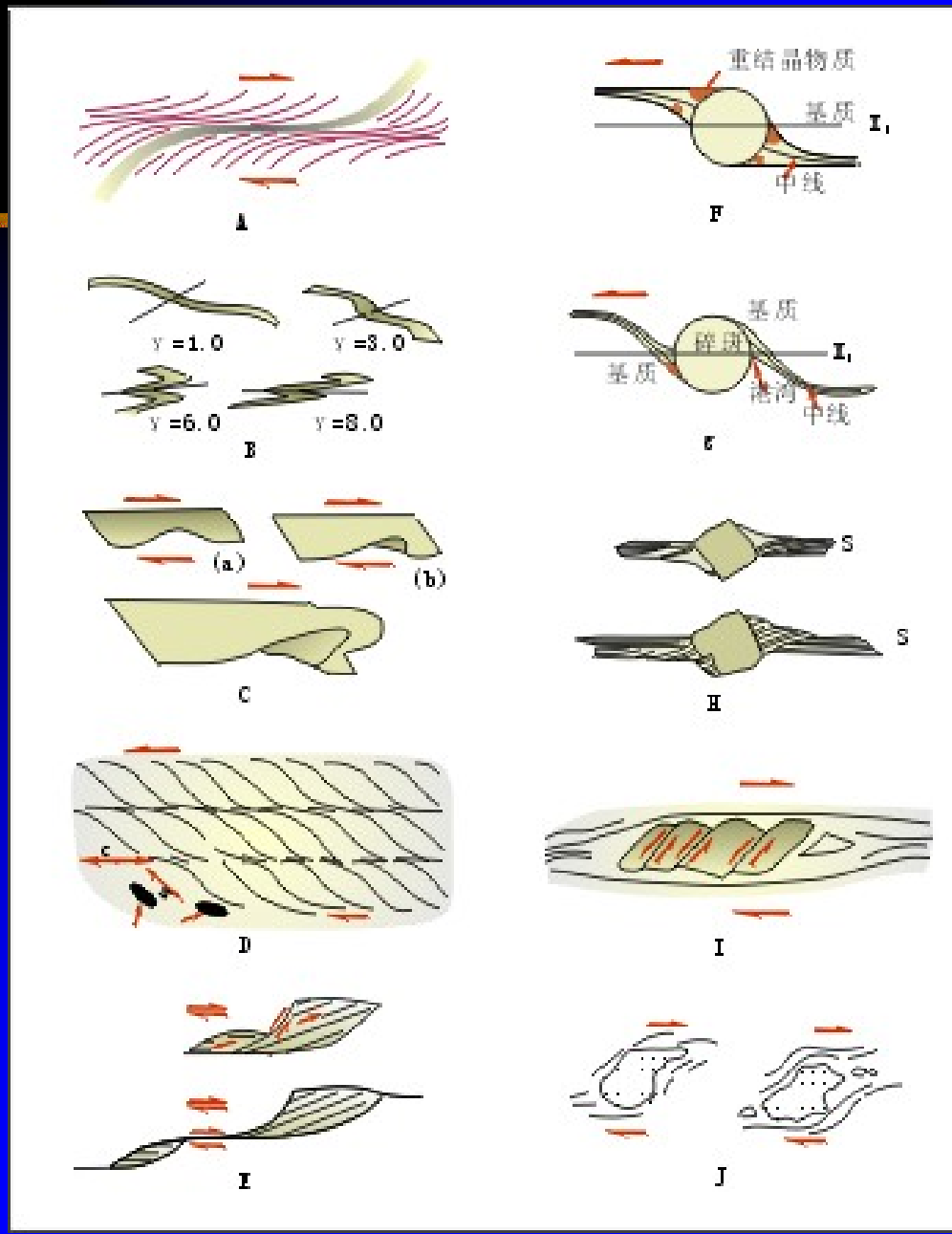
沿糜棱岩面理的剪切指向与硬矿物内斜列剪切微破裂面错动指向的关系

A——叠卡片的剪切模型；B—韧性基质中硬矿物（长石）的剪破裂与错开；C—韧性基质中云母的剪破裂与错开；D—韧性基质沿长石破裂楔入

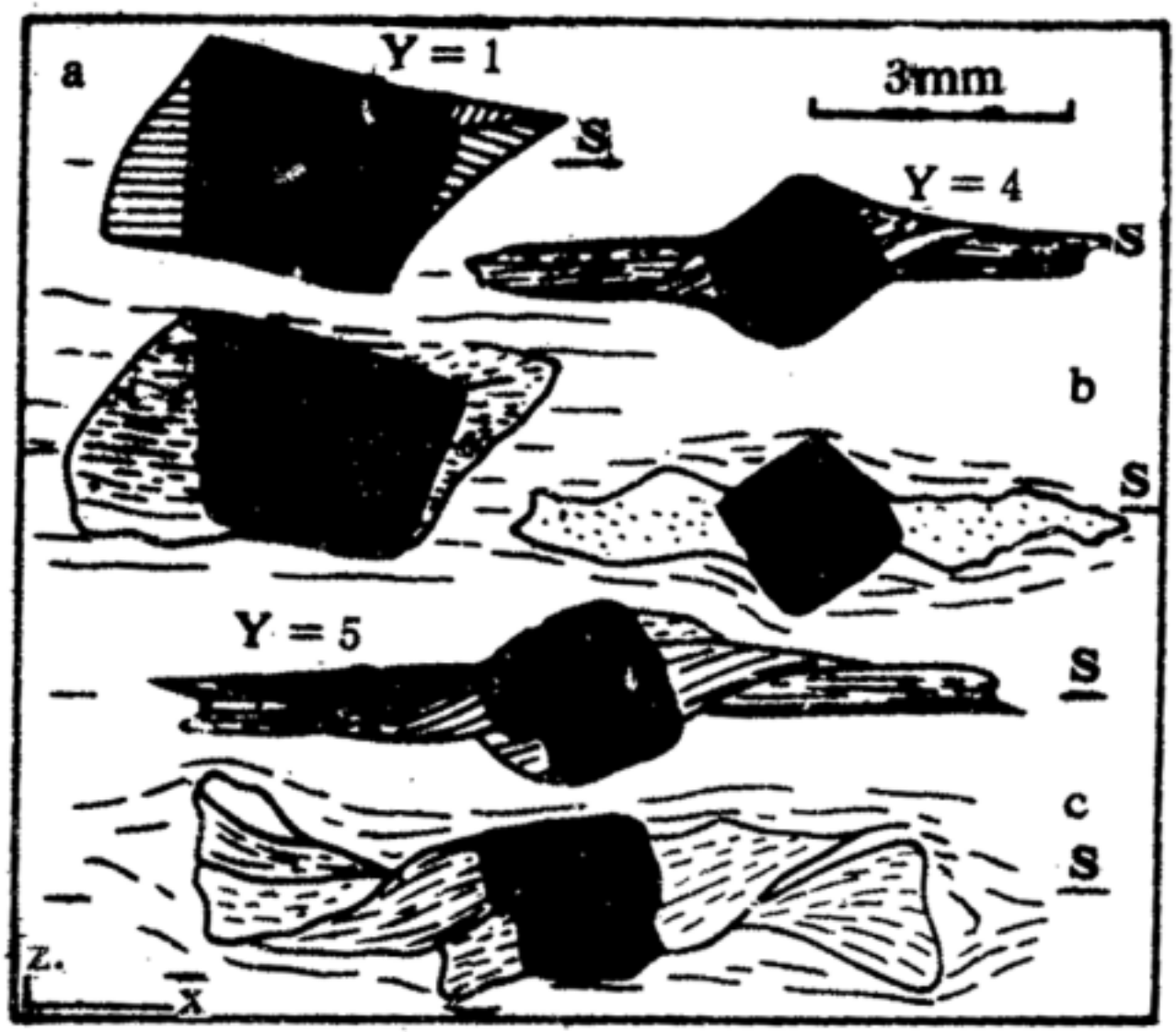


旋转石香肠

剪切指向 (Shear indicators)

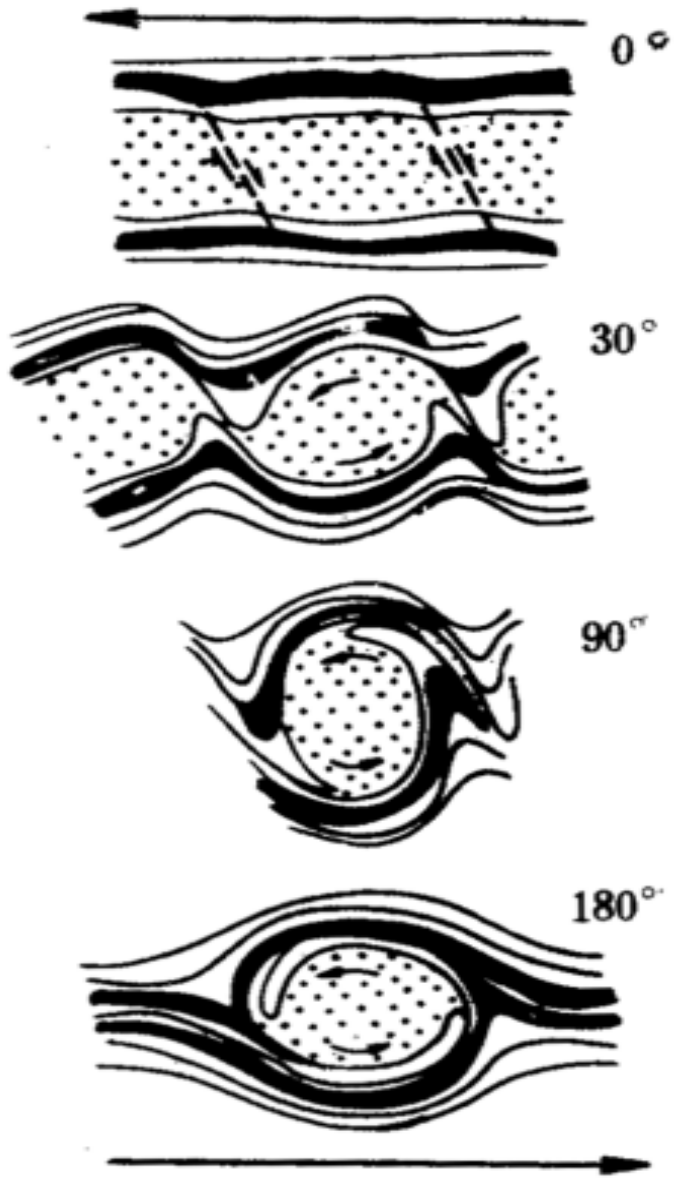


压力影



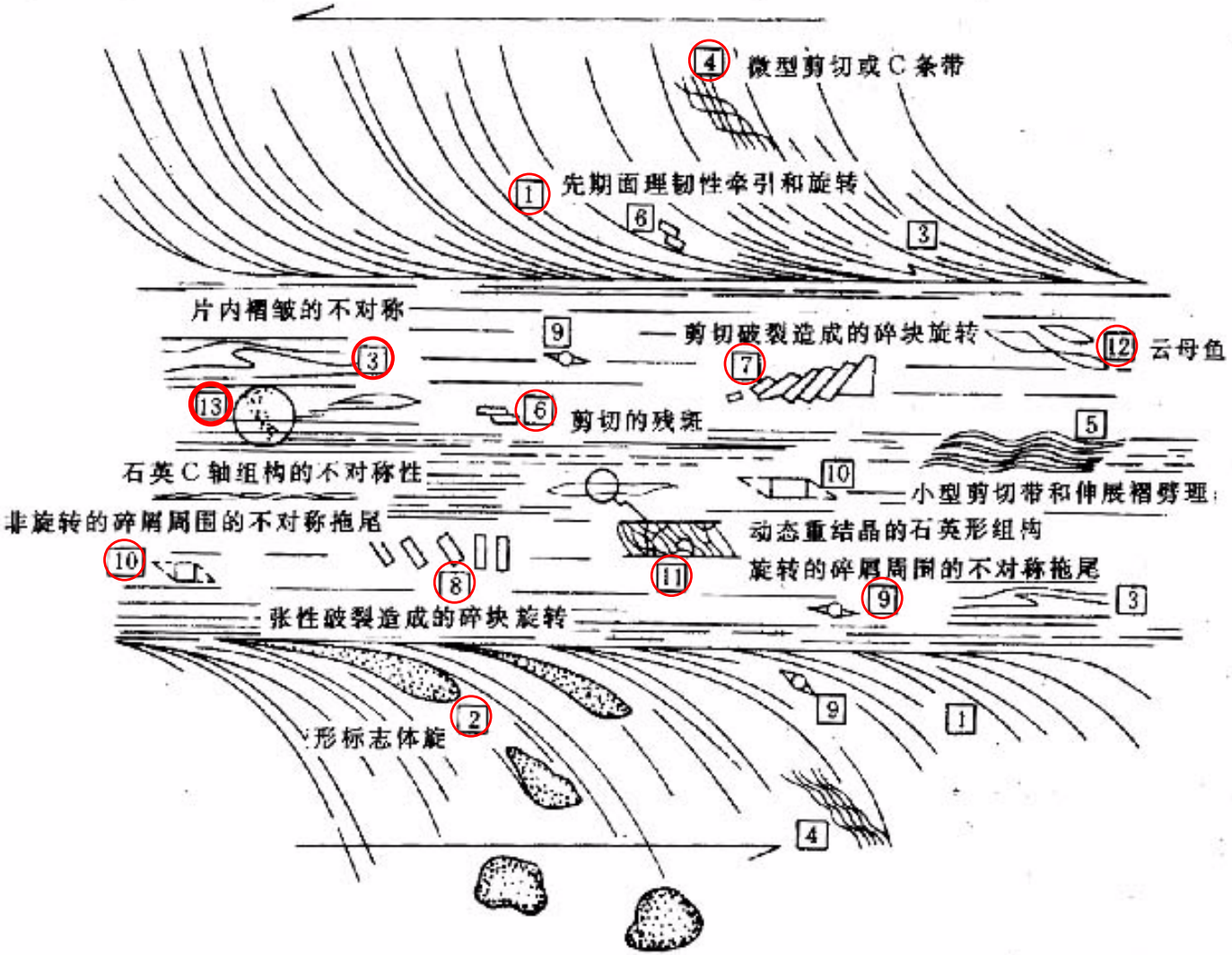
压力影的递进演化（据 Mallaviell，1982）

旋转石香肠



旋转石香肠

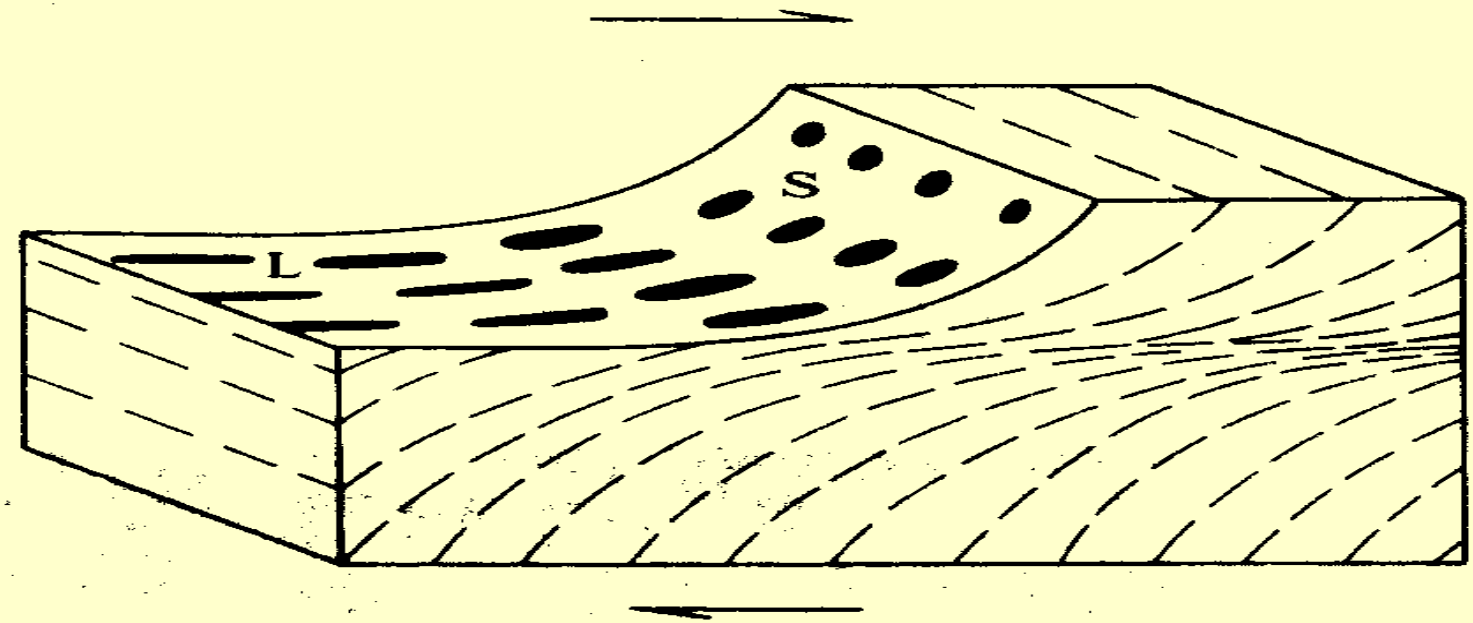
韧性剪切带剪切标志



韧性剪切带的剪切方向运动学标志图示

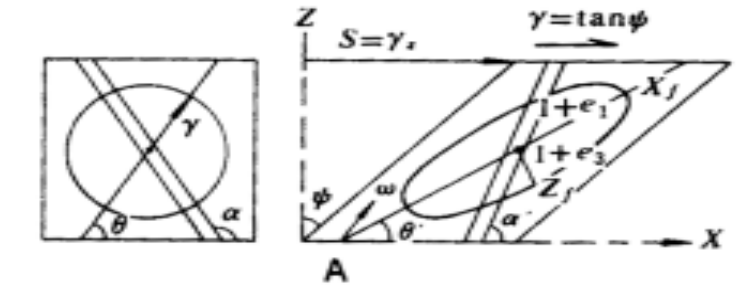
(据 White, 1986)

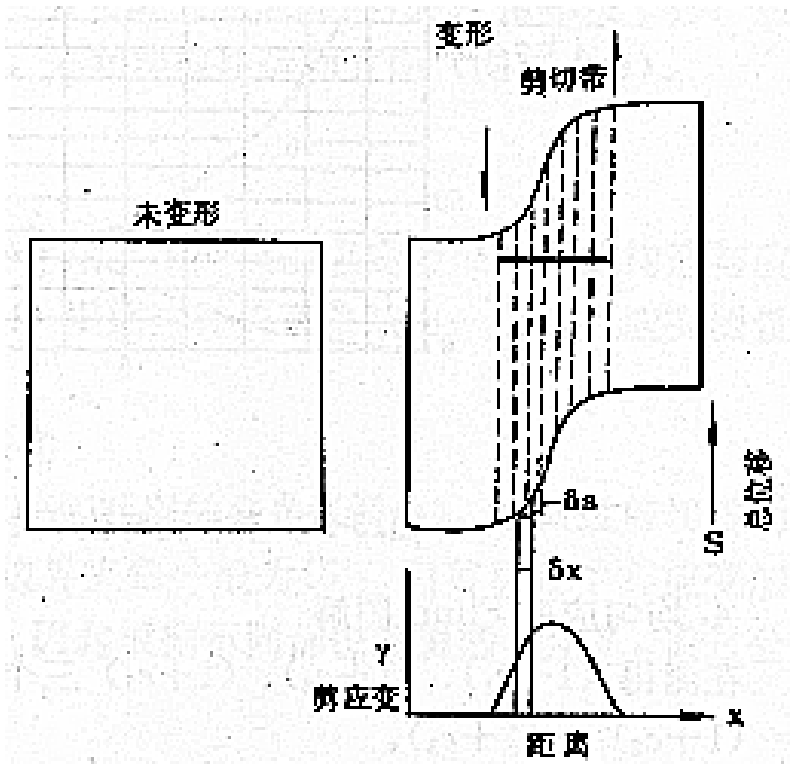
应变—拉伸线理



剪切带内面理（S）面上的拉伸线理（L）示意图

4、韧性剪切带应变分析





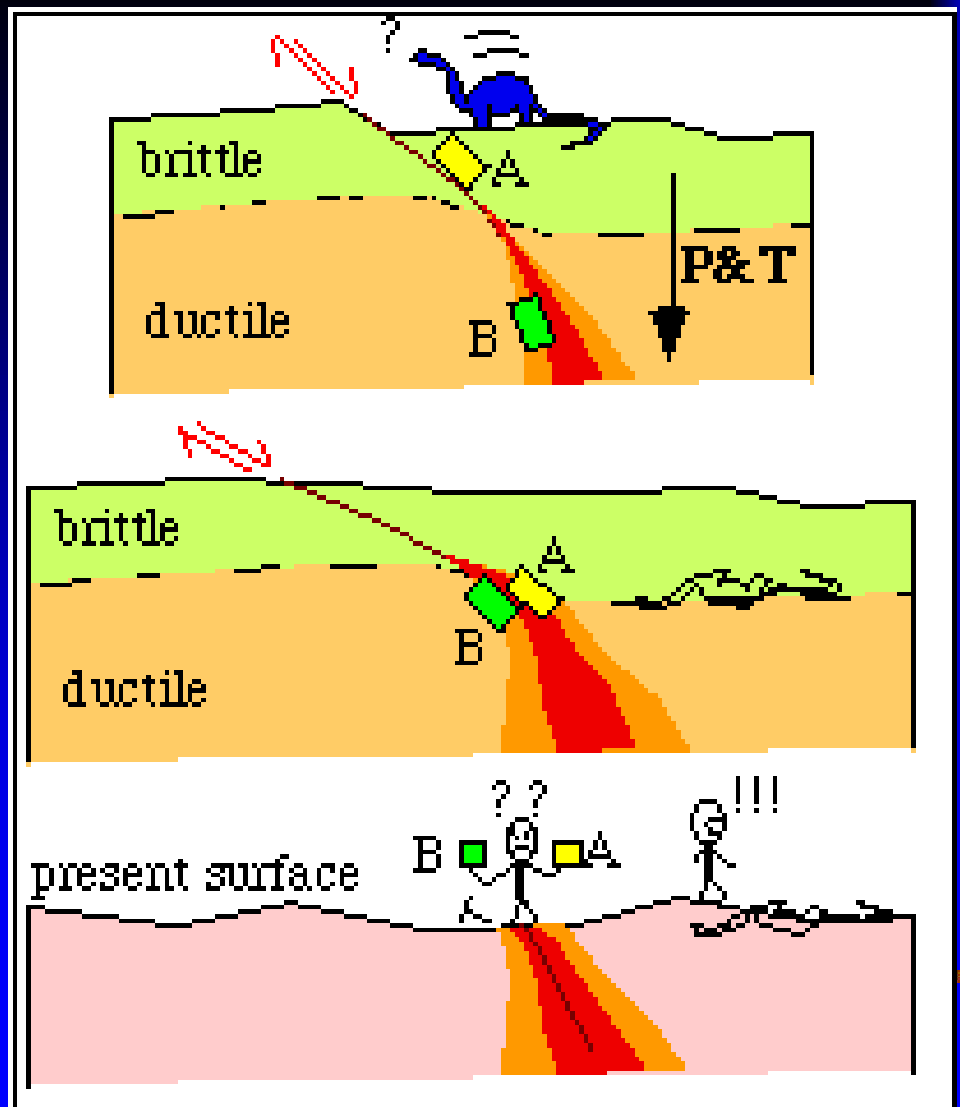
剪切带内的剪应变图示

$$S=\int_0^x \gamma \cdot dx$$

A. 简单剪切系统中应变椭圆与剪切的关系；B. 横过剪切带应变的连续变化；
C. 剪应变与轴率的关系曲线；D. γ-x 曲线图（x 为距离）

5、韧性剪切带的研究意义

- 地壳中下部层次断层作用的产物；
- 认识变质岩构造格局和地壳结构；
- 韧性剪切带是深部流体的通道、成矿作用的场所。



本讲重点

- 糜棱岩的基本特征
- 韧性剪切带的基本特征
- 概念：韧性剪切带、糜棱岩、S-C组构、鞘褶皱
- Sibson断层双层结构模式

思考、讨论题

- S—C组构、韧性剪切带、鞘褶皱
- 糜棱岩的基本特征。
- 韧性剪切带的基本特征。
- 韧性剪切带的运动学指向标志有哪些？
- Sibson断层双层结构模式。
- 韧性剪切带的研究意义。