思考、讨论题

- 说明横弯褶皱作用、剪切褶皱作用的特征和形成机制。
- 剪切褶皱作用的主要变形特征，形成剪切褶皱需要什么条件？为什么自然界较少见到剪切褶皱？
- 压扁作用的概念。
- 膝折的类型及形成条件。



Structural Geology

—Joint

主讲人：刘志宏

吉林大学地球科学学院

内容提要

- 节理分类
- 节理组合、节理分期
- 节理的力学属性
- 张节理形成的最大深度问题

第五章　节　理

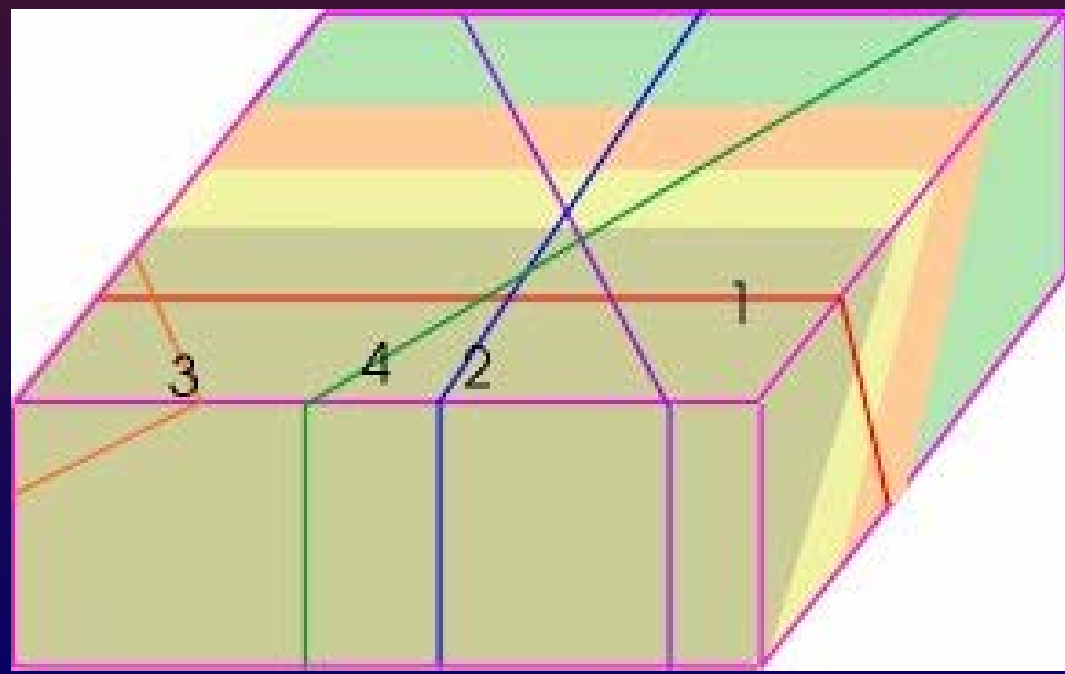
- 节理定义：无明显位移的断裂，成群成组发育。
- 节理研究意义
  - 脉状矿产
  - 油气水运移储集
  - 工程地质
  - 地质构造分析

第一节　节理分类

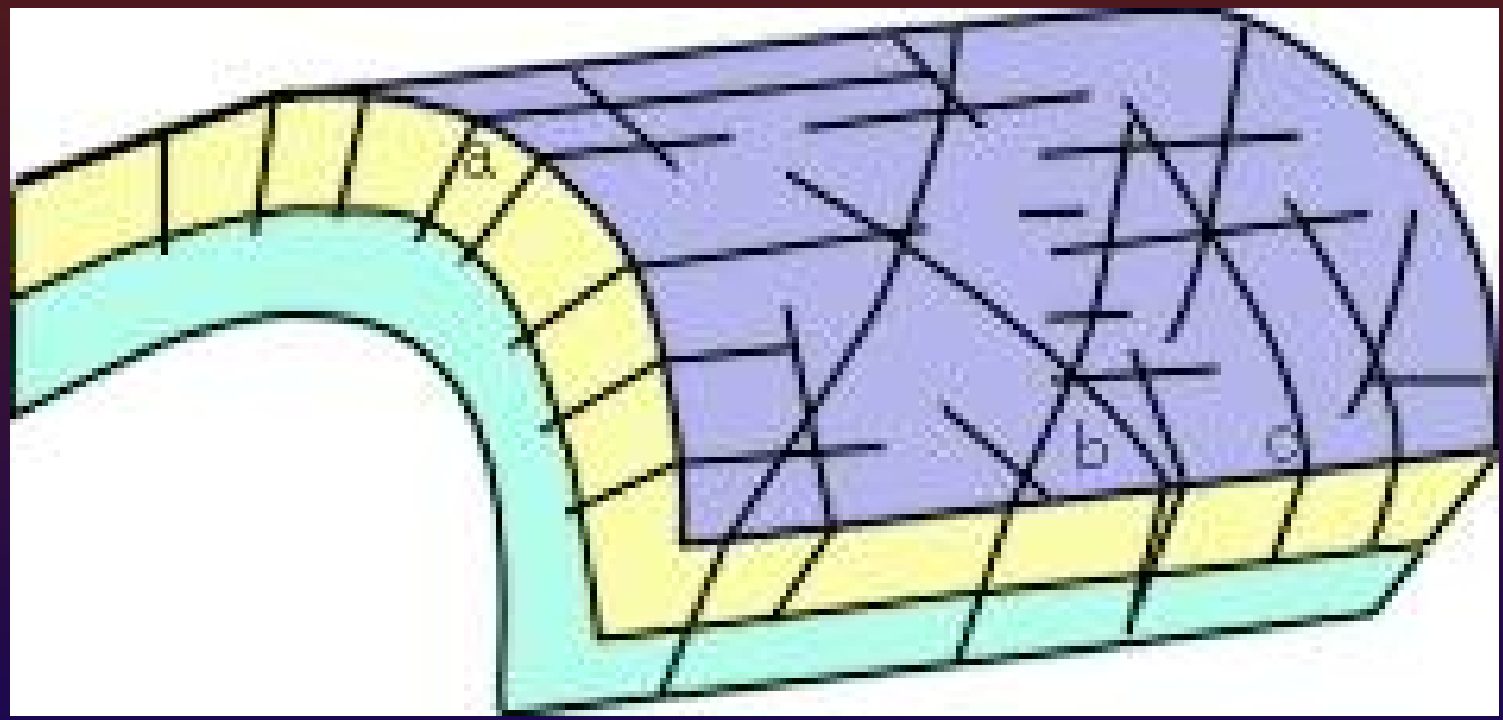
- 根据节理与有关构造的几何关系的分类
- 根据节理力学性质的分类

节理与岩层产状关系的分类

- 水平岩层—以方位表示
- 倾斜岩层：
  - 走向节理（1）
  - 倾向节理（2）
  - 斜向节理（3，4）
  - 顺层节理



节理与褶皱轴关系的分类



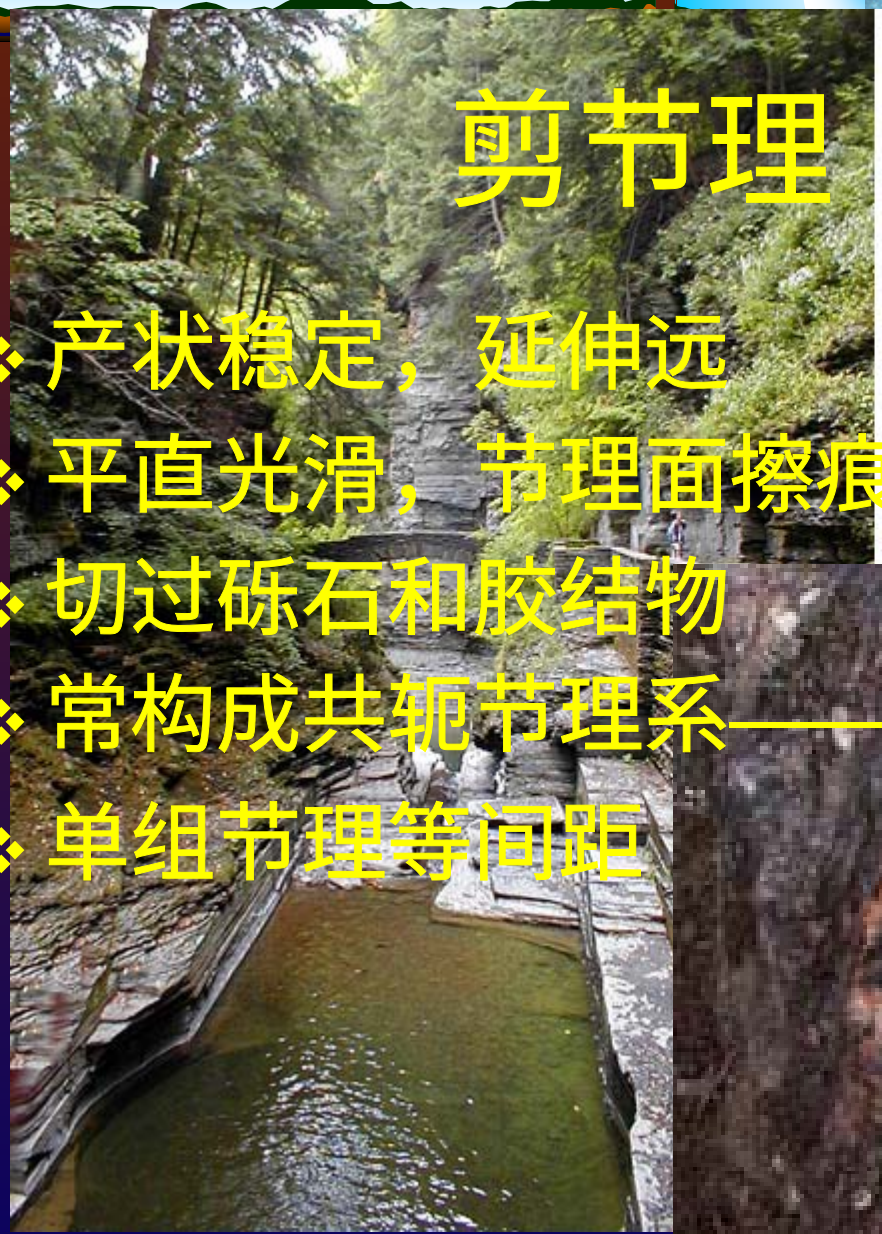
- a-纵节理；b-斜节理；c-横节理

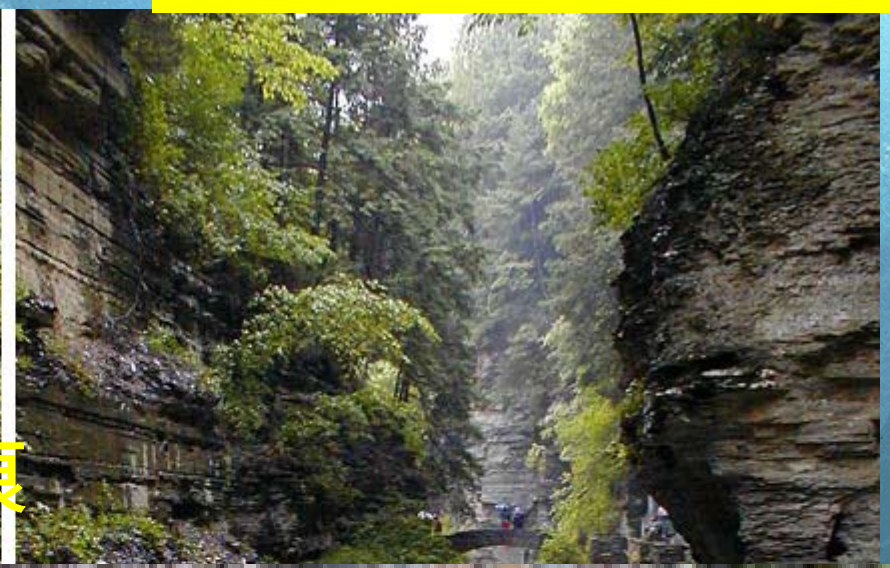
根据节理力学性质分类

- 剪节理
- 张节理

剪节理

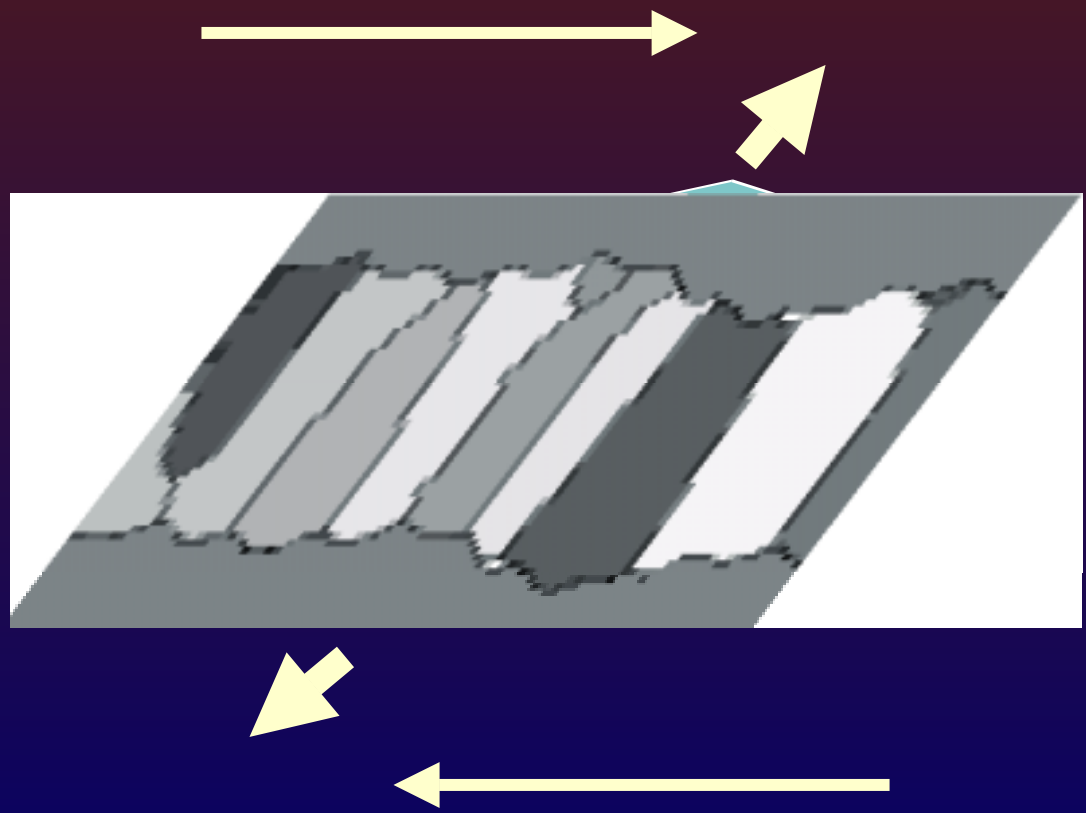
- 产状稳定，延伸远
- 平直光滑，节理面擦痕
- 切过砾石和胶结物
- 常构成共轭节理系——棋盘格构造
- 单组节理等间距





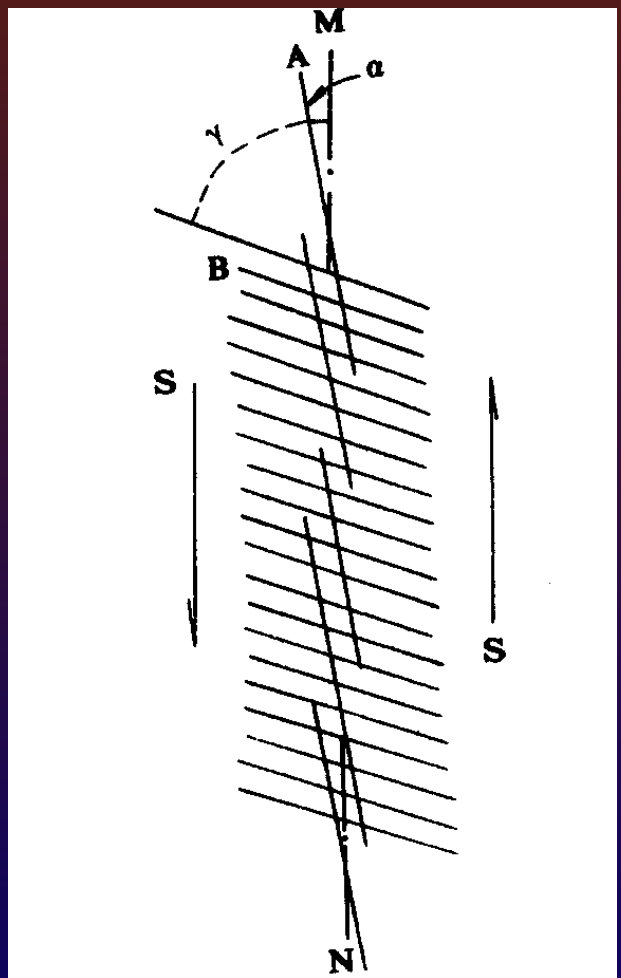


剪节理

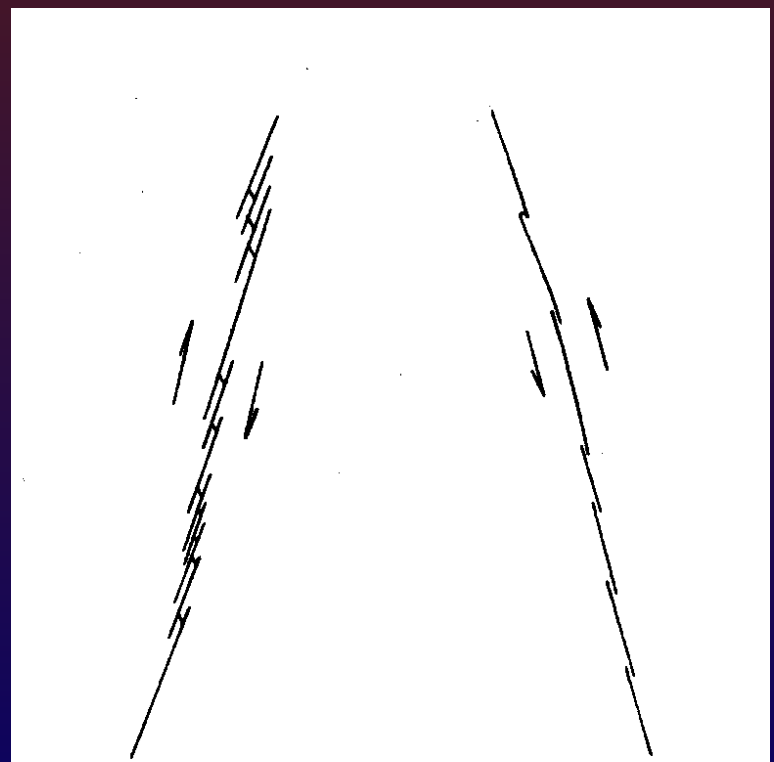


剪节理

- 羽列
- 左列式
- 右列式
- 羽列与运动方式



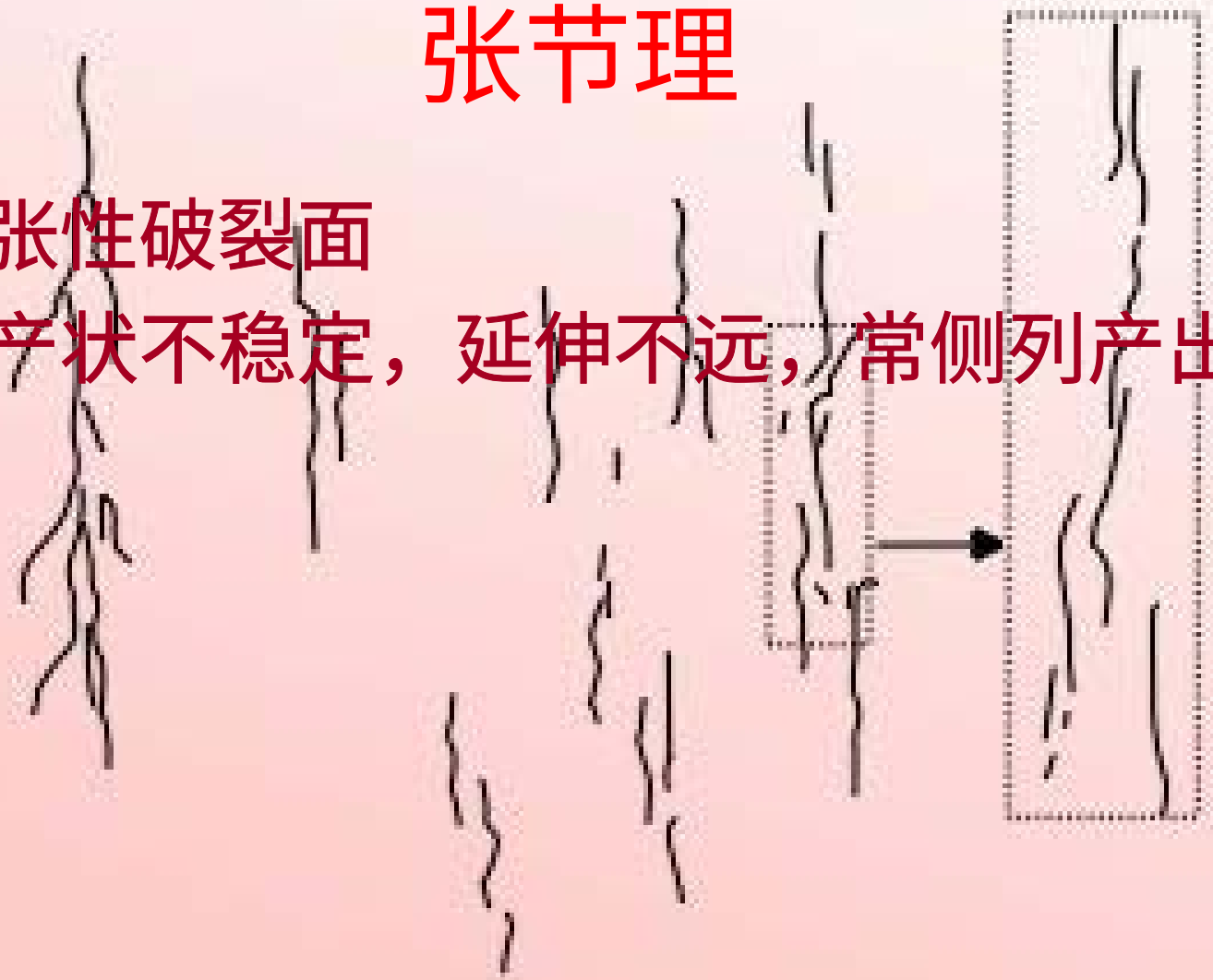
剪切实验形成的两组共轭剪节理A与B（据马宗晋等）



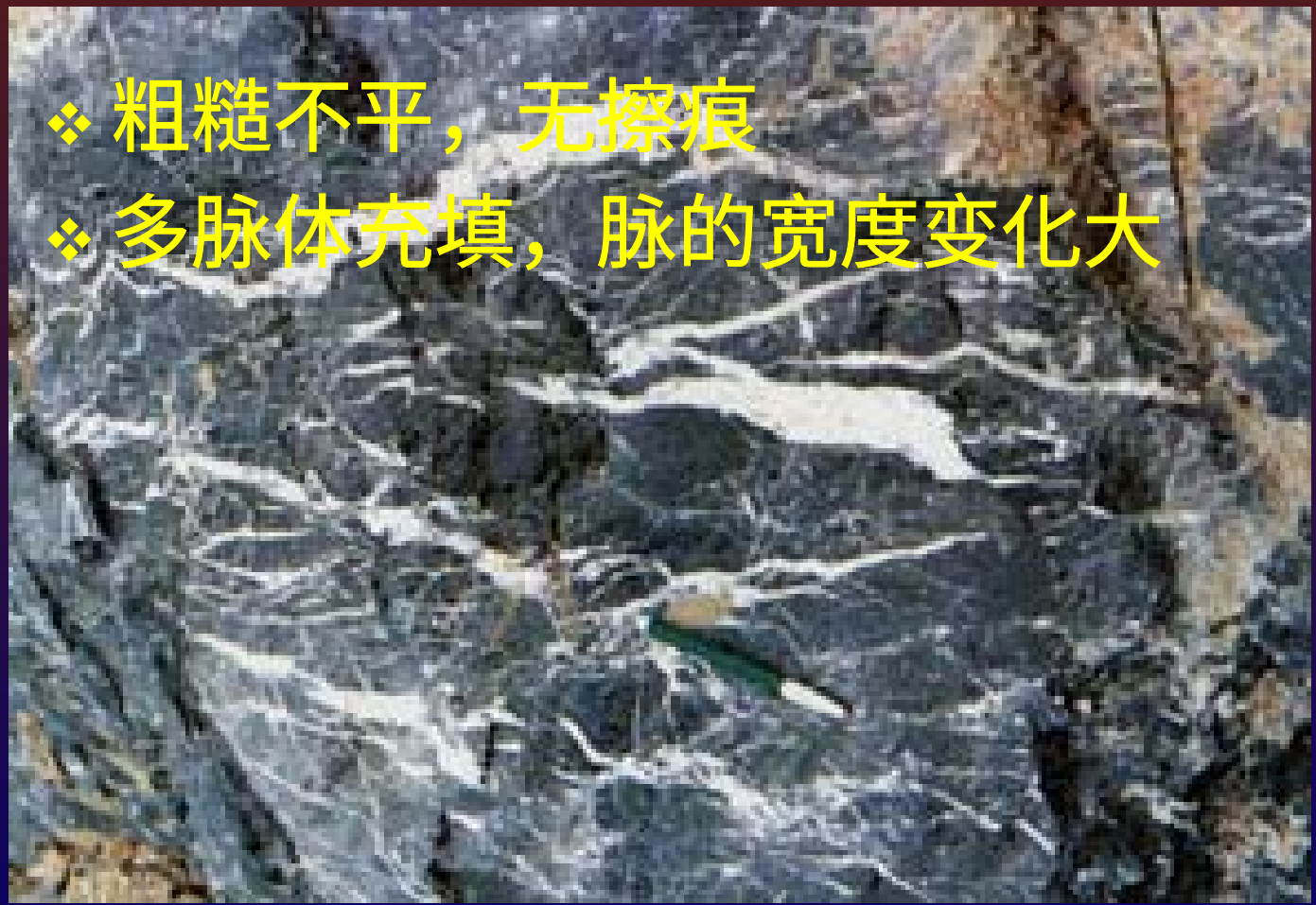
湖北黄陵背斜南部寒武系灰岩中剪节理羽列现象平面素描

张节理

- 张性破裂面
- 产状不稳定，延伸不远，常侧列产出

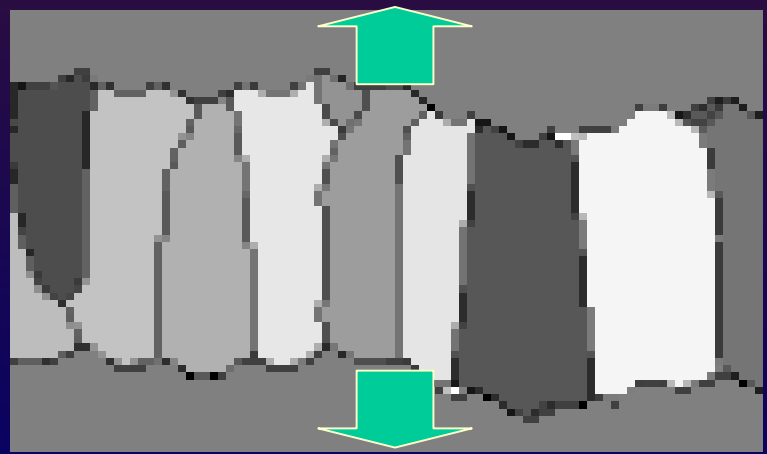


张节理



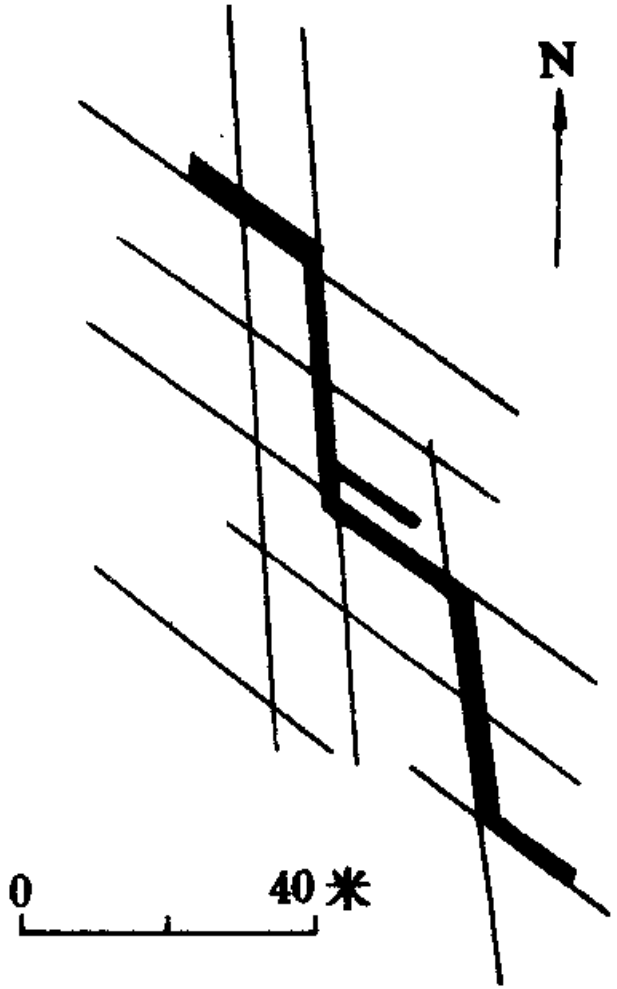
张节理

- 常绕过砾石
- 节理内部矿物生长方向



张节理

- 追踪共轭剪节理，呈锯齿状
  - 追踪张节理



江苏江宁两组共轭剪节理控制的锯齿状追踪张节理铁矿脉

张节理

- 呈单列或组合成共轭雁列张节理
- 锐夹角



第二节　节理与主应力关系

- 张节理法线 = σ_3方向
- 张节理法线 = 应变椭球X轴

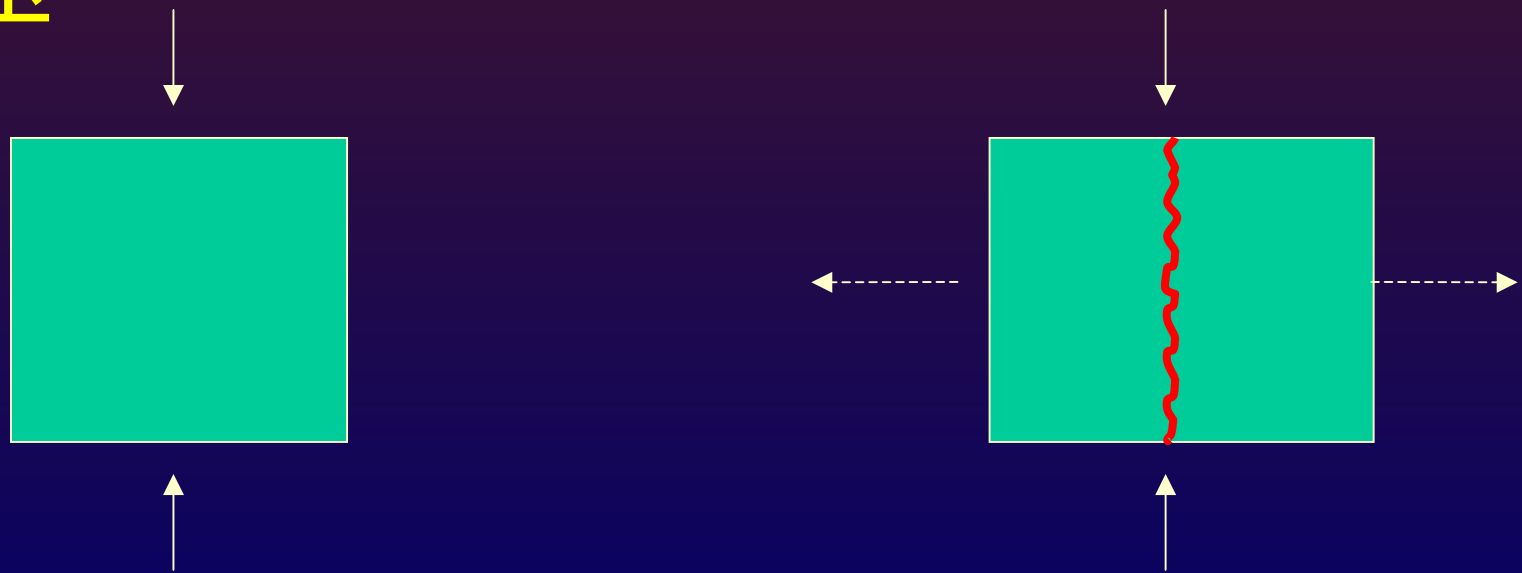
拉伸



节理与主应力关系

- 张节理法线 = σ_3方向
- 张节理法线 = 应变椭球X轴

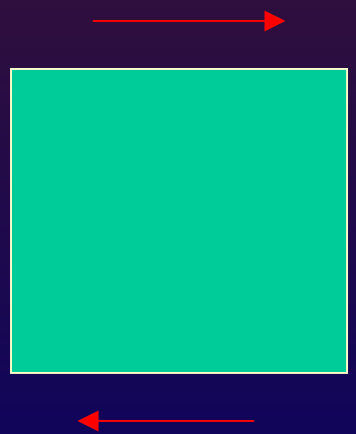
挤压

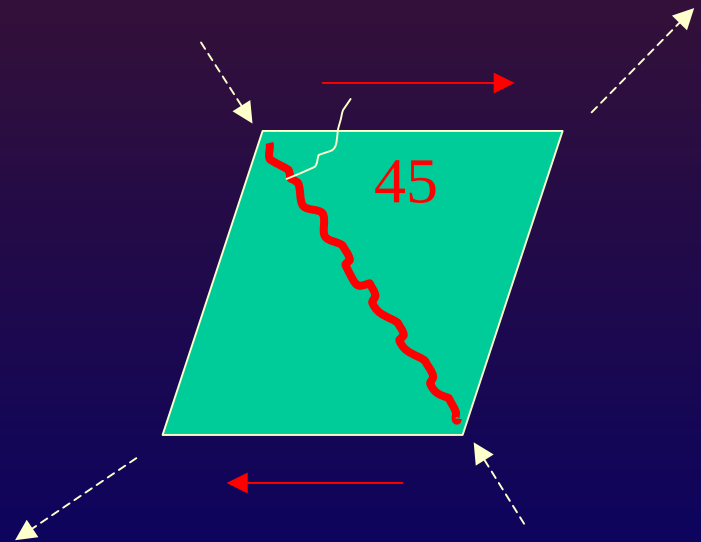


节理与主应力关系

- 张节理法线 = σ_3方向
- 张节理法线 = 应变椭球X轴

单剪



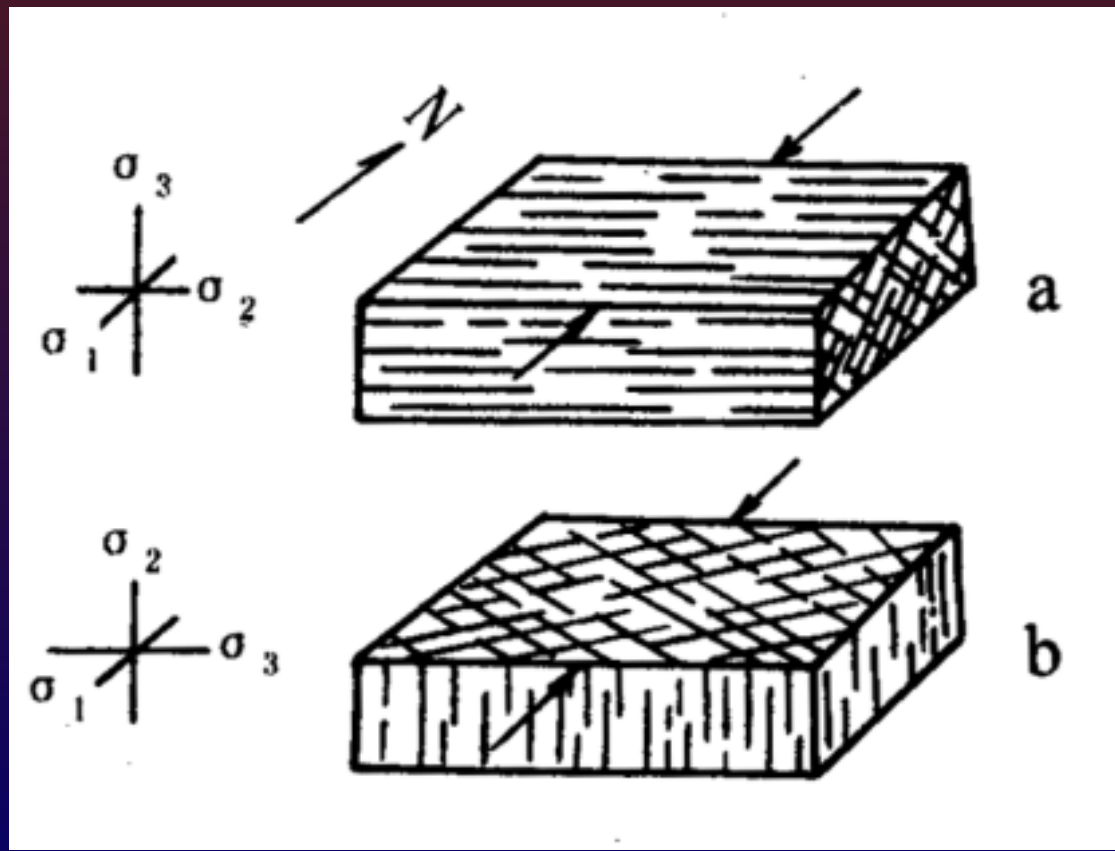


节理与主应力关系

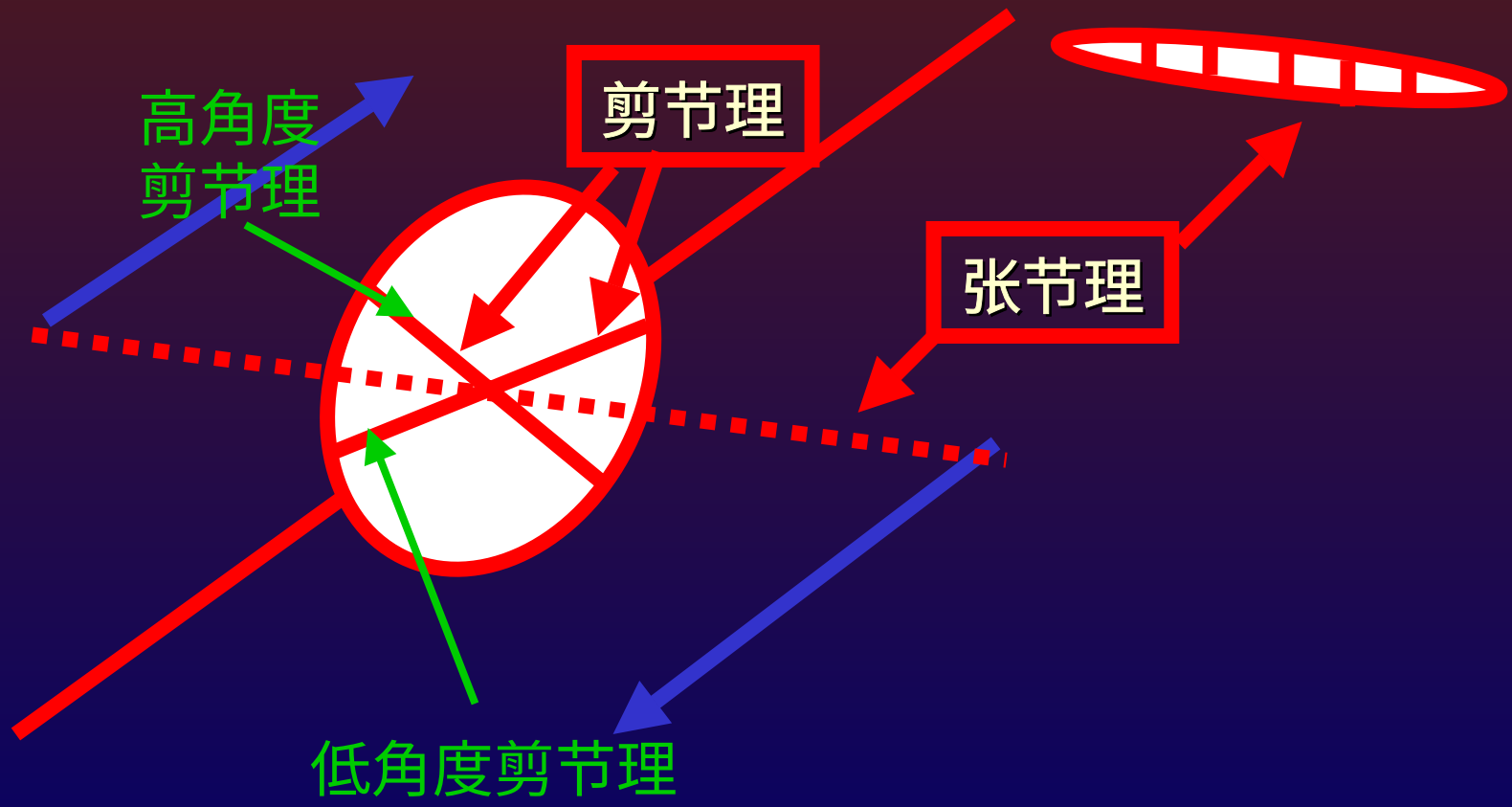
- 剪节理与主应力关系
  - 共轭剪切节理的交线与σ_2
  - 共轭剪切节理的锐夹角、钝夹角与σ_1 、 σ_3

节理与主应力关系

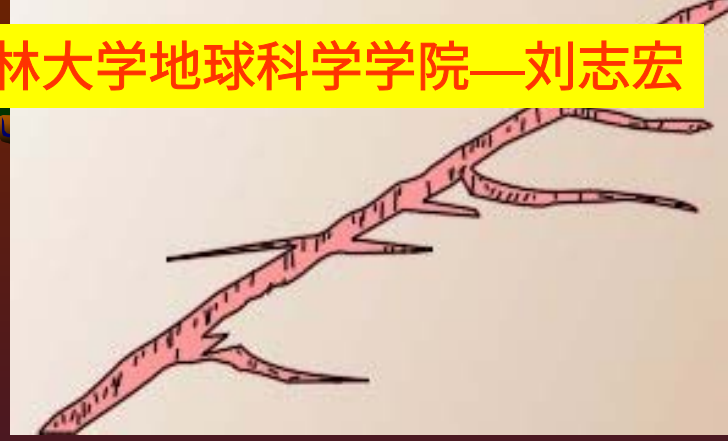
- 剪节理与主应力关系
  - 两种纯剪应力状态下剪切节理的产状关系

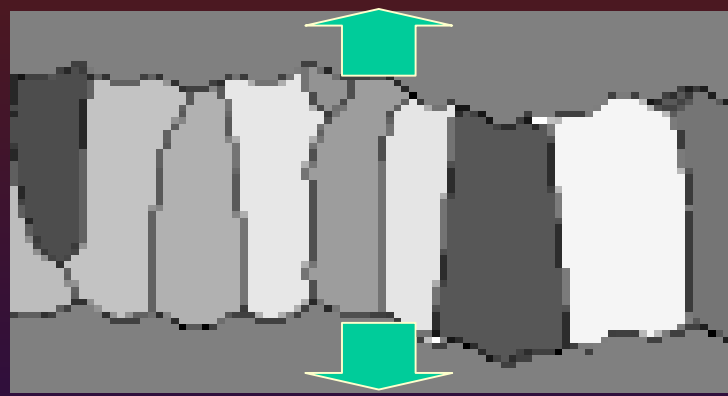


- 剪节理与主应力关系
  - 单剪状态



节理力学性质的转化



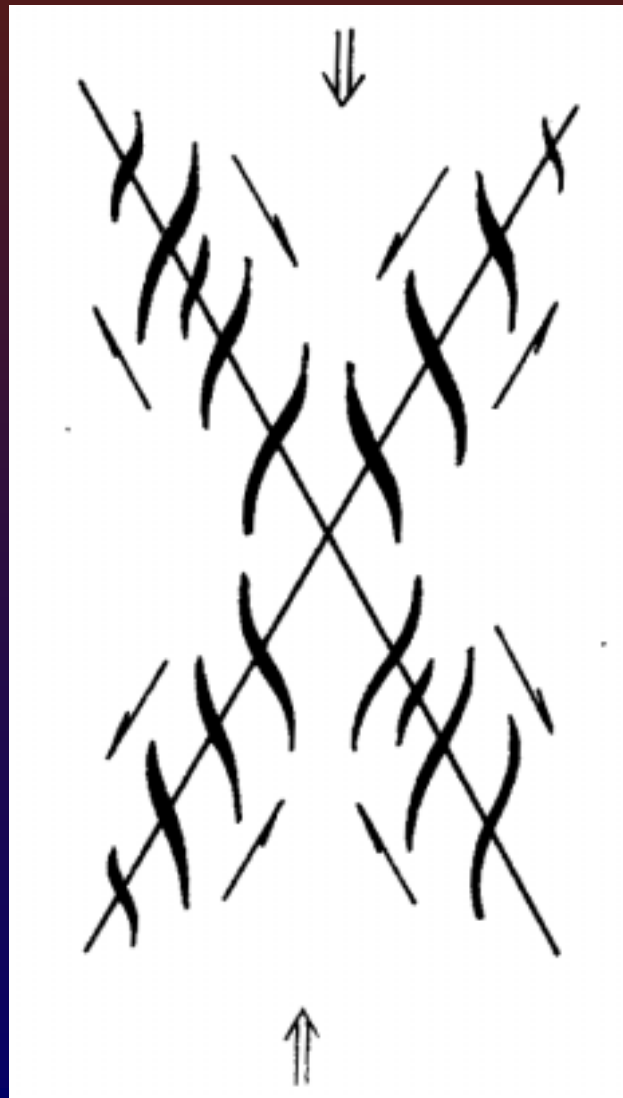


递进变形影响

- 节理特征：
  - 主干节理
    - 形态（平直），与派生节理的关系（？）都表明具有右旋剪切性质。
    - 主干节理中石英纤晶延伸方向与节理壁夹50°角，该方向为拉伸方向，说明其又具有拉张性质
  - 派生节理
    - 石英纤晶在末端垂直于节理，在与主干节理汇合部位与节理壁夹60°角
- 结论：剪应力与张应力同时作用的产物

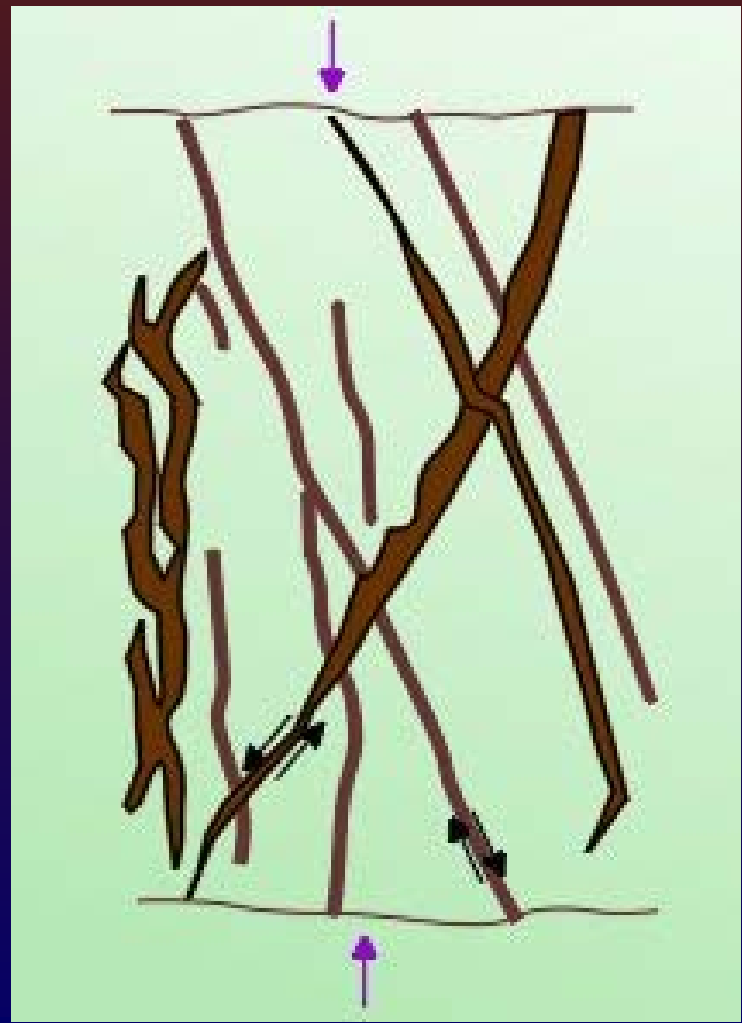
第三节　节理组和节理系

- 节理组——同一次构造活动中形成（在同一应力场中）的产状、力学性质基本相同的节理群
- 节理系——两个或两个以上同期形成的节理组。例如X共轭节理系；放射状和环状节理系
- 共轭节理系是判别区域应力场主应力作用方式和方向的有效方法，但并非所有的交叉节理都是共轭节理。



共轭节理的鉴别方法：

- 两组节理具有相反的剪切旋向是共轭关系重要依据，相向运动的两象限为σ_1方向，相背运动的两象限为σ_3方向。



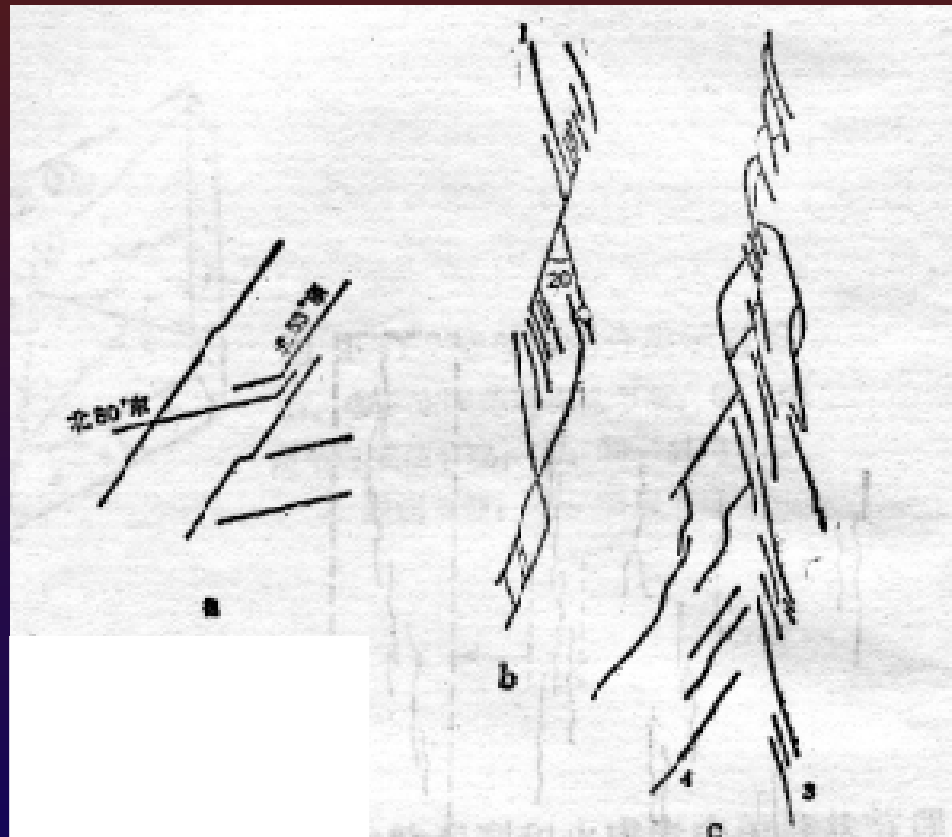
共轭节理的鉴别方法：

- 两组节理互相切割；



共轭节理的鉴别方法：

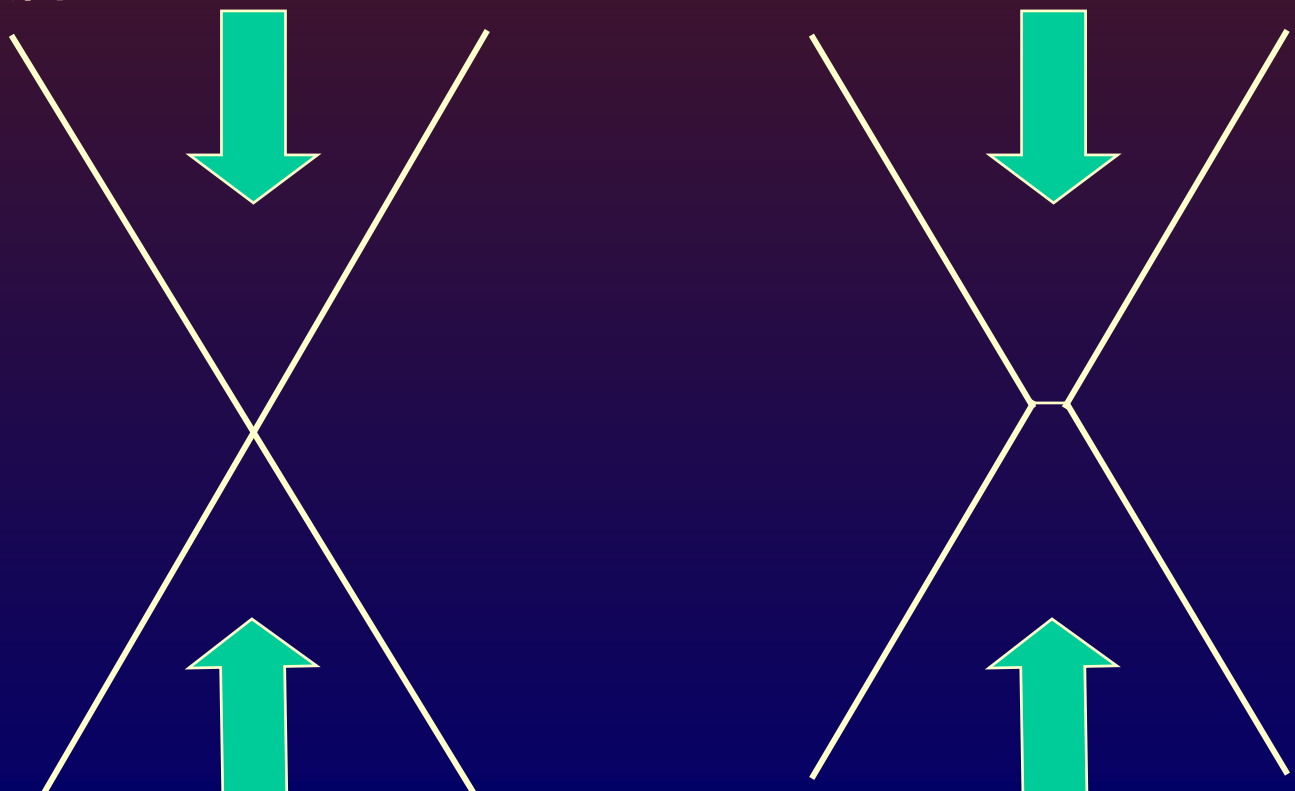
- 共轭节理的尾部常有折尾、分叉现象，在节理交叉处常构成菱形结环，可确定为共轭节理。



剪节理尾端变化的三种型式
(据马宗晋等，1965)
a—折尾，b—菱形结环，c—节理分叉
1与2、3与4分别为两组共轭剪节理

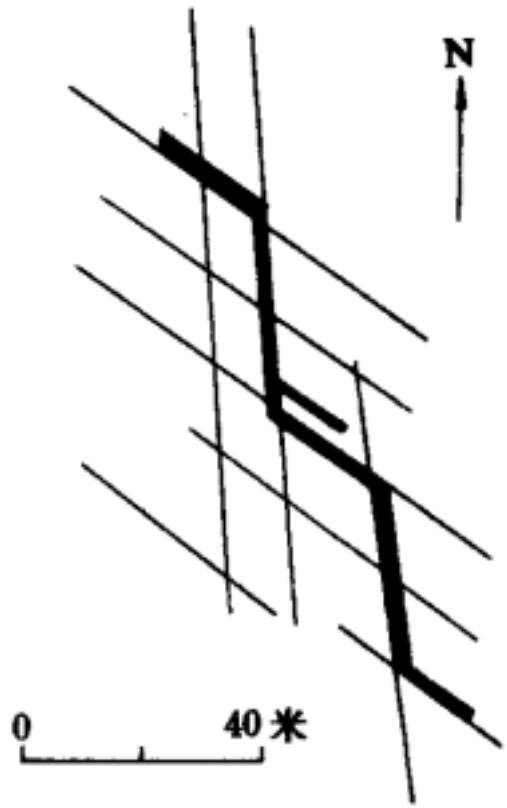
共轭节理的鉴别方法：

- 相向运动的二象限尖端的钝化现象——这是可靠依据。



共轭节理的鉴别方法：

- 有张节理追踪的两组剪节理，为共轭节理。

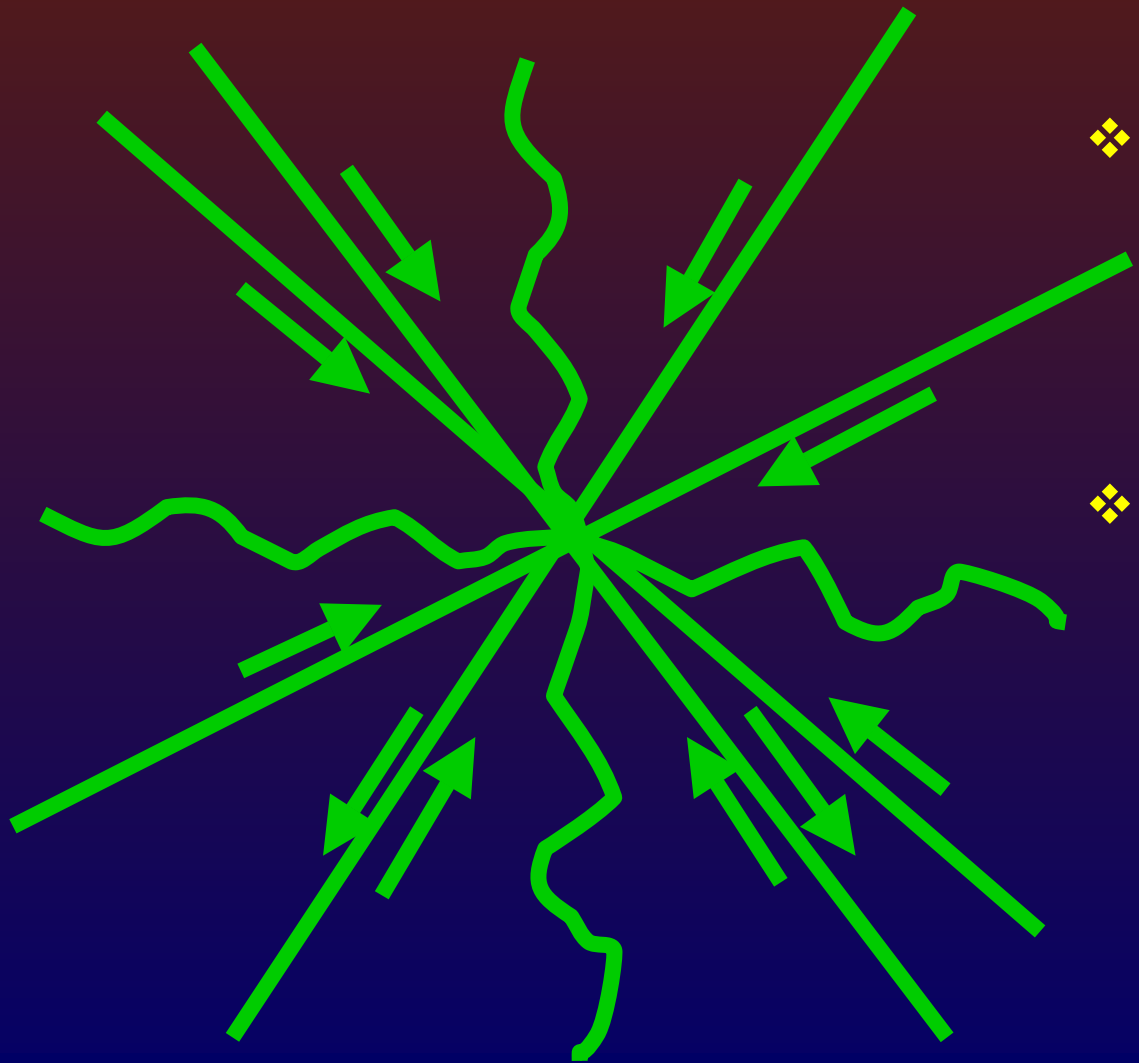


江苏江宁两组共轭剪节理控制的锯齿状追踪张节理铁矿脉

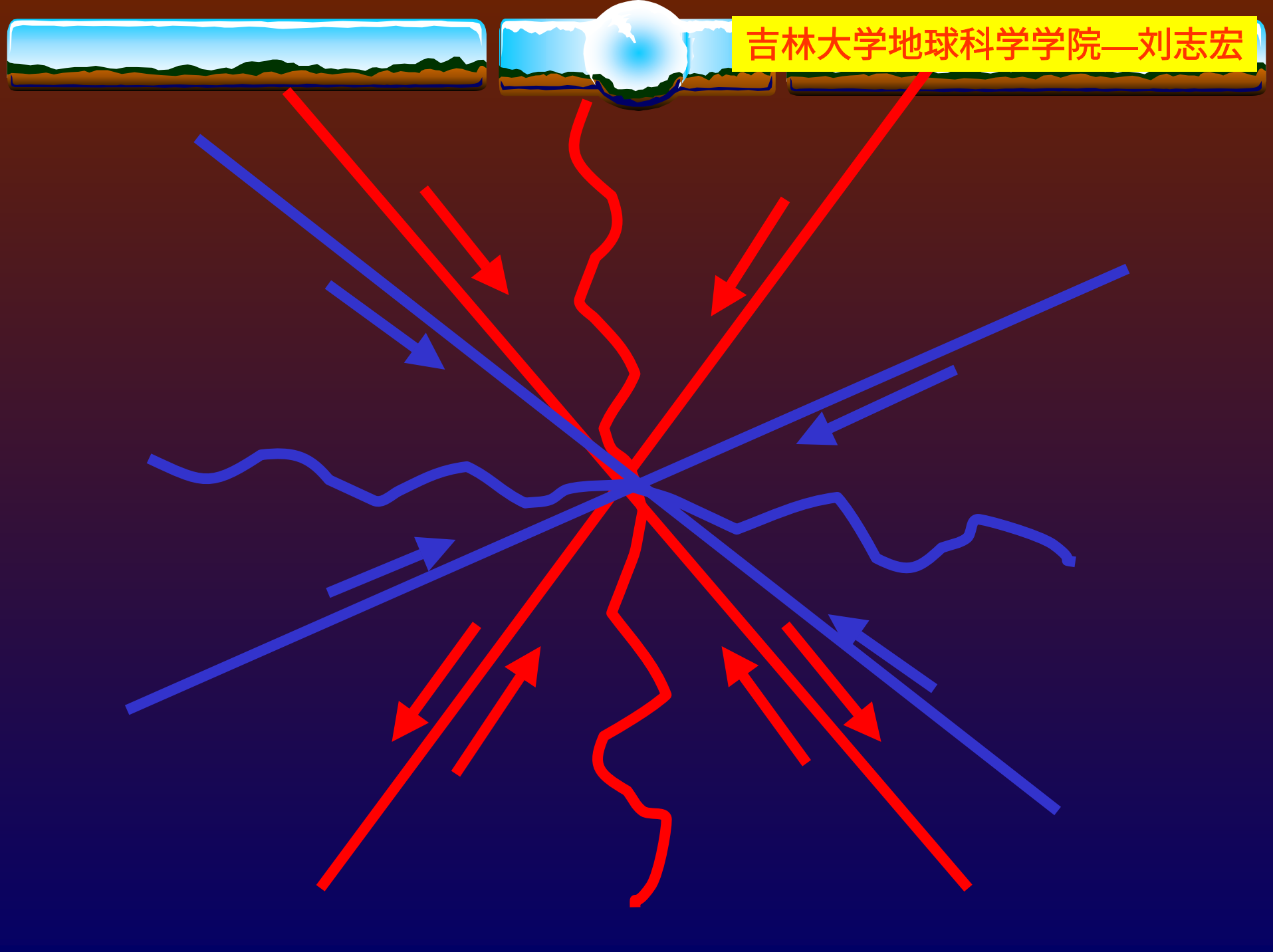
第四节　节理分期

从时间、空间和力学成因上研究构造发育史、构造分布规律，为构造分析和古应力场恢复提供依据

节理分期的依据



- 节理与节理组的交切关系
  - 错断、限制、互切、追踪
- 各期节理的配套关系
  - 统一应力场中各组节理的配套关系（运动方式）
  - 共轭节理尾端变化


吉林大学地球科学学院—刘志宏

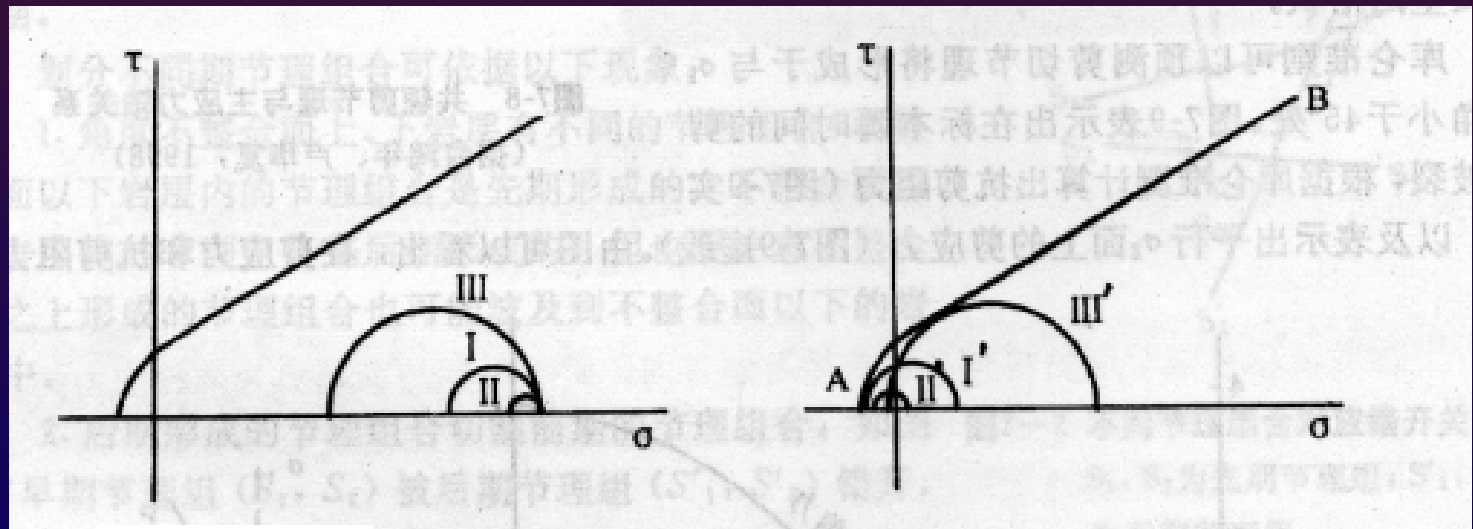
节理分期的依据

- 结合地质背景（所在的构造和地质体）
  - 不整合面
  - 节理与岩层产状关系

第五节 关于张节理的最大深度

地壳内的岩石受静岩压力随着深度增大而增加，静岩压力愈大张节理愈难产生。

对于σ_1铅直、σ_3水平的条件下，Brace（1964）推断出干燥辉绿岩中张节理形成的最大深度为2.7km。但在盆地内4000-5000米深的岩心中仍可见张节理。



在孔隙压力条件下张节理产生的条件（据 Hobbs，1976）

本讲要点

- 张节理、剪节理的鉴别
- 节理组、节理系
- 共轭节理的鉴别方法
- 节理的分期依据

思考、讨论题

- 节理、张节理、剪节理、节理组、节理系
- 怎样利用节理判断局部主应力状态？
- 能否利用主断裂旁侧的张节理和剪节理判断断裂的运动方式?
- 说明共轭节理的鉴别标志。