

讨论：断层概论

- Anderson模式在多大程度上解释了断层形成时的应力状态？这种模式的局限是什么？
- 褶皱是塑性变形，断层是脆性变形，二者为何可以同时出现？

Anderson模式在多大程度上解释了断层形成时的应力状态？这种模式的局限是什么？

- 根据地质观察总结分析得出
- 近地表环境
- 均质体
- 受力均匀
- 不涉及断层形成过程

- 褶皱是塑性变形，断层是脆性变形，二者为何可以同时出现？
 - 岩石力学性质
 - 岩体（岩层）变形性状
 - 时间—应变速率
 - 流体
 - 温度、压力

第七章 断层

- 断层概论
- **伸展构造及重力滑动构造**
- 逆冲推覆构造
- 走滑断层
- 韧性剪切带



7.2 伸展构造及重力滑动构造

- 伸展构造是岩石圈基本构造形式之一，与挤压构造具有同等的重要性
- “开”（伸展）与“合”（挤压）具有对立统一的关系，一定条件下两者可以发生互相转换
- 重力滑动构造与伸展构造既有联系又有区别，是一种重要的构造现象，对区域构造研究具有重要意义

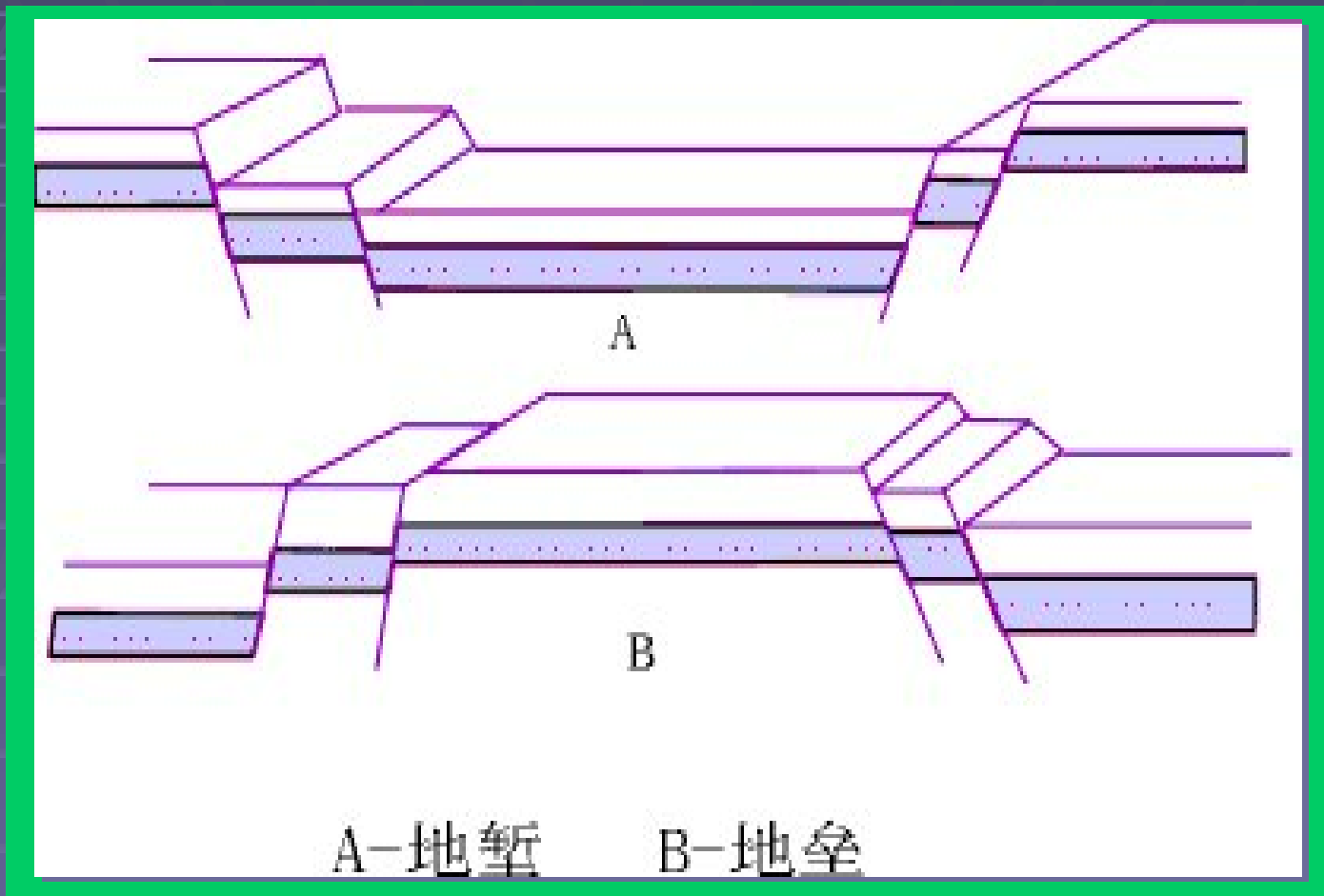
7.2 伸展构造及重力滑动构造

- 伸展构造类型
- 伸展构造模式
- 剥离断层与变质核杂岩
- 重力滑动构造

7.2.1 伸展构造类型

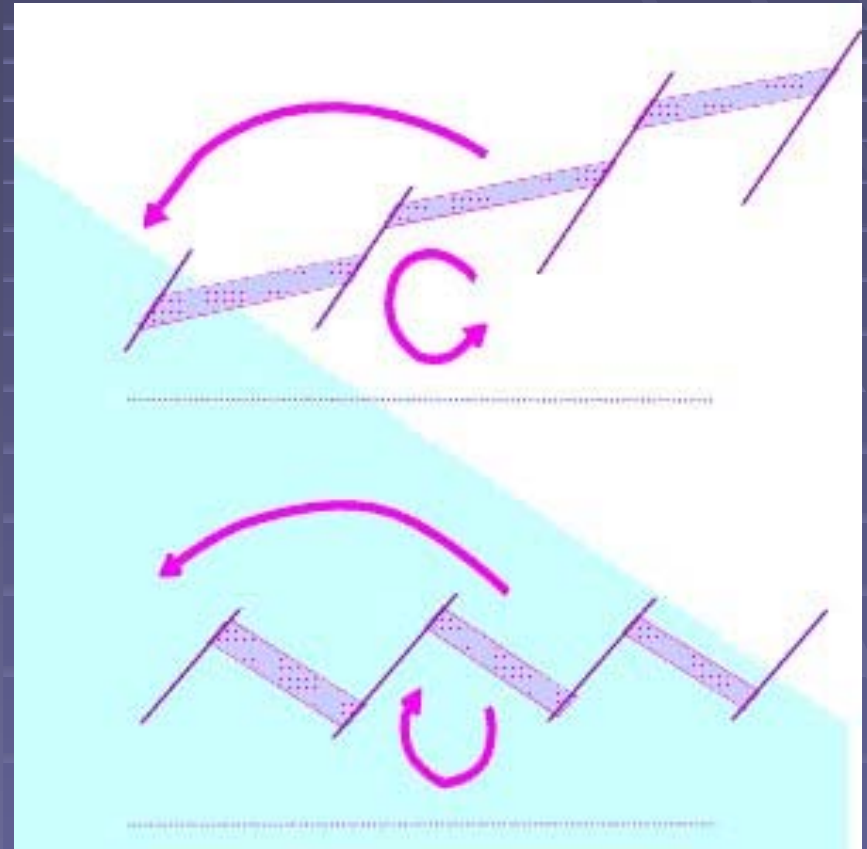
- 地堑、地垒
- 阶梯状断层；箕状和盆岭构造
- 大型断陷盆地
- 裂谷

7.2.1.1 地堑和地垒



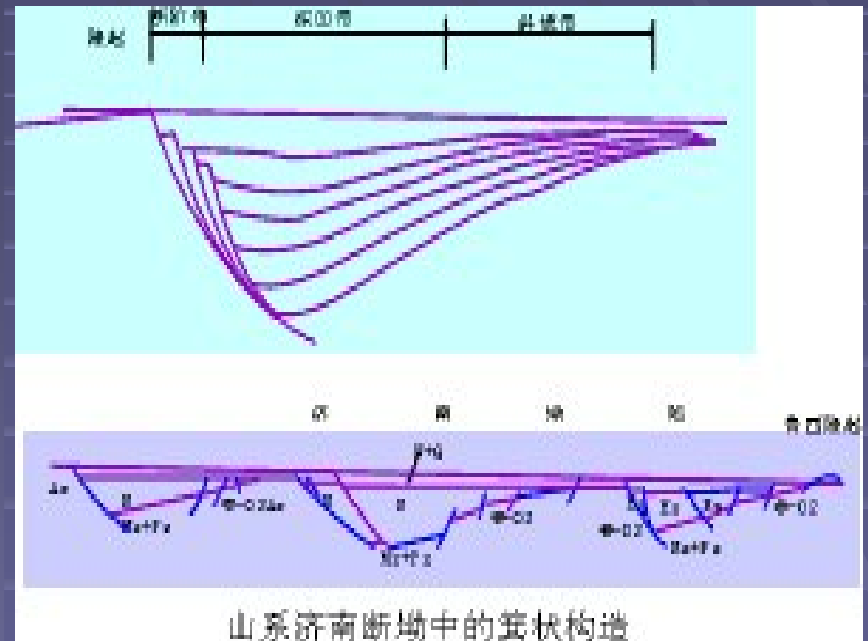
7.2.1.2 阶梯状断层，箕状、盆岭构造

- 阶梯状断层
 - 多条断层组合成阶梯状，断层面呈平面状或弧形（旋转）
- 箕状构造
 - 半地堑，不对称
- 盆岭构造
 - 掀斜构造、阶梯状断层、地堑和地垒共同构成的构造-地貌单元



7.2.1.2 阶梯状断层，箕状、盆岭构造

- 阶梯状断层
 - 多条断层组合成阶梯状，断层面呈平面状或弧形（旋转）
- 箕状构造
 - 半地堑，不对称
- 盆岭构造
 - 掀斜构造、阶梯状断层、地堑和地垒共同构成的构造-地貌单元



7.2.1.3 大型断陷盆地

- 大型断陷盆地是区域性沉陷形成
- 大型断陷盆地的形状通常为菱形、带状或（近）等轴状
- 我国的大型断陷盆地包括华北盆地、松辽盆地、江汉盆地等

7.2.1.4 裂谷 Rift (valley)

- 裂谷是大型的复杂地堑系，位于区域性隆起的轴部，是岩石圈伸展作用的产物
- 裂谷是岩石圈基本构造之一，是Wilson旋回中的初始阶段
- 裂谷特征
 - 沉积作用
 - 地震
 - 地球物理特征
 - 岩浆作用和火山活动
 - 深部结构

7.2.1.4 裂谷

- 沉积作用
 - 磨拉石-碎屑岩
 - 蒸发岩和红层
 - 熔岩
- 浅源地震带
- 地球物理特征
 - 负重力异常，或负背景上的正异常
 - 负磁异常
 - 裂谷边界平行于重力梯度带（及磁异常带）
 - 热流高

7.2.1.4 裂谷

- 岩浆作用和火山活动
 - 活跃的火山活动带
 - 火山岩组合
 - 大陆溢流玄武岩，碱性玄武岩及其深成侵入体
 - 双峰系列（Bi-model）火山岩：拉斑玄武岩-流纹岩，或碱性玄武岩-响岩或粗面岩套
- 裂谷的深部结构
 - 地幔上涌、地壳减薄、裂谷垫（异常地幔，波速低，壳幔物质混合组成）

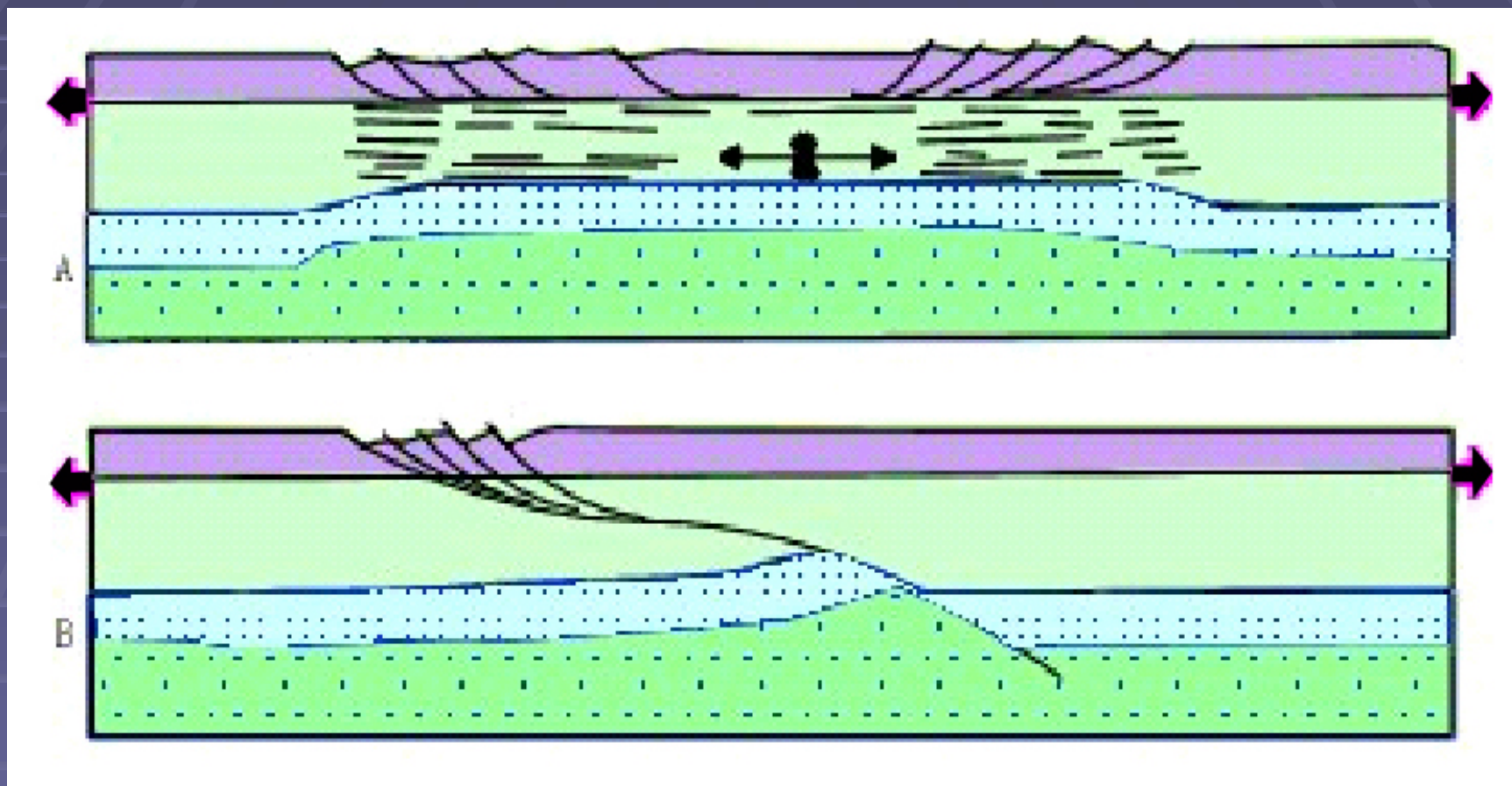
7.2.1.4 裂谷

- Wilson circle
 - Intra-continental rift
 - Inter-continent rift
 - Oceanic rift
 - Atlantic
 - Pacific
 - Mediterranean
 - Suture (Alps, etc.)

7.2.2 伸展构造模式

- 据伸展构造形成时的应力状态
 - 纯剪—地堑、裂谷
 - 单剪—巨型剥离断层+上盘阶梯断层
- 据地壳结构
- 据断层活动方式

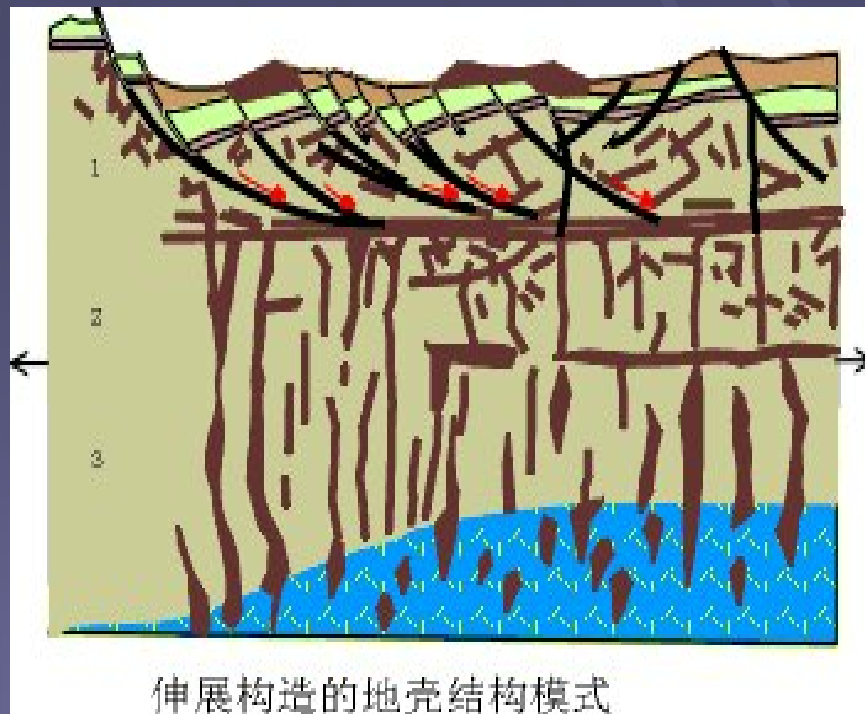
7.2.2.1 据形成时应力状态伸展构造模式



上图：纯剪模式； 下图：单剪模式

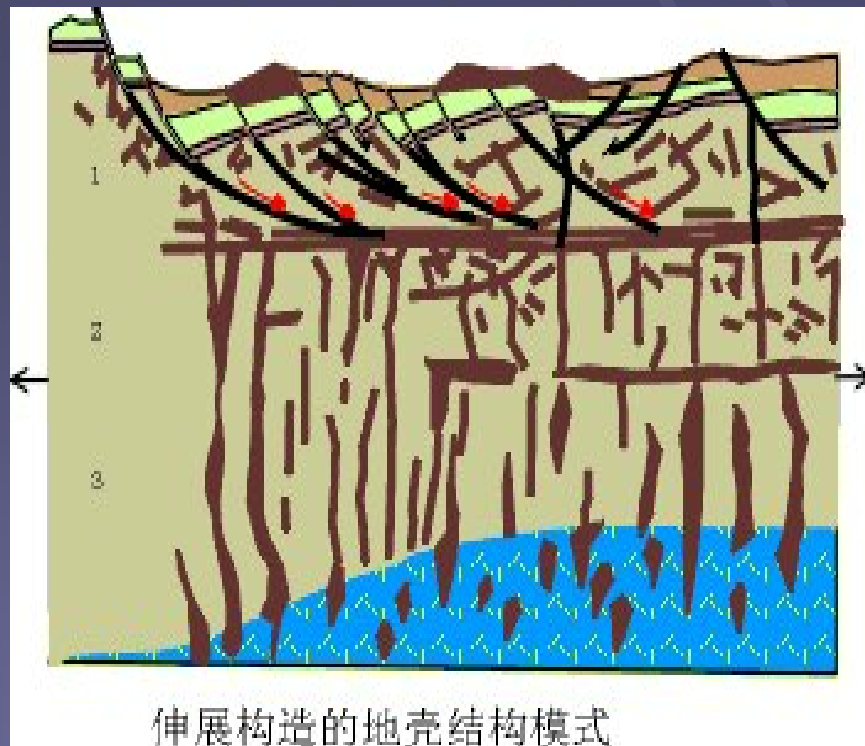
7.2.2.2 据地壳结构的伸展构造模式

- 根据垂向分带分为三个构造层次
 - 表层次：各种正断层组合
 - 中层次：韧性带、糜棱岩带、塑性伸展构造变形为主
 - 深层次：地壳深部伸展性塑性流变，常有花岗岩和基性岩墙群



7.2.2.2 据地壳结构的伸展构造模式

- 伸展构造外来系统：
大型正断层以上部分
 - 各种正断层（正、反向阶梯状、地堑、地垒）
 - 旋转、垂向变薄、横向拉长
 - 深层次为韧性流动和岩墙群

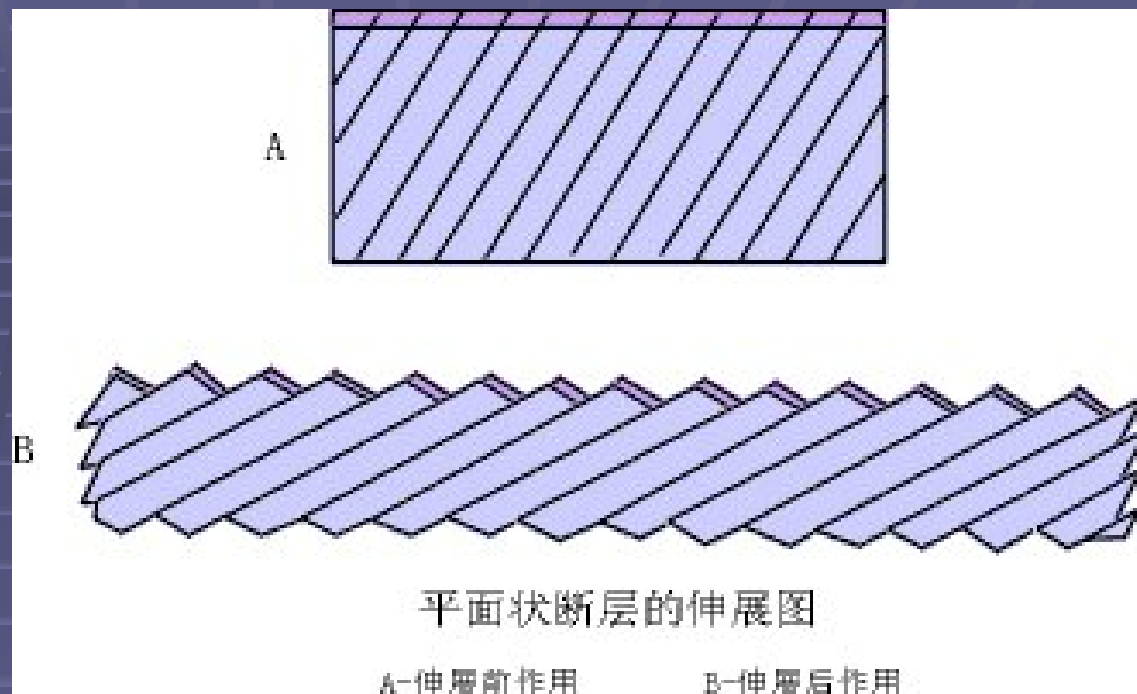


7.2.2.3 据断层活动方式的伸展构造模式

类型	构造（断层或岩层）	断层面形态
非旋转型	断层或岩层不旋转	平面状
旋转型	岩层旋转断层不旋转	铲状
	断层或岩层均旋转	铲状或平面状

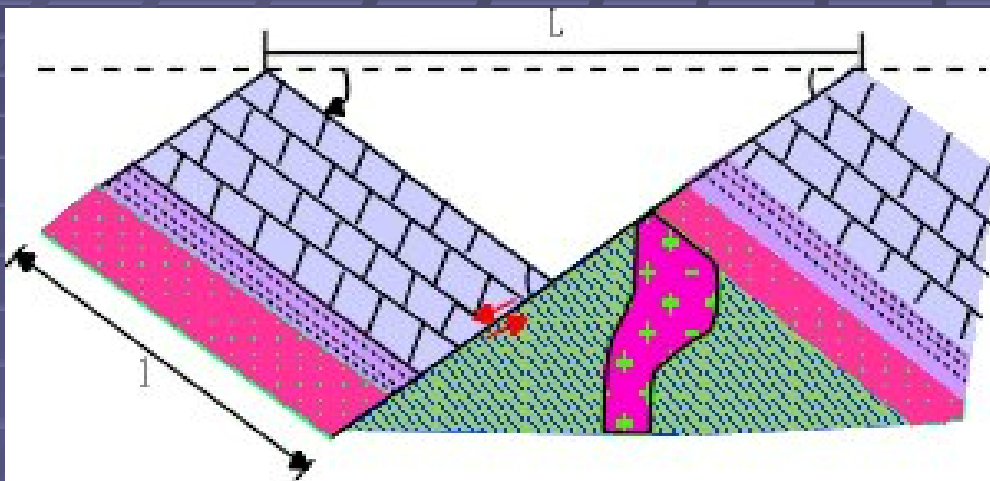
7.2.2.3.1

旋转伸展

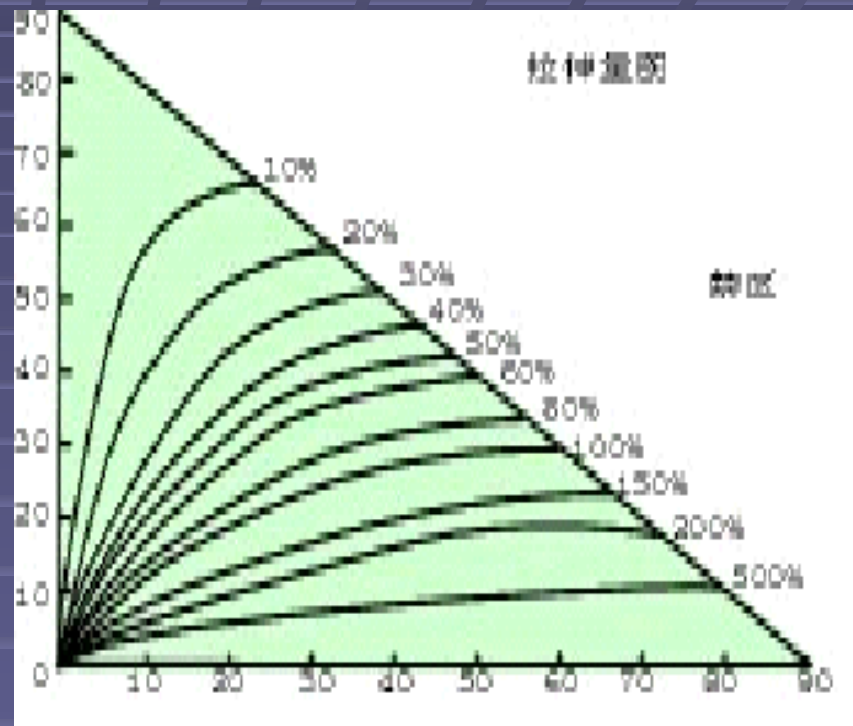


- 平面状断层伸展系统
 - 断层、岩层均发生旋转，断块发生伸展
 - 若已知断层和岩层产状，可计算伸展量

7.2.2.3.1 旋转伸展



平面断层伸展中断层倾角与断块伸展百分率之间的关系

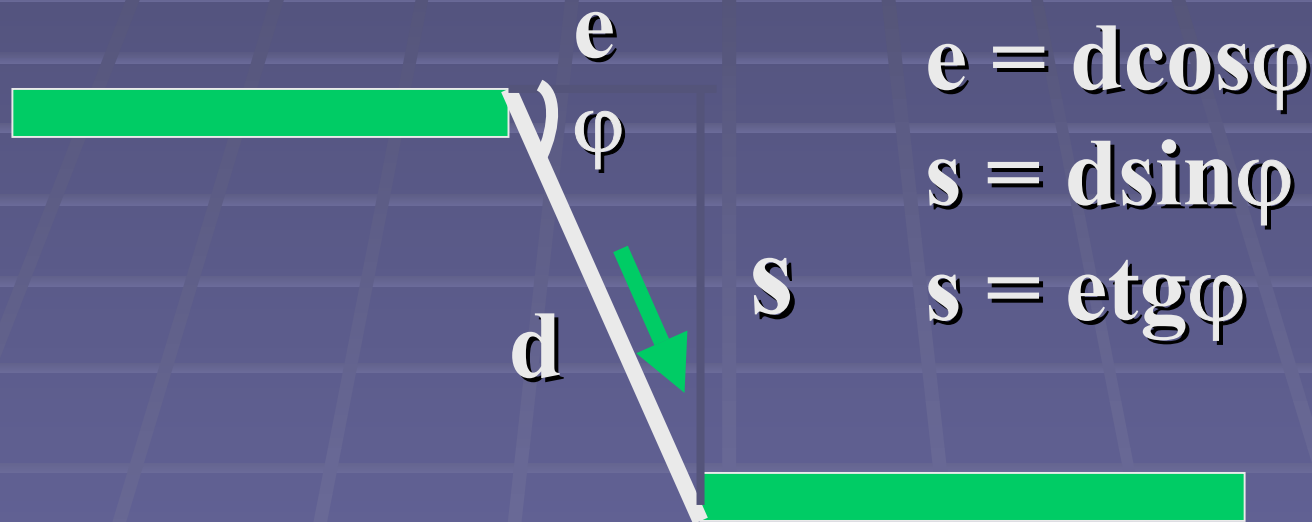


断层倾角

- 已知断层和岩层产状，可以求得伸展量

7.2.2.3.2 非旋转伸展

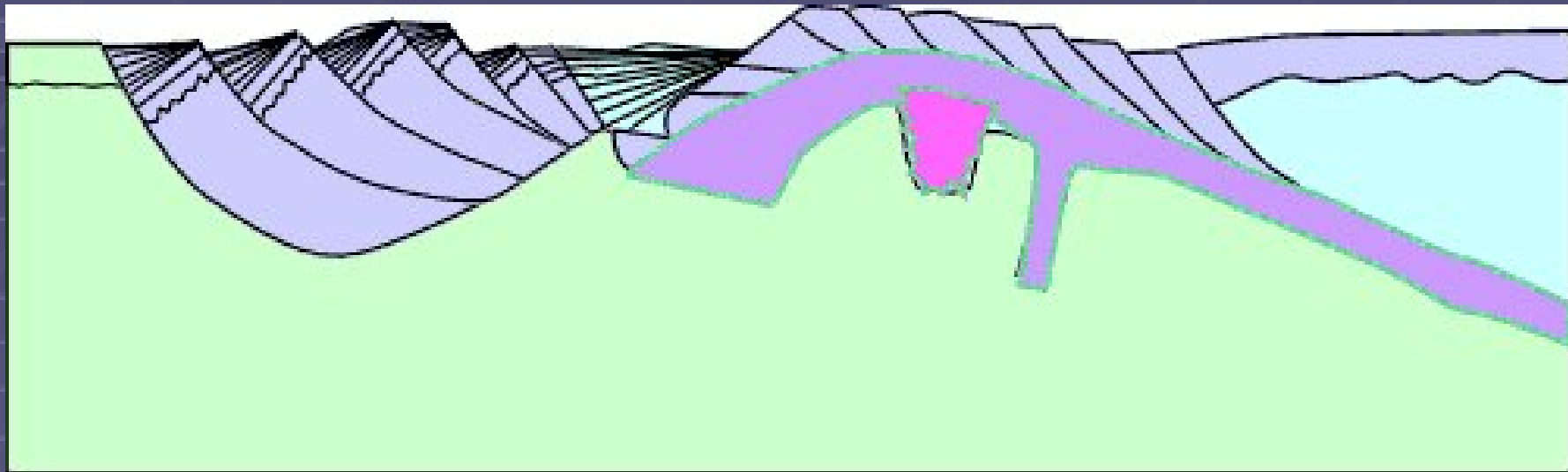
- 查明断层产状和几何形态（平面状或铲状），岩层产状及变化；旋转或非旋转，在此基础上查明伸展量



7.2.3 剥离断层与变质核杂岩

- 剥离断层：Armstrong（1972）根据北美盆岭区特点提出，指的是伸展构造区平缓的铲状大型正断层，其下往往伴以变质核杂岩体
- 变质核杂岩：以剥离断层为界的古老穹隆状片麻岩

7.2.3.1 剥离断层结构



- 上剥离盘—浅层次正断层组合
- 下剥离盘—变质核杂岩
- 盖层中常见顺层滑脱，导致地层减薄，缺失
- 剥离断层带宽且厚，断层岩序列可出现穿插叠覆
- 剥离断层发育时间长，常与区域隆起 / 伸展同时，且不限于同一层位或接触带

7.2.3.2 变质核杂岩

- 变质变形强烈，常有侵入体相伴
- 深部基性岩和岩墙群常见
- 顶部为糜棱岩带，厚几十米—数公里，常叠加脆性断层。
 - a线理；鞘褶皱；L-S组构

7.2.3.3 断层岩序列

(由糜棱岩带至剥离断层——由下而上)：

- 糜棱岩
- 碎裂岩，绿泥石化糜棱岩
- 掺有糜棱岩碎粒的碎粉岩、碎斑岩
- 角砾岩

7.2.3.4 剥离断层和核杂岩的确定标志

- 糜棱岩和穹状片麻岩
- 盖层与基底之间滑脱断层现象
- 盖层底部地层缺失及断层岩
- 盖层中的顺层断层表现为地层减薄、缺失、滑动破碎

7.2.3.5 剥离断层与成矿

- 卡林型金矿

- 内华达、亚到桑那、加州、秦岭等大中型金矿

- 成矿机理

- 上剥离盘中的氧化环境低温水溶液与下剥离盘中的还原环境高温水溶液，在剥离断层附近交汇，促使含矿溶液沉淀。剥离面若破碎强烈，可形成容矿空间。如胶东片麻岩、花岗岩中的金矿、安庆月山多金属矿，秦岭商丹带金矿带

7.2.3.6 剥离断层与不整合

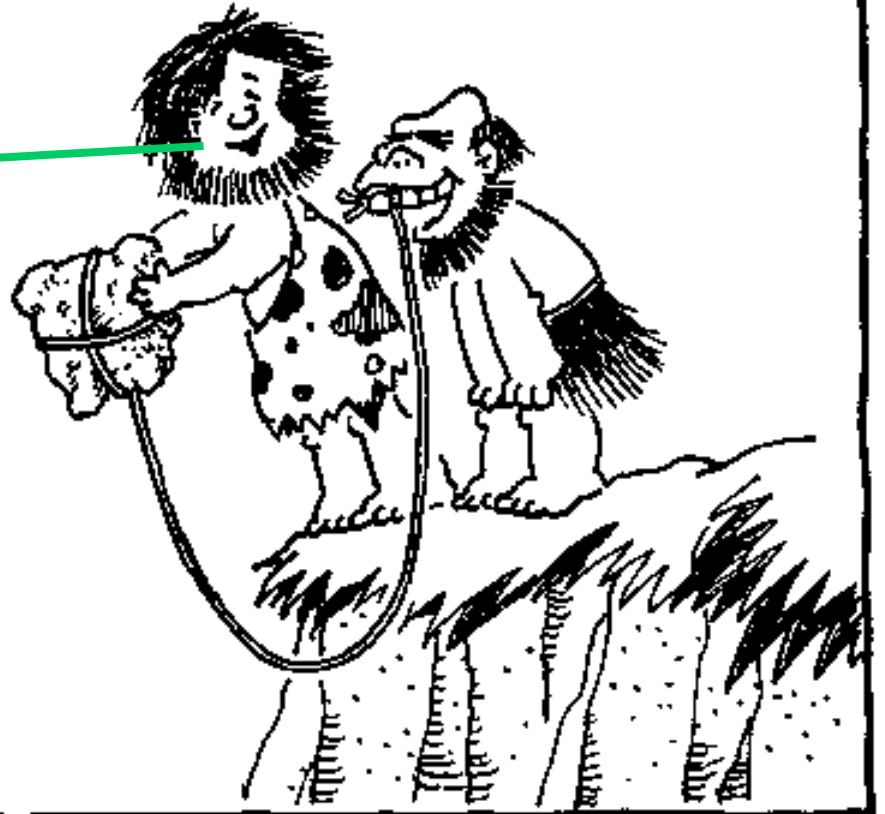
- 关于古老不整合的争论
 - 上下岩层产状一致，不整合不易识别，经常引起争论
- 原因
 - 构造叠加改造和/或断层作用使原来的产状变化，强迫一致，多数可见面理可能为糜棱岩面理，而非原始层理
 - 例如，关于嵩阳运动不整合界面的争论

7.2.4 重力滑动构造

重力滑动构造：岩层在重力控制和影响下滑动形成的构造

- 重力滑动构造的基本结构
- 重力滑动构造的分带
- 重力滑动构造的构造样式
- 重力滑动构造的形成条件

WORLD'S FIRST DENTIST



人類史上第一位牙醫。

- 重力的作用
可不能小看

7.2.4.1 重力滑动构造的基本结构

- 下伏系统：变形相对弱，固化程度高，坚实
- 润滑层：软弱层构成，如盐、粘土、煤
- 滑面（断层面）：常发育于不整合面、不同岩性之间的界面、塑性岩层界面，呈铲状
- 滑动系统：位于滑面以上、强烈变形

滑动系统特征

- 褶皱+逆断
- 褶皱强度渐增（自后缘向前缘）；斜歪→倒转→平卧；逆断发育于倒转翼，断面与轴面平行
- 可出现复杂无序多级滑脱现象

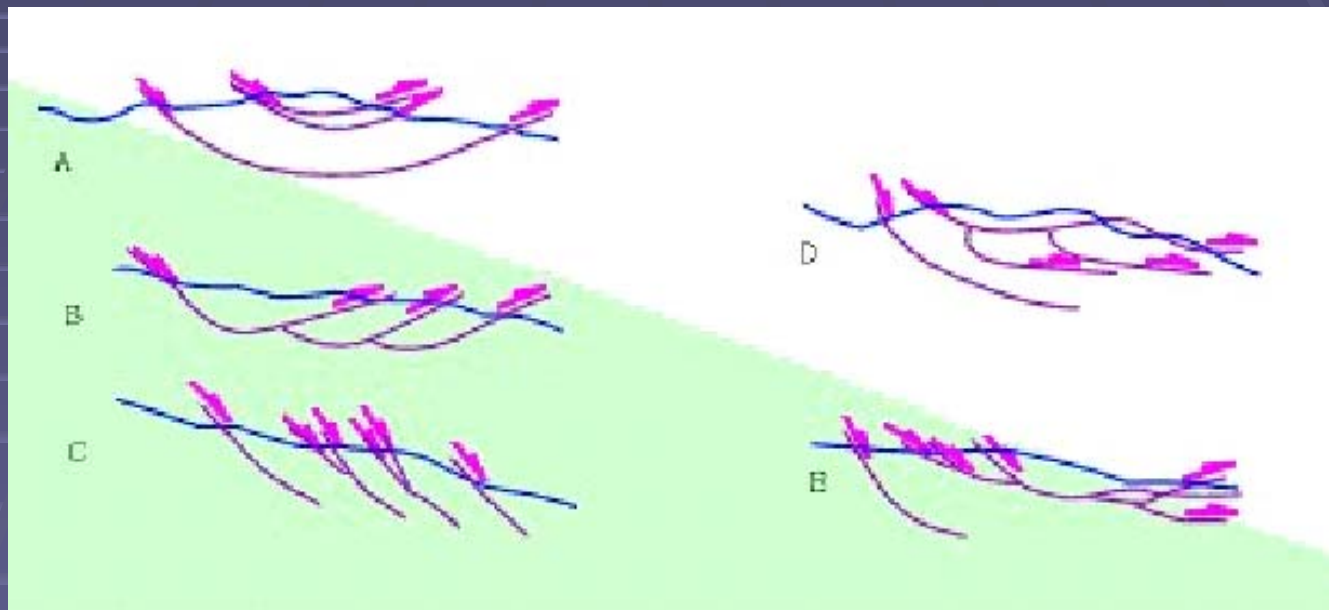
7.2.4.2 重力滑动构造的分带

- 后缘拉伸带：正断层、地堑（垒）、张节理、断层角砾岩
- 中部滑动带：褶皱+逆冲断层，明显定向，滑面多隐伏于地下
- 前（外）缘推挤带：侧转-平卧、叠瓦构造、滑裂岩（似混杂堆积）

重力滑动构造总体结构特点

- 后缘至前缘：拉伸→剪切→挤压
- 平面上，后缘断裂成弧形，弧顶指后方；前缘断裂成弧形，弧顶指前缘
- 不协调
 - 滑动系统与下伏系统之间不协调
 - 滑动系统内部次级滑面上下不协调

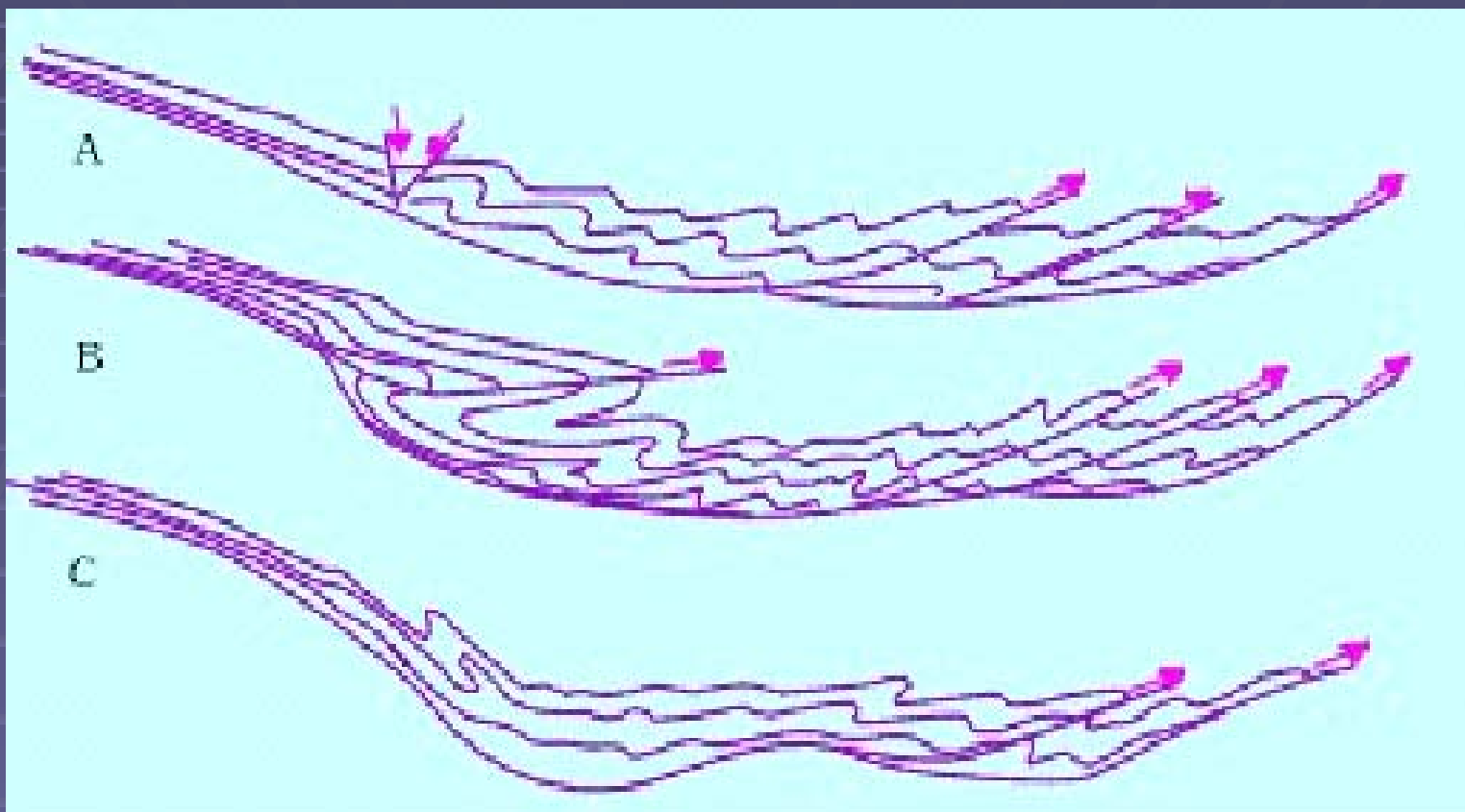
7.2.4.3 重力滑动构造的构造样式



滑片型重力滑动构造

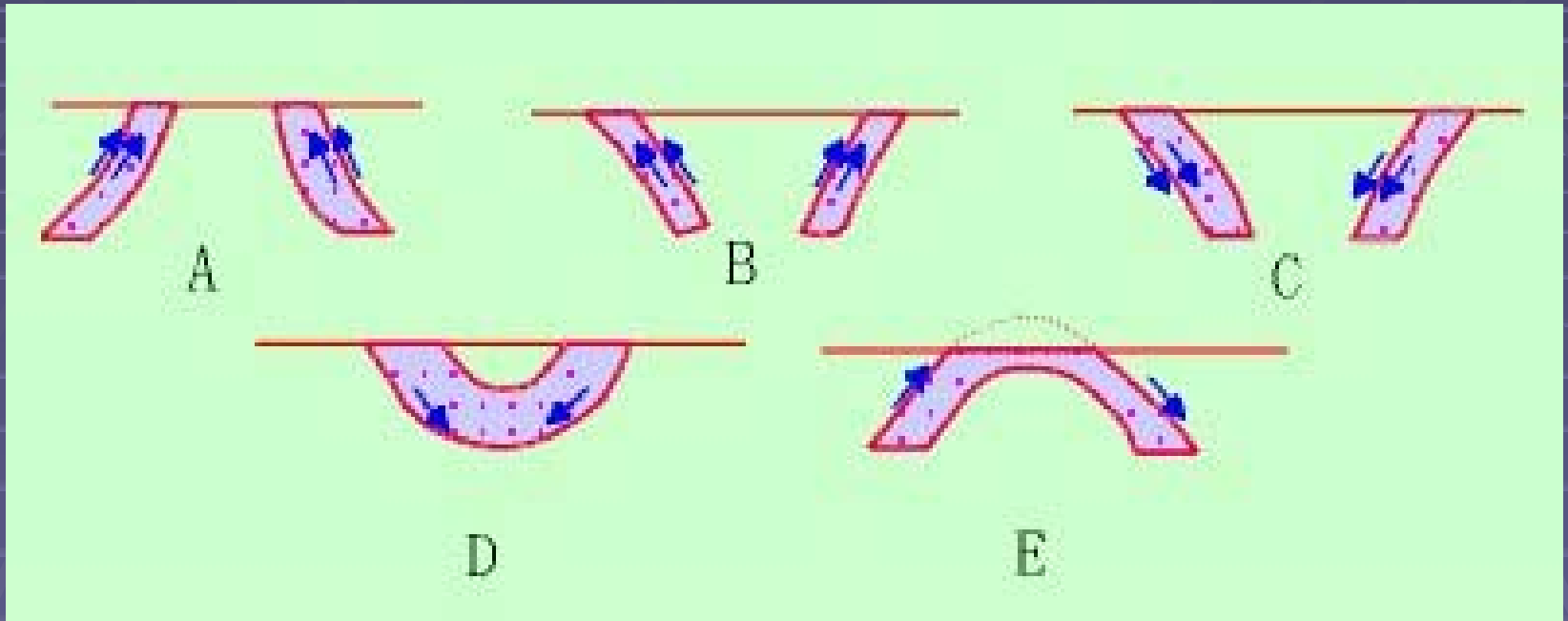
一系列叠置的铲状和叠瓦断层及所夹断片组成

7.2.4.3 重力滑动构造的构造样式



滑褶型：由一系列复杂褶皱组成

7.2.4.3 重力滑动构造的构造样式



- 滑块型一组合性断层及切割的断块组成
 - 主要发育于（似）侏罗山式褶皱构成的滑动系统中
 - 断层组合成对冲式、背冲式、地堑槽式、正一逆槽式、正逆拱式断层

7.2.4.4 重力滑动构造的形成条件

- 适宜的坡度
 - 坡度越陡、滑动速度越快，滑动构造越复杂
- 滑动系统岩层具有一定厚度（质量）
 - 岩层厚度大有利于滑动形成
- 润滑层和孔隙压力的存在有利于重力滑动构造的形成

本节要点

- 伸展构造的主要类型
 - 地堑、地垒
 - 阶梯状断层；箕状和盆岭构造
 - 大型断陷盆地
 - 裂谷*
- 剥离断层、变质核杂岩
- 滑覆（重力滑动）构造的结构特征

思考、讨论题

- 水平挤压能否产生伸展构造？
- 裂谷作用为什么产生在区域隆起的背景上？这种“隆起”是受什么作用控制的？是水平挤压，垂直顶拖还是其它作用？
- 就全球构造而言，你认为用哪一种应变场型式解释比较合理，压缩应变场，伸展应变场，还是补偿应变场？