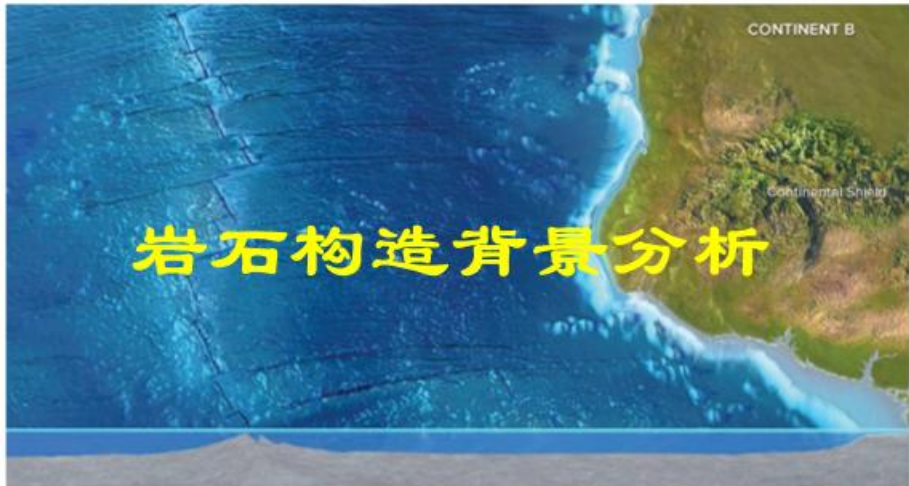


CONTINENT B

Continental Shield

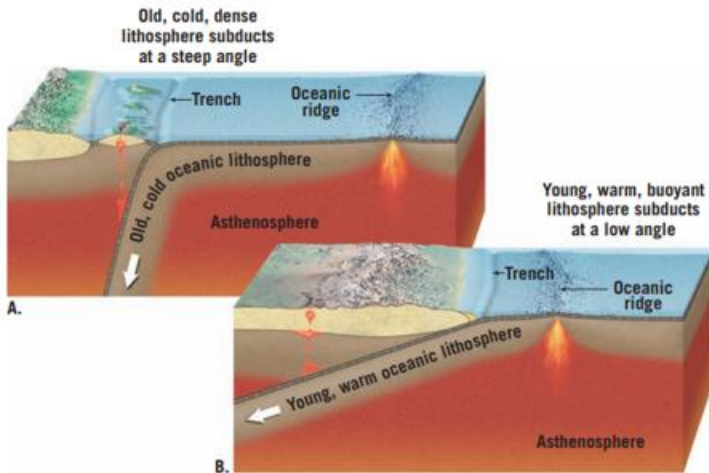
岩石构造背景分析



现代板块及其边界，在地震、热流、地貌等方面都有明显的标志。对于已经消减、变动的古板块，则只能通过地史中保存的地质记录（岩石）来识别边界并再造其构造史。20世纪70年代迪金森（Dickinson）提出了岩石构造组合（Petrotectonic assemblages）的概念，强调在一定的板块边界和大地构造环境中发育了特有的岩石组合。

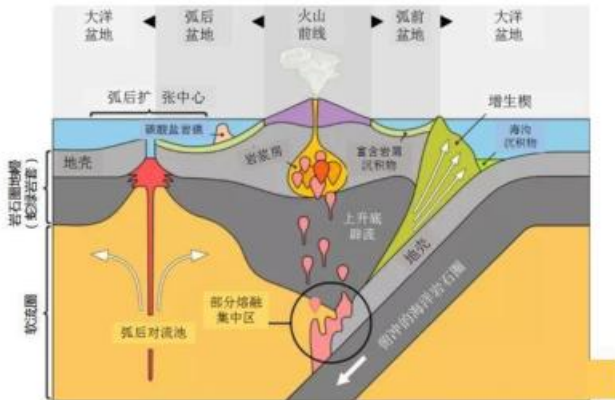
当今科学发展的一个重要特点，是不同学科之间的相互渗透交叉。地质学中的板块构造学、岩石学与地球化学的发展，以及分析手段、测试精度的提高，在总结岩石学特征与板块构造关系方面出现了一个介于岩石学、大地构造学和地球化学之间的一个边缘学科——岩石大地构造学（Petrotectonics）。

当我们将岩石分析的结果放在大地构造背景下考虑时，可以获得关于岩石形成条件和地质历史的重要信息



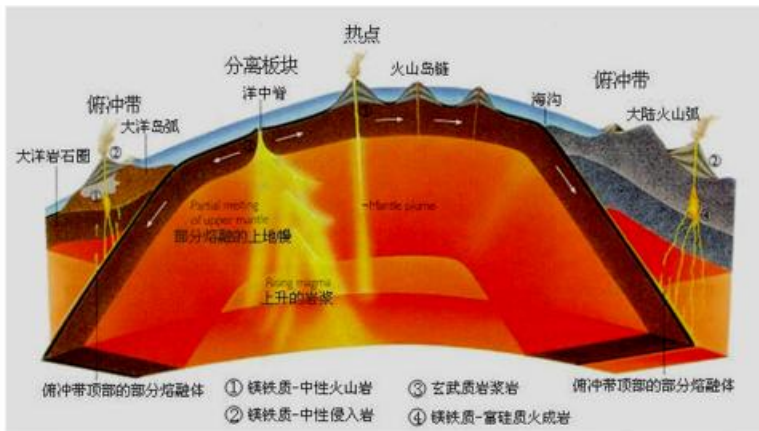
岩石探针与岩石构造组合

- 岩浆的喷发与侵入可比喻为一群深达地幔的巨型超深钻。火山岩和侵入岩记录了壳幔源区的化学（物质成分）与物理学（温压等）信息，痕（微）量元素与同位素地球化学系统示踪深部物质与深部过程，沉积岩记录了地球表壳对深部过程响应的重要信息。



岩石探针与岩石构造组合

- 岩石构造组合 (petrotectonic assemblage), 特别是火成岩构造组合可有效地反映大地构造背景, 成为岩石探针 (lithoprobe)。

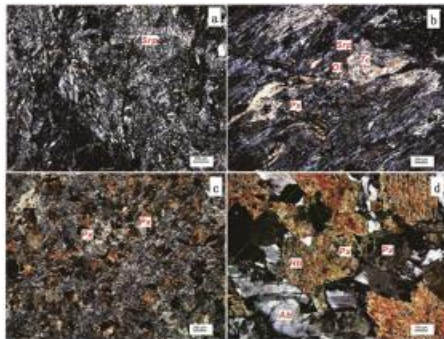


几种重要的岩石大地构造组合

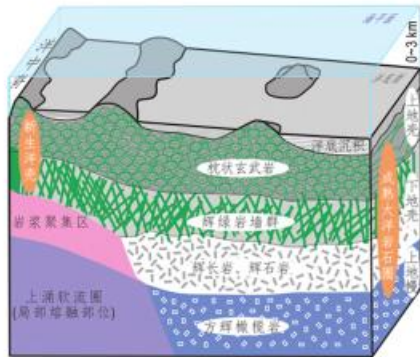
- 蛇绿岩（套）
- 混杂堆积
- 双变质带
- 超高压变质岩（带）
- 复理石
- 磨拉石

蛇绿岩的成因

关于蛇绿岩的成因**模式**为：洋脊扩张时，地幔成分的物质沿扩张裂隙上涌，同时发生玄武质岩浆的部分熔融，这种基性岩浆在岩浆房中不断分异和固结，就依次形成海底喷发的基性熔岩，贯入的席状岩墙，以及堆晶的层带超基性岩、基性杂岩、分异的终端产物还有淡色岩类（奥长花岗岩、闪长岩等），而残留下来的物质则为方辉橄榄岩、纯橄榄岩。

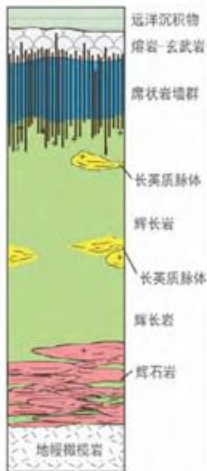


付俊成, 2024

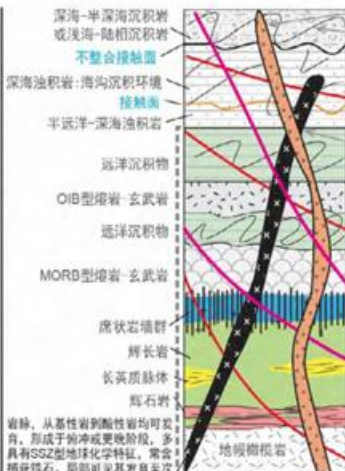


杨天南, 2023

蛇绿岩剖面



蛇绿岩理想剖面示意图 a



省脉, 从基性岩到酸性岩均可发育, 形成于俯冲或更晚阶段, 多具有SSZ型地球化学特征, 常含捕获锆石。局部可见其发育至次火山岩或岩枕
注意岩脉之间的穿切关系

蛇绿混杂带视柱状图 b

第二期岩脉

横切常按岩脉侵入, 用于限定变形时代

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

第一期岩脉

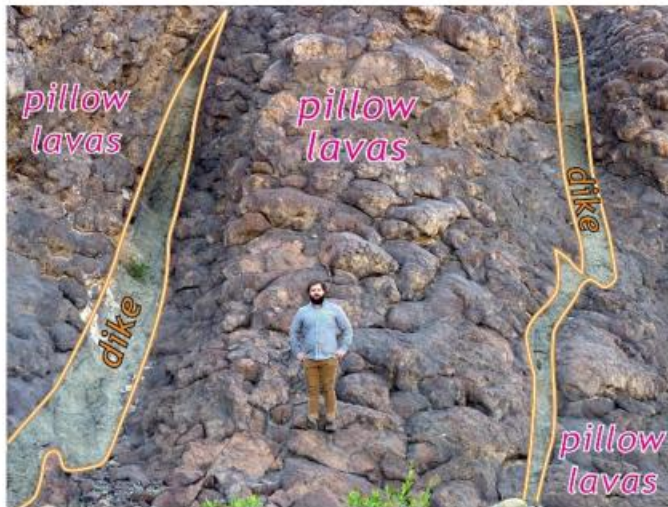
洋底混杂带及其陆内沉积岩

蛇绿岩混杂带

b

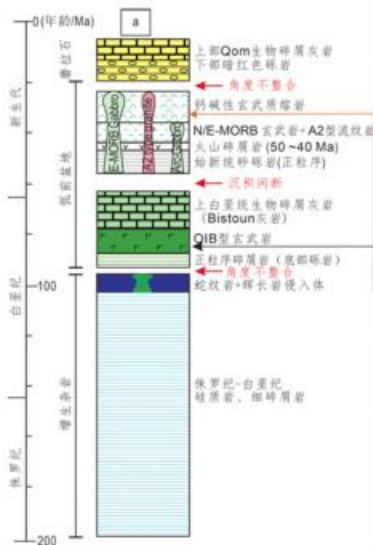
蛇绿岩的成因

阿曼蛇绿岩 (Oman Ophiolite) 是世界上最著名且研究最广泛的蛇绿岩体之一，位于阿拉伯半岛的阿曼苏丹国。它为理解古代海洋地壳和上覆地幔的形成提供了宝贵的窗口



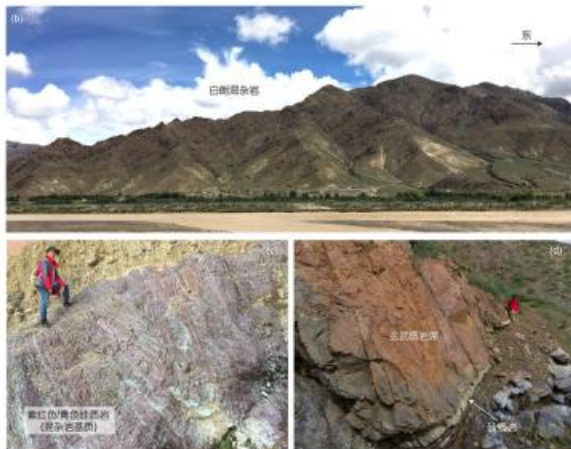
蛇绿岩的成因

伊朗克尔曼沙赫蛇绿岩套岩石组合及野外接触关系



混杂堆积的概念

混杂堆积是由板块俯冲形成的、由已变形的深海平原沉积物、海沟沉积物及洋壳碎块等组成的构造岩带。其原始层序完全被破坏，由外来岩块、原地岩块和基质三部分构成并广泛遭受剪切变形。是板块俯冲带的证据之一。



刘通，2023

混杂堆积的概念

1. 俯冲带混杂岩

背景：在俯冲带，海洋板块向大陆或另一个海洋板块之下俯冲，导致地壳变形、破碎和混合。

过程：

海底沉积物、火山岩、变质岩等在俯冲过程中被刮削下来，并与上方的地幔楔中的物质混合。

这种混合可以在俯冲带的前缘形成一个被称为“增生楔”的结构，其中包含了大量的混杂岩。

特点：

岩石碎片大小不一，从微米级到千米级都有可能。

包含了来自不同深度和环境的岩石类型，如深海沉积物、洋壳碎片等。

混杂堆积的概念

2. 弧后盆地混杂岩

背景：弧后盆地是位于岛弧之后的伸展区域，常常伴随着强烈的火山活动和断层运动。

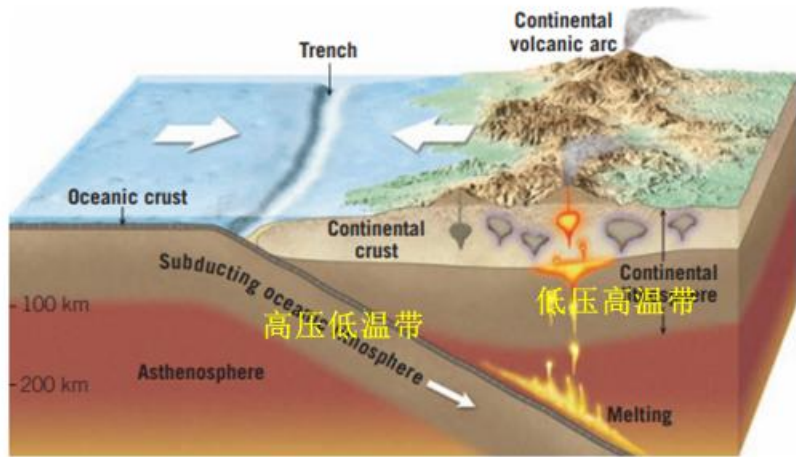
过程：弧后盆地的扩张可以导致海底扩张中心的形成，伴随而来的火山喷发和地震活动会将周围的岩石破碎并混合。

断层滑动也可以将不同来源的岩石带到一起，形成混杂岩。

特点：可能含有大量的火山碎屑和熔岩流。

混合程度较高，基质成分复杂。

双变质带的概念



双变质带的概念

高压低温带：在海沟和海沟内壁附近，故发生高压低温变质作用，形成蓝闪石片岩（常简称蓝片岩），常和混杂岩、蛇绿岩共生，而绝少与花岗岩共生。特征矿物是蓝闪石、硬玉、硬柱石（压力5-7Kb，温度 $<250-400^{\circ}\text{C}$ ，地热梯度 $<10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ）。

低压高温带：地热梯度 $>30^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ，在火山弧部位，板块俯冲导致活跃的火山和岩浆活动，其热流值与地热梯度相当高，又距俯冲带有一定距离，受板块俯冲压力较小，故发生低压高温变质作用，形成红柱石、矽线石片岩。

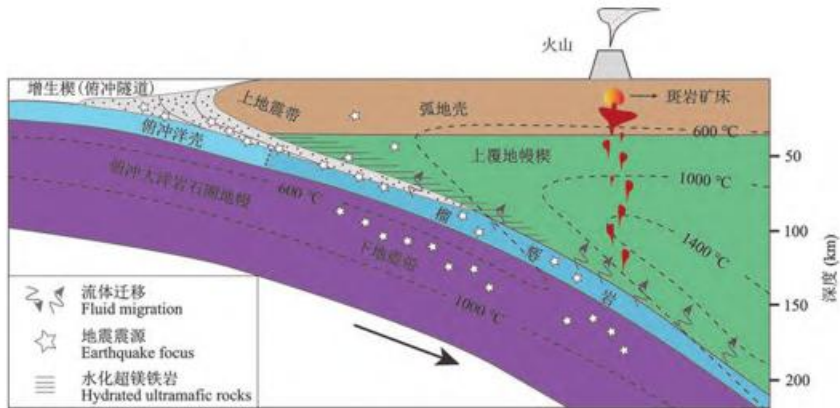
超高压变质岩（带）

1984年C. Chopin在西阿尔卑斯Dora maira岩块中发现纯镁铝榴石中含柯石英残余。不久，D. Smith在挪威西片麻岩区榴辉岩的单斜辉石中发现柯石英。Schreyer (1988) 把榴辉岩中柯石英的出现认为是大陆壳俯冲于地幔深度的标志，称为超高压变质。

柯石英在造山带变质岩中的发现是地学研究中一大突破性进展。过去只知道柯石英可以出现在金伯利岩或陨石坑冲击变质等超高压环境下，地壳岩石中出现柯石英无疑说明其压力超过3G Pa,而后在折返过程中必有减压退变质现象。

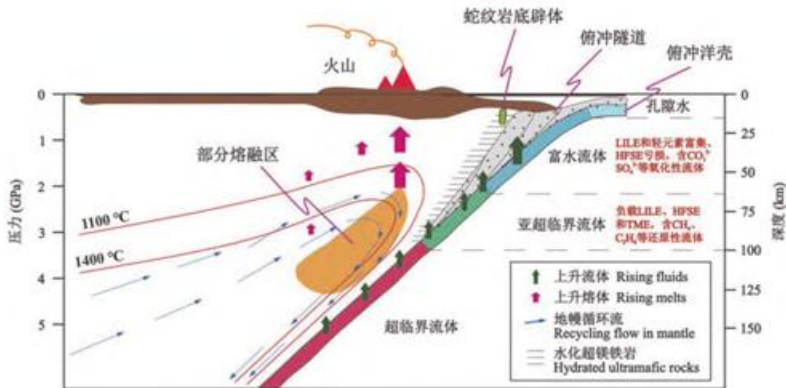
超高压变质岩（带）

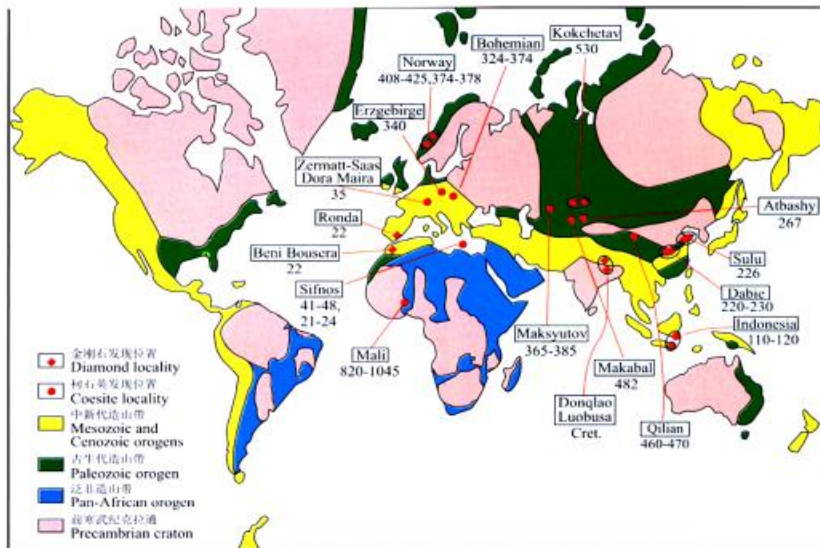
俯冲带板片流体、弧岩浆、地震震源及斑岩矿床相互关系示意图



超高压变质岩（带）

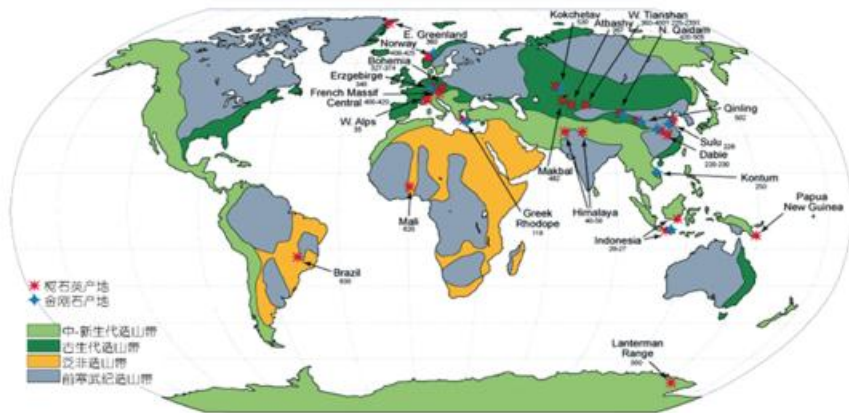
冷俯冲带不同深度释放的流体性质示意图





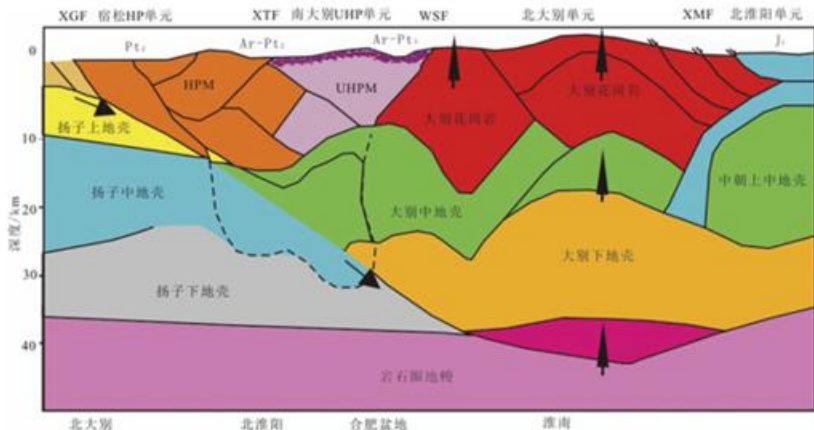
世界超高压变质岩分布图

超高压变质带



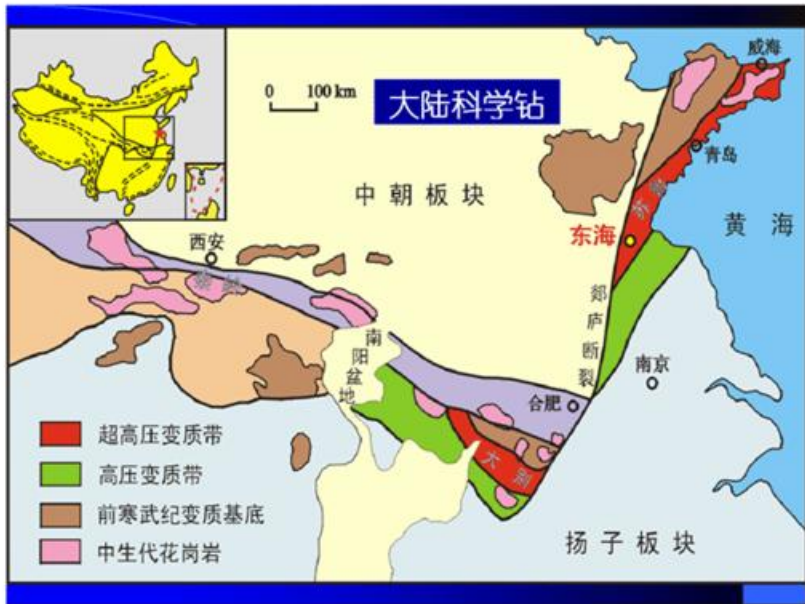
超高压变质地体的全球分布(其中大多数出露在欧亚大陆), (郑永飞, 2008)

大别-苏鲁超高压变质带

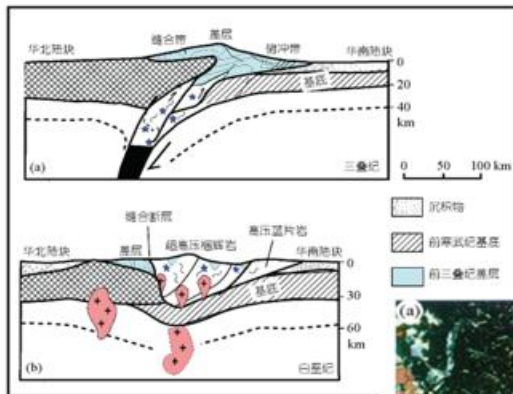


东大别地壳构造剖面 and 岩石圈剖面分区示意图 (吕古贤, 2017)

大别-苏鲁超高压变质带



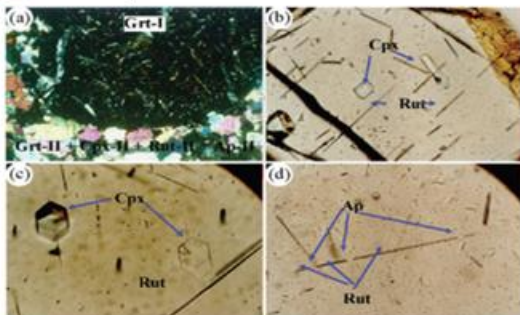
大别-苏鲁超高压变质带



大别-苏鲁造山带大陆
俯冲过程中的地壳拆离
与构造楔形成模型

(郑永飞, 2008)

苏鲁造山带超高压榴辉岩-
橄榄岩组合中的 矿物出
溶结构



火山岩系列

根据火山岩的地球化学指标，可将其划分为三个系列：

- (1) 拉斑玄武岩(tholeiite) 系列—TH
- (2) 钙碱性(calc-alkaline)系列—CA
- (3) 碱性(alkaline)系列—A

每个系列都由一组具有共同母源物质的、彼此密切相关的不同岩浆类型组成，而且其分布受板块构造环境控制。

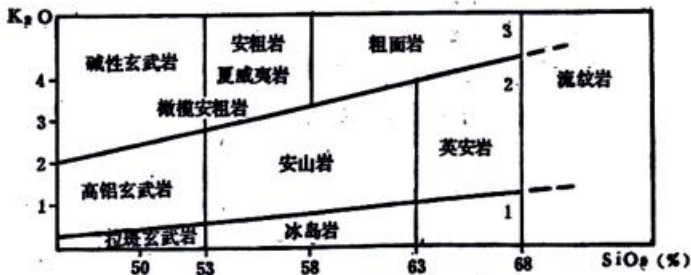
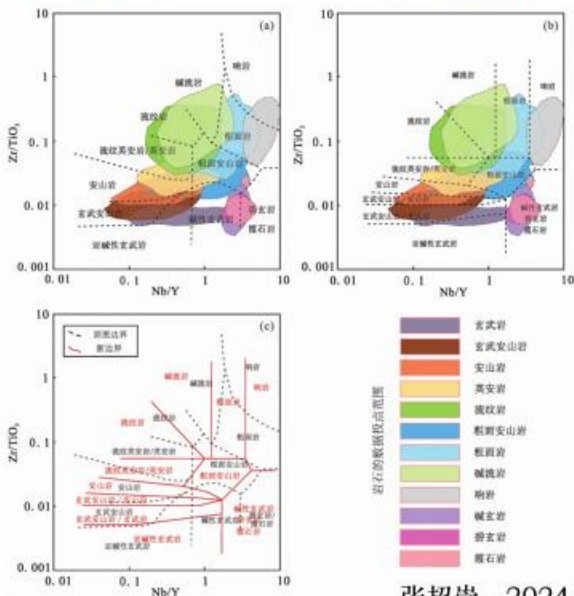


图 4-3 三种火山岩系列(据 Boillot, 1979, 略加修改)

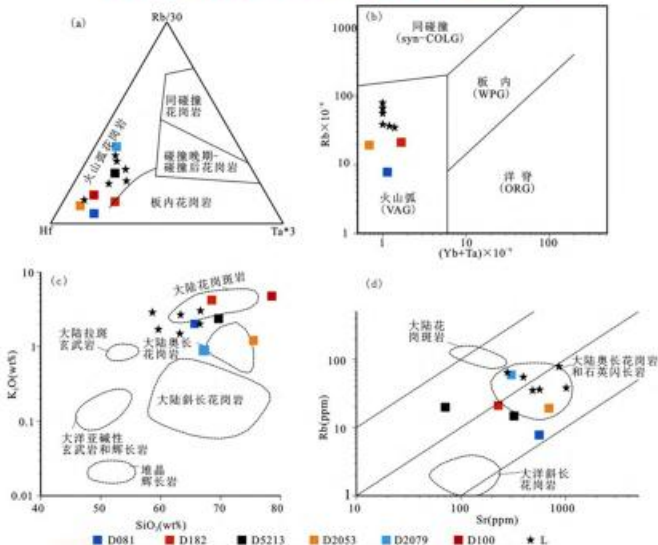
1. 拉斑玄武岩系列; 2. 钙碱性系列; 3. 碱性系列

火山岩 $Zr / TiO_2 - Nb / Y$ 图解



张招崇, 2024

花岗岩类构造环境判别图解



花岗岩类构造环境判别图解

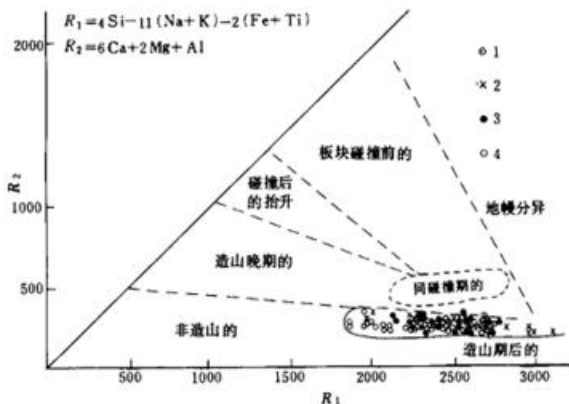
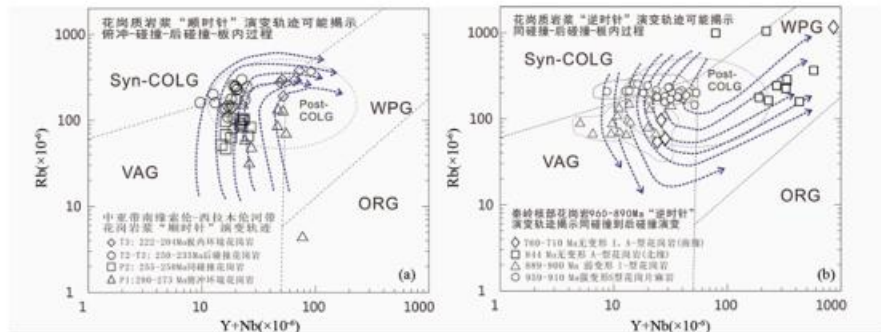


图2 R_1-R_2 图解^[2]

1—— 中国福建, 2—— 中国内蒙古, 3—— 加拿大纽芬兰 Topsalia, 4—— 沙特阿拉伯

花岗岩类构造环境判别图解

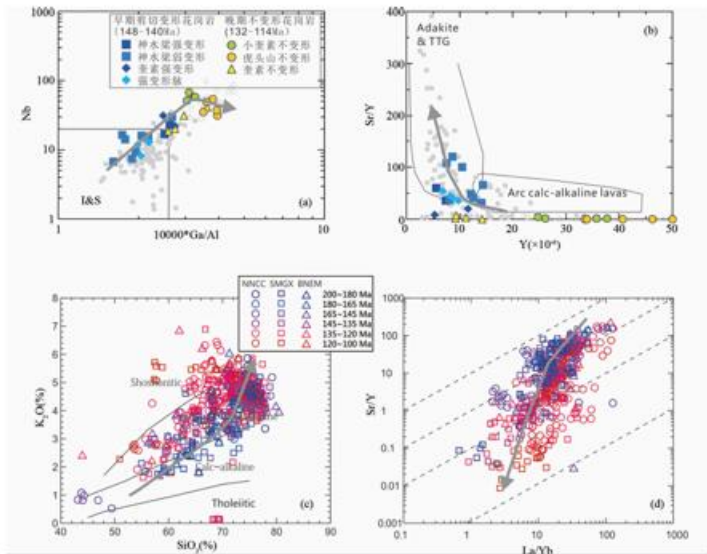


岩浆性质演变的轨迹判别构造环境及其演变

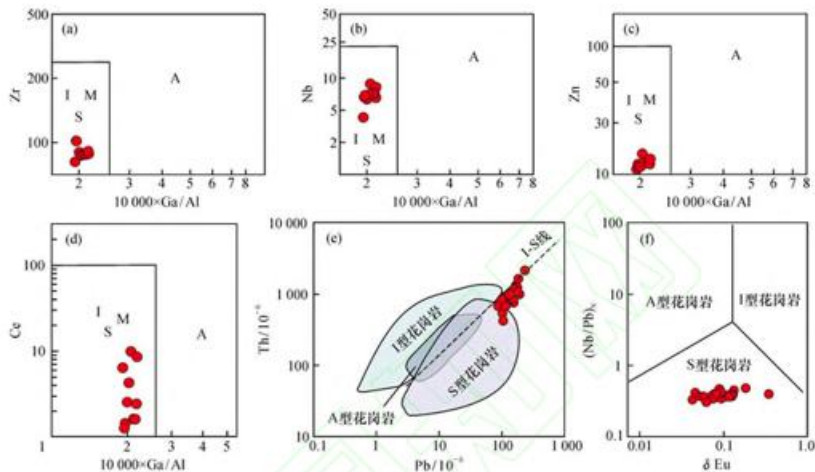
(a) 向上的“顺时针”花岗质岩浆演化“轨迹”可能揭示俯冲到碰撞到后碰撞（板内）环境及其演变（实线）

(b) 向下的“反时针”轨迹可能揭示出从碰撞到后碰撞伸展的演变（虚线）

花岗岩类构造环境判别图解

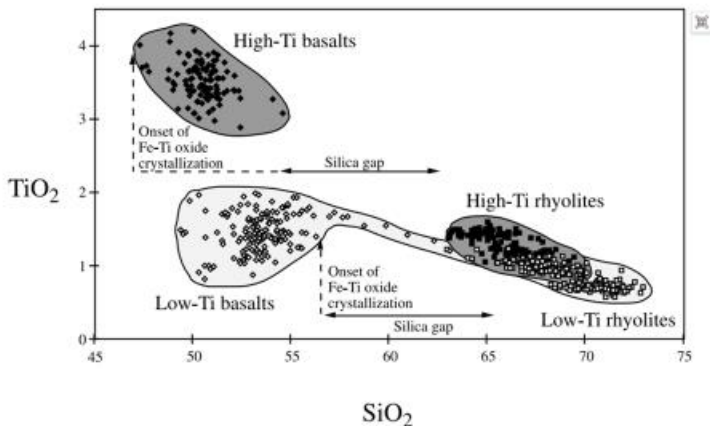


花岗岩类型判别图解



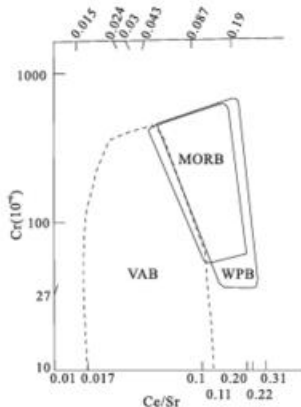
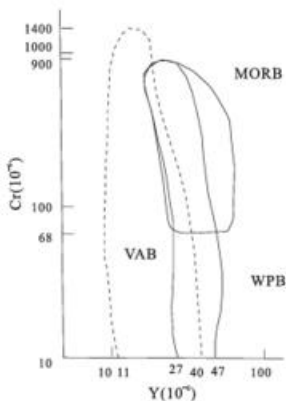
玄武岩判别图解

A-TYPE GRANITES AND RHYOLITES IN FLOOD BASALTS



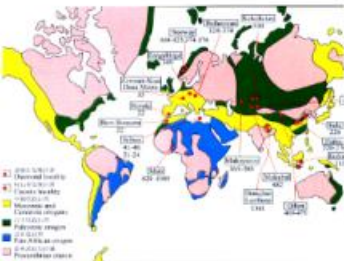
高钛和低钛玄武岩的差异。低钛玄武岩显示出 TiO_2 的初期增加，而高钛玄武岩则显示出 TiO_2 的一致减少，这表明钛磁铁矿从早期阶段就开始结晶

玄武岩判别图解



玄武岩的Cr - Y判别图； 玄武岩的Cr - Ce/Sr判别图解，

据Pearce, 1982



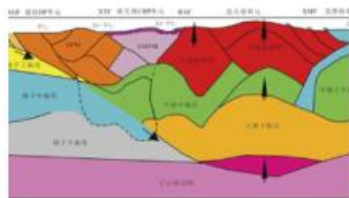
超高压变质带分布图

超高压变质带



高压变质地体的全球分布(其中大多数出露在欧亚大陆), (郑永飞, 2008)

大别-苏鲁超高压变质带

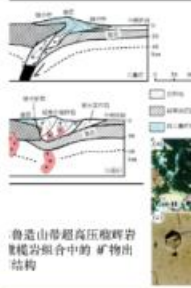


大别地壳构造剖面图和岩石圈剖面分区示意图 (吕吉成, 2017)

大别-苏鲁超高压变质带

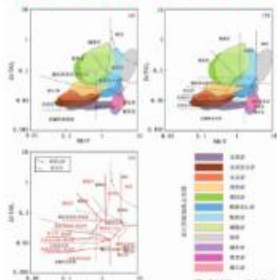


大别-苏鲁超高压变质带



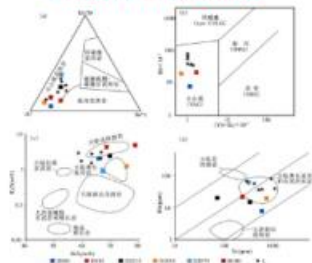
鲁西山带超高压麻岩
与花岗岩组合中的矿物出
露结构

火山岩Zr / TiO₂ - Nb / Y图解



张相崇, 2024

花岗岩类构造环境判别图解



何胜飞, 2024

花岗岩类构造环境判别图解

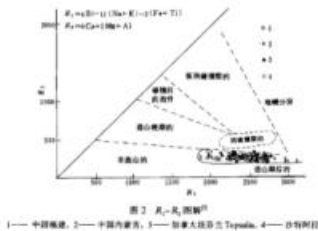
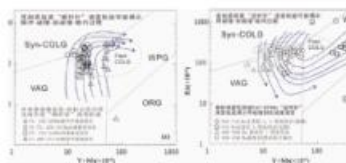


图3 R₁-R₂图解
1——中国建造, 2——中国内带, 3——加拿大岩石圈Topolun, 4——苏鲁地区

洪大卫, 1995

花岗岩类构造环境判别图解



性质演变的轨迹判别构造环境及其演变
向上的“顺时针”花岗岩类演化“轨迹”可能揭示从碰撞到碰撞
(板内) 环境及其演变 (实线)
向下的“反时针”轨迹可能揭示从碰撞到碰撞后碰撞伸展的演变

王涛, 20

花岗岩类构造环境判别图解

