

# 岩浆岩野外工作方法及 秭归地区岩浆岩特征

岩矿系 朱云海

2021年9月

# 讲课提纲

- 1、岩浆岩野外工作方法
- 2、秭归地区岩浆岩特征

## 概述

侵入岩是地壳的主要组成部分，约占地壳体积的**95%**，而且不少有价值的矿床和矿产与它有密切的成因联系，有的侵入岩本身就是矿产。因此，了解并掌握侵入岩野外工作方法有极重要的意义。

闪长岩和辉长岩的混合现象

侵入岩是一个地质体，在野外对其研究主要过程：

- 1、出野外前，收集、研究前人资料，分析哪些问题基本解决了，哪些问题没有解决，了解前人研究程度，做到有的放矢。
- 2、野外应首先进行全面踏勘，了解侵入岩体的范围、种类及围岩地质构造特点。
- 3、进行实测剖面工作，观察记录岩性及其变化，注意收集流线、流面、捕虏体、节理、岩脉、接触面产状、围岩受岩体的影响等资料，系统采集样品（新鲜、配套）。
- 4、在此基础上，进行全区的侵入岩填图，除填绘岩体的轮廓外，还要注意岩体产状、侵入期次、流面流线、接触变质等问题。

# 1、岩浆岩野外工作方法

## 1.1 野外描述要点

a.颜色

b.结构、构造

c.矿物成分及含量

d.矿物特征

e.其他特征

f.定名



## a.颜色

颜色是岩石最醒目的特征。颜色描述包括颜色深浅和种类，如暗红色、灰白色、浅黄绿色等。

新鲜岩石的颜色是岩石组成矿物颜色的综合反映。如绿泥石是绿色的，主要由绿泥石组成的绿泥石片岩也为绿色。

颜色和色率的区别：

“色率”是暗色矿物（铁镁矿物）在岩石中所占的体积百分比，而颜色除与矿物组成有关外，还与结构（粒度）有关，相同矿物组成的岩石，粒度越细颜色越深。如辉绿岩比辉长岩颜色深，而玄武岩的颜色更深（通常是黑色）。

## b.结构、构造

结构、构造是侵入岩的重要特征

结构：是指组成岩石的矿物的结晶程度、颗粒大小、晶体形态(自形程度)以及矿物间(包括玻璃)的相互关系。

构造：是指岩石中不同矿物集合体之间或矿物集合体与其它组成部分之间的排列、充填方式。

侵入岩的结构构造不仅是分类命名的主要依据，而且可以反映地质与物理化学条件、岩浆的成分变化，是鉴定岩石种属的重要依据。

# 火成岩的结构

1、结晶程度：指火成岩中结晶物质与非结晶物质(玻璃)的比例

①全晶质结构：岩石全部由已结晶的矿物颗粒组成，这一般是岩浆缓慢结晶形成，多见于深成岩中。

②玻璃质结构：岩石几乎全部由未结晶的火山玻璃组成，主要出现于酸性喷出岩中，或超浅成侵入体边部。

③半晶质结构：岩石由部分晶体和一部分玻璃组成，多见于喷出岩及部分浅成岩中，如玄武岩，安山岩







全晶质结构



半晶质结构



Obsidian 黑曜岩  
(玻璃质结构)

## 2、颗粒大小

### ①绝对大小：

粗粒结构	矿物粒径	>5 mm
中粒结构		2—5 mm
细粒结构		<2 mm

对于颗粒<2mm者，称为微粒结构，>1cm者称伟晶结构

粗、中、细粒结构适用于等粒岩石，一般以长石来测量；若无长石，则以主要矿物来确定。

### ②相对大小

**等粒结构**：同种矿物颗粒大小大致相同

**不等粒结构**：同种矿物颗粒大小不等，大小都有。

如颗粒从大到小依次降低，称连续不等粒结构。

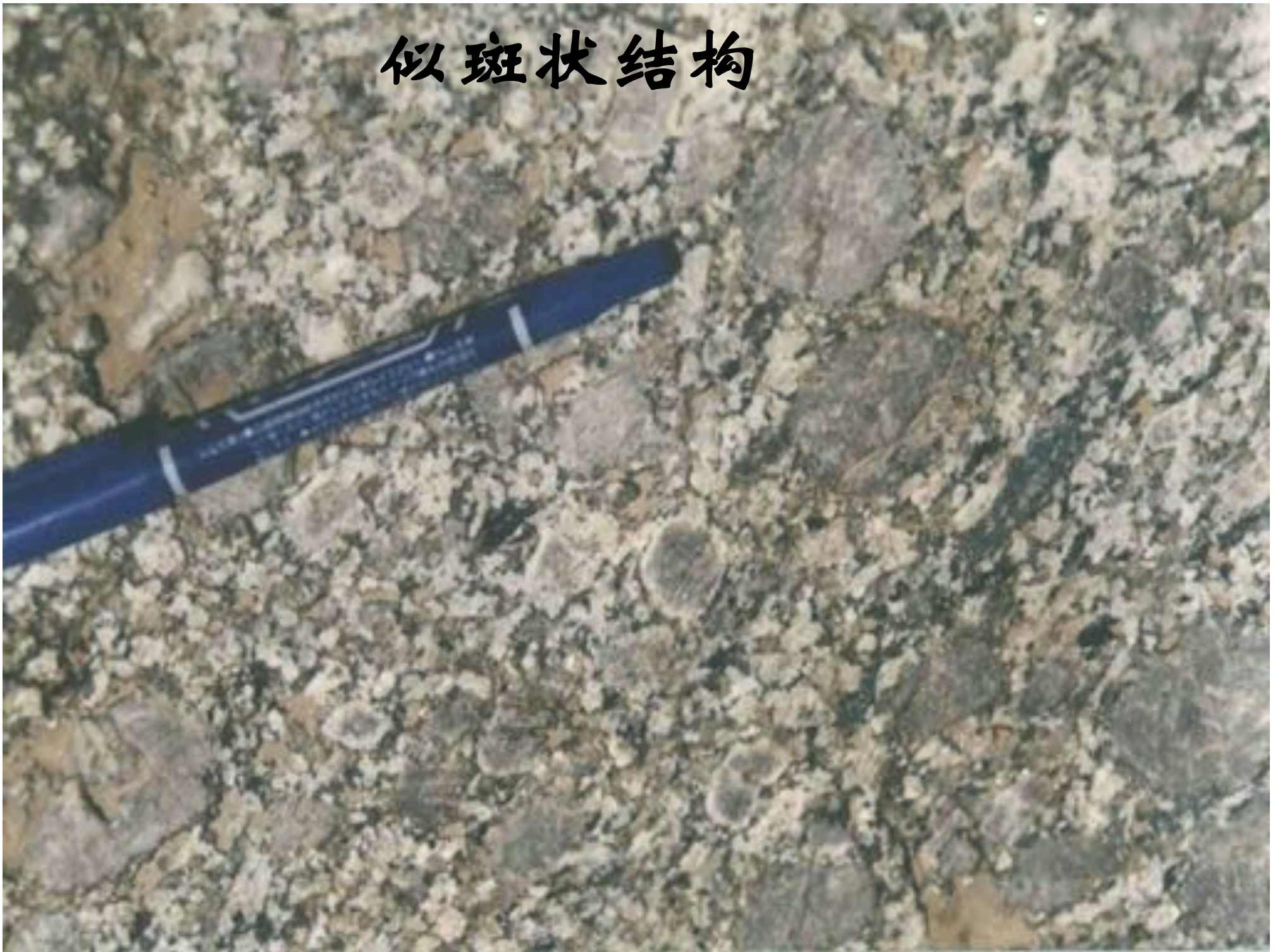
**斑状结构**：岩石中矿物颗粒可分为大小截然不同的两群，大者称斑晶，小者及不结晶的称为基质。是浅成岩的重要特征。

斑晶早于基质，形成于不同的世代。斑晶多在深处或上升过程中晶出，结晶早，结晶时间长，颗粒大；随后，携带斑晶的岩浆上升到地表或较浅处，快速冷凝，形成细小的晶体，隐晶质，微晶，甚至来不及结晶而成玻璃质，即为基质。

**似斑状结构：**也分为两群，基质为显晶质，多见于浅成岩及中深成岩中，斑晶和基质基本上是同世代产物，局部物理化学条件变化或不均一形成。



# 似斑状结构



观察描述粒度是应注意：

不同成因类型岩石粒度划分不同

岩浆岩中以2mm、5mm为界分

细、中、粗粒

变质岩中以1mm、2mm为界分

细、中、粗粒

碎屑岩中以0.05mm、2mm为界分

粉砂、砂、砾

晶体形态(自形程度)以及矿物间(包括玻璃)的相互关系等主要是镜下的特征，这里不予介绍。

# 侵入岩的构造

构造是指岩石中不同矿物集合体之间，或矿物集合体与其它部分之间的排列充填方式。

## 常见侵入岩构造

**块状构造**：岩石各部分矿物与结构分布均匀

**带状构造**：表现为不同颜色、粒度的矿物相间排列，成带出现。

**斑杂构造**：指岩石的不同部位，其成分、颜色、结构差别很大，整个岩石显得杂乱无章。

**面理、线理**：包括流面、流线构造。

**流面**：片状、板状矿物及扁平状捕虏体平行排列

**流线**：柱、针状矿物与长条状捕虏体定向排列而形成。

它们反映了岩浆流动的情况。





## c. 矿物成分及含量

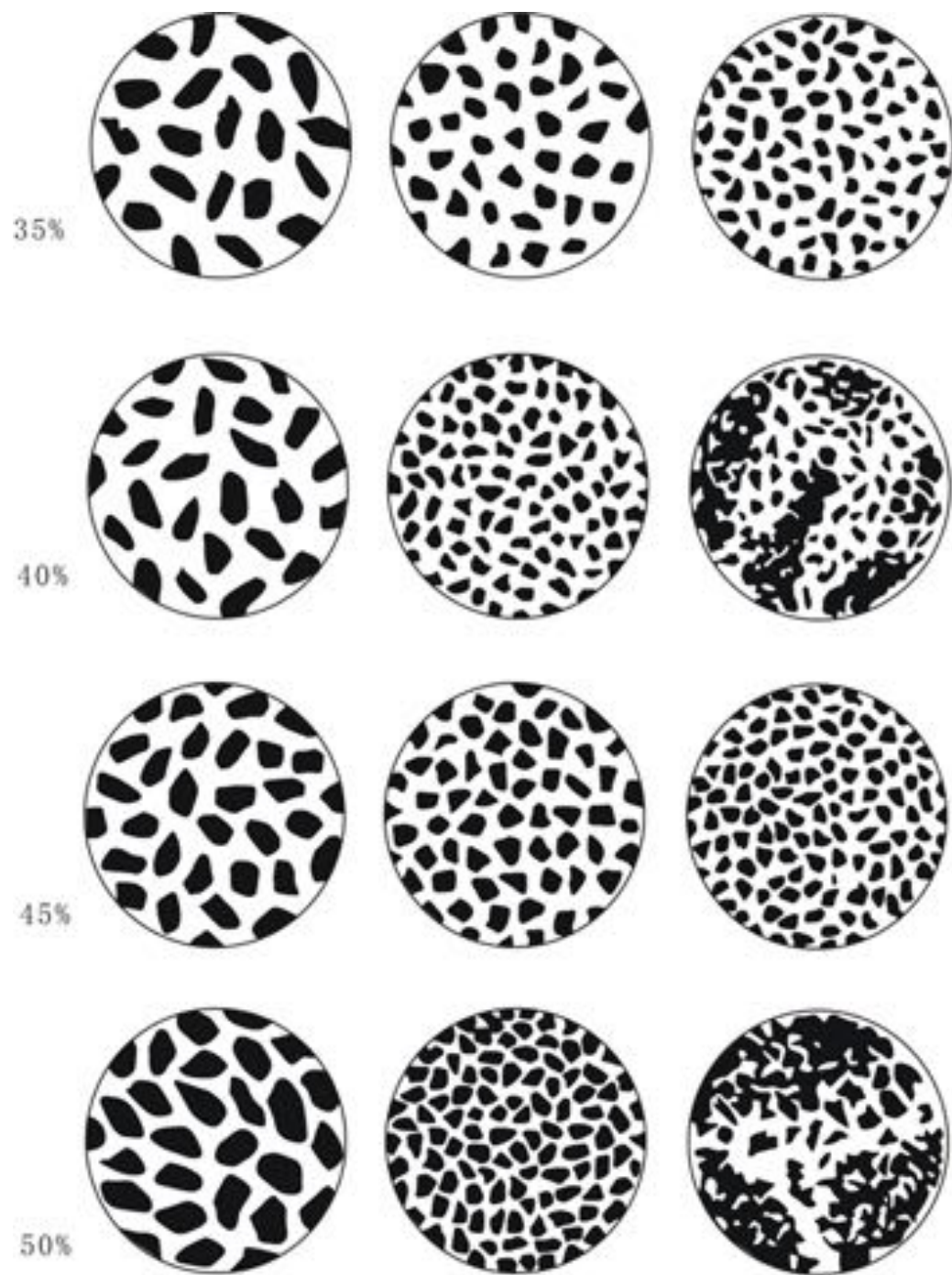
按百分含量，组成岩石的矿物可分为主要矿物（ $>10\%$ ）、次要矿物（ $1\%-10\%$ ）和副矿物（ $<1\%$ ）。

描述岩石在矿物组成上的特征通常是依次指出主要矿物、次要矿物和副矿物的矿物种类，各矿物的百分含量（按含量自多至少为序）。对斑状结构或似斑状结构的岩石，先斑晶后基质。

肉眼估计矿物百分含量难度较大，估计时要选择有代表性的部位，先估计整个岩石中浅色矿物与暗色矿物的比例，然后再细分暗色矿物各种属和浅色矿物各种属的含量。

对颗粒粗大的矿物可采用测量统计方法，在露头上选一个代表性的面，统计几条线上该矿物所占总长度与总长度的百分比，作为矿物百分含量





矿物含量 (%) 估计图(续)

## d. 矿物特征

通常按含量自多至少为序，逐一描述每种矿物的颜色、形状、大小和其他鉴定特征。对斑状或似斑状结构的岩石，先描述斑晶，后描述基质。

对显晶质矿物一般应在放大镜下，根据矿物的颜色、晶形、双晶、光泽、断口和硬度等特征，鉴定矿物类型。鉴定特征观察到什么就描述什么，不要照抄书上的描述。

## 辉石和角闪石的鉴别标志

	角闪石	辉石
晶形	长柱状，菱形，六边形	短柱状，正方形，八边形
解理	两组，夹角 $56^{\circ}$ ， $124^{\circ}$	两组，夹角 $87^{\circ}$ ， $93^{\circ}$
颜色	黑色	黑色
消光	一般 $Ng \wedge C < 25^{\circ}$	$Ng \wedge C > 25^{\circ}$
光性	多数二轴(-)， $2V$ 较大	多数二轴(+)， $2V$ 中等
蚀变	多蚀变为绿泥石	蚀变物为次闪石

## 浅色矿物的区分标志

	石英	斜长石	钾长石
颜色	烟灰色	灰白色	肉红色
解理	无	两组， $87^{\circ}$	两组，近 $90^{\circ}$
双晶	无	聚片，卡钠复合	卡式，格子
轴性	一轴晶(+)	二轴(+ -)	二轴(-)
蚀变	无	绢云母	高岭土

## e.其他特征

其他特征包括次生变化、破碎情况、岩脉穿插、岩石包体、矿化等，如见到应描述。

次生变化是指岩石形成以后所遭受的各种化学和物理的改造或破坏（包括蚀变、风化等）导致的矿物成分改变而形成次生矿物。如橄榄石的蛇纹石化、透闪石化、伊丁石化，辉石、角闪石、黑云母的绿泥石化，长石的高岭土化、绢云母化等。通常次生变化在手标本上不易观察，偏光显微镜下则看的清楚。



## f. 分类命名

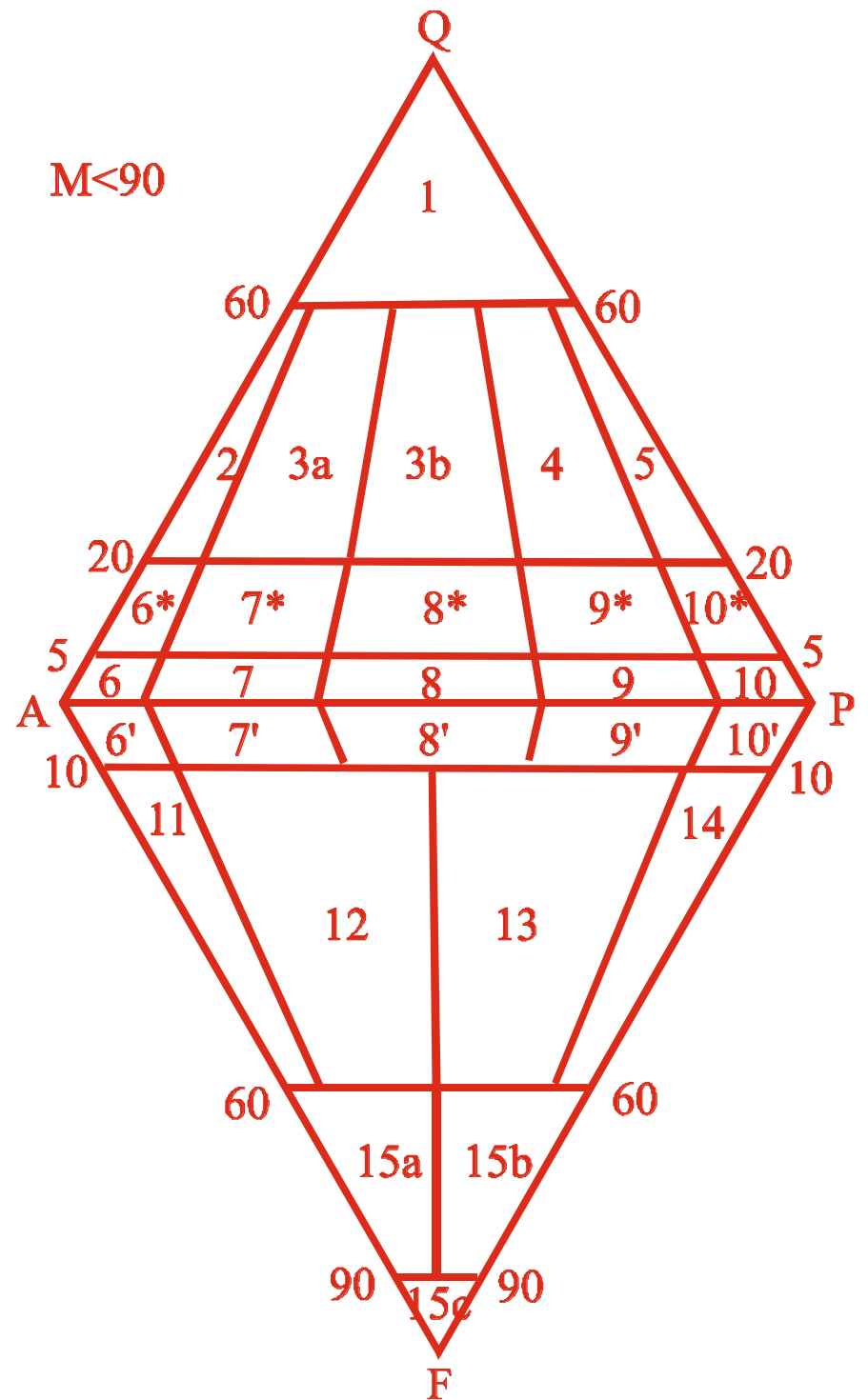
### 深成侵入岩的矿物分类命名

步骤:

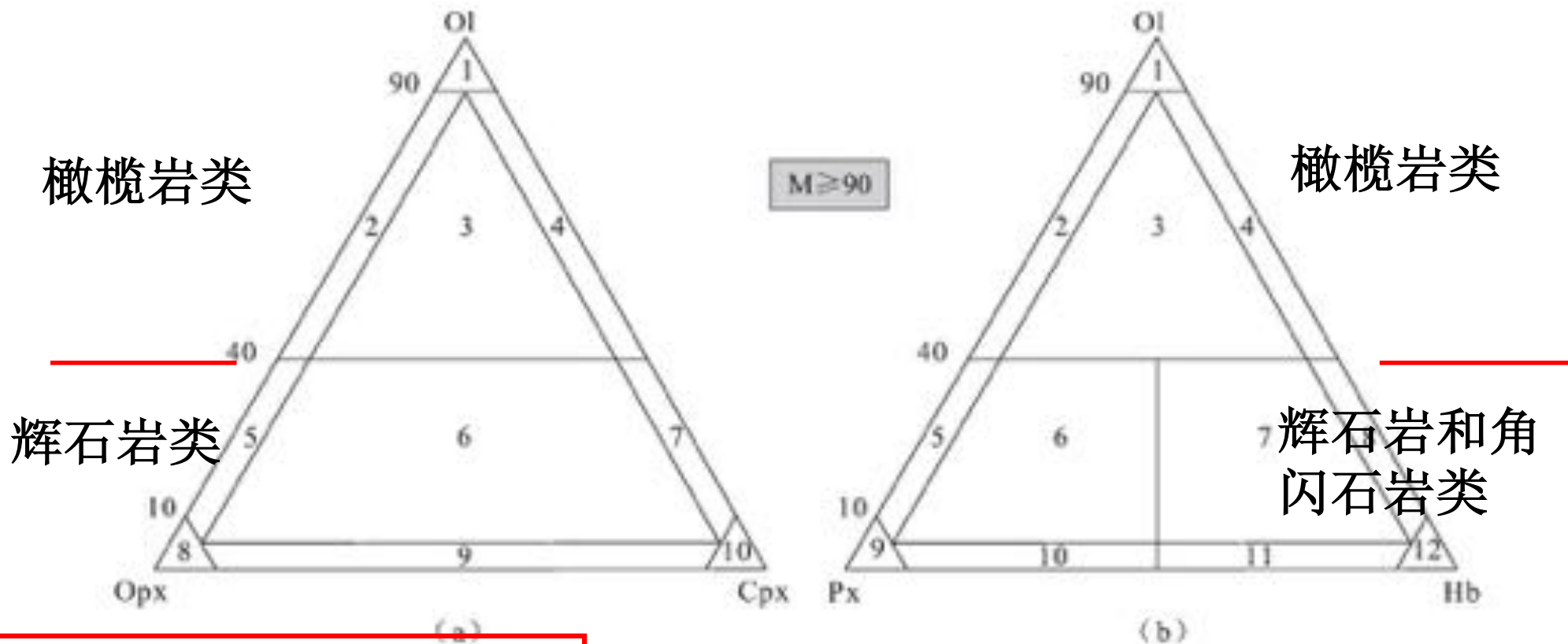
- (1) 首先统计岩石中暗色矿物的含量(M值)。
- (2) 对于 $M < 90$ 的岩石, 进一步统计岩石中石英(Q)、斜长石(P)、碱性长石(A)、似长石(F), 将实测的三种矿物(QAP或者APF)含量换算成100%;
- (3) 使用QAPF双三角图进行分类命名;
- (4) 对于 $M > 90$ 的岩石, 可笼统称为超镁铁质岩, 具体种属用暗色矿物三角图

# 中性、酸性及过渡类型侵入岩分类

1、富石英花岗岩；2、碱性长石花岗岩；3、花岗岩；3a.正长花岗岩或普通花岗岩；3b.二长花岗岩；4、花岗闪长岩；5、英云闪长岩；6\*、石英碱性长石正长岩；7\*、石英正长岩；8\*、石英二长岩；9\*、石英二长闪长岩 / 石英二长辉长岩；10\*、石英闪长岩 / 石英辉长岩 / 石英斜长岩；6、碱性长石正长岩；7、正长岩；8、二长岩；9、二长闪长岩 / 二长辉长岩；10、闪长岩 / 辉长岩 / 斜长岩；6'、含似长石碱性长石正长岩；7'、含似长石正长岩；8'、含似长石二长岩；9'、含似长石二长闪长岩 / 二长辉长岩；10'、含似长石闪长岩 / 辉长岩；11、似长石正长岩；12、似长二长正长岩；13、似长二长闪长岩；14、似长辉长岩/闪长岩；15、似长石岩；15a、响岩质似长石岩；15b、碱玄质似长石岩；15c、似长石岩。



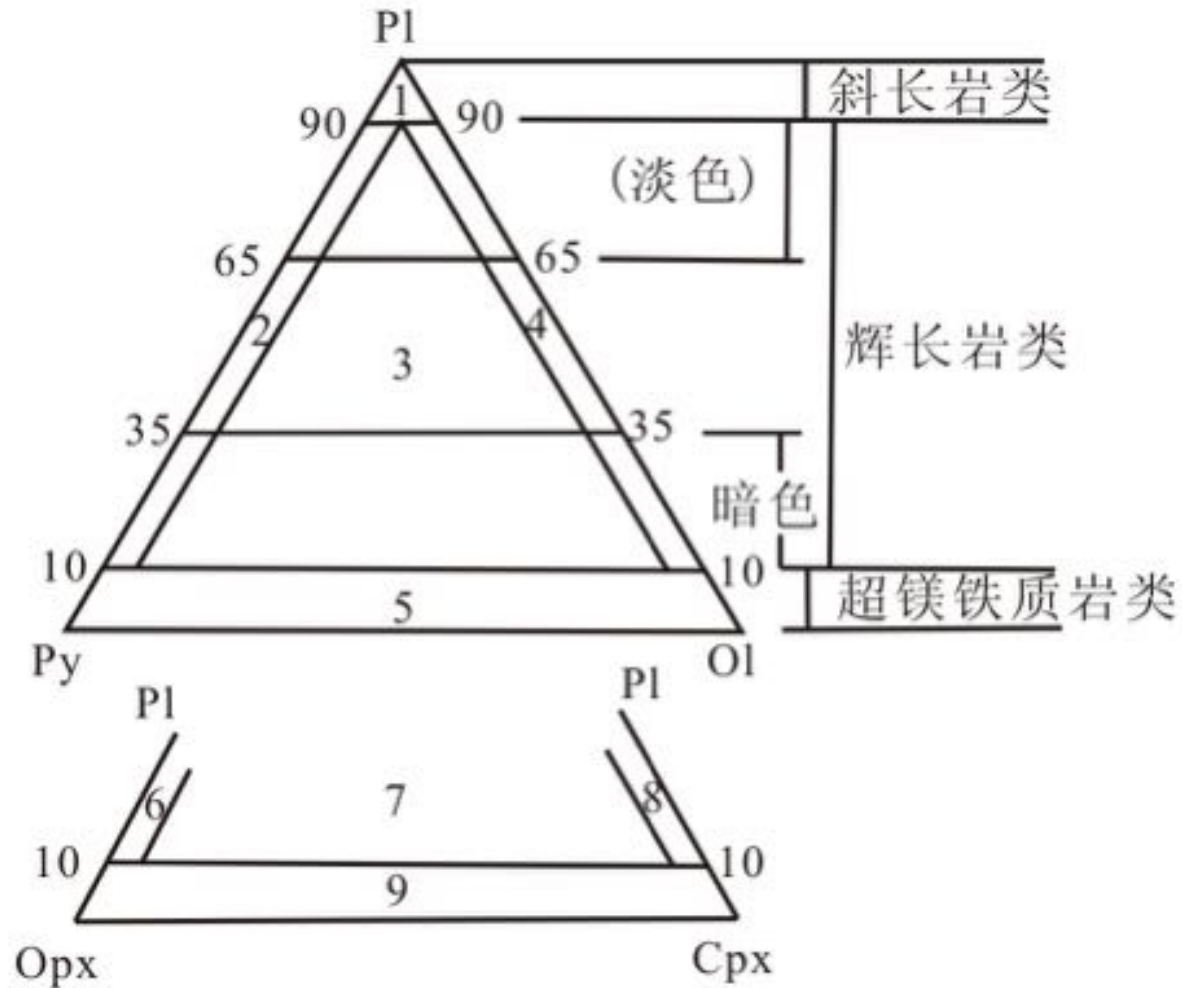
# 超基性和超镁铁质岩分类图解



- |         |           |
|---------|-----------|
| 1、纯橄榄岩  | 5、橄榄方辉辉石岩 |
| 2、方辉橄榄岩 | 6、橄榄二辉辉石岩 |
| 3、二辉橄榄岩 | 7、橄榄单辉辉石岩 |
| 4、单辉橄榄岩 | 8、方辉辉石岩   |
|         | 9、二辉辉石岩   |
|         | 10、单辉辉石岩  |

- |         |            |           |
|---------|------------|-----------|
| 1、纯橄榄岩  | 5、橄榄辉石岩    | 9、辉石岩     |
| 2、辉石橄榄岩 | 6、橄榄角闪辉石岩  | 10、角闪辉石岩  |
| 3、辉闪橄榄岩 | 7、橄榄辉石角闪石岩 | 11、辉石角闪石岩 |
| 4、角闪橄榄岩 | 8、橄榄角闪石岩   | 12、角闪石岩   |

# 基性侵入岩分类图解



- 1.斜长岩类； 2.辉长岩/苏长岩/辉长苏长岩； 3.橄榄辉长岩/橄榄苏长岩/橄榄辉长苏长岩； 4.橄长岩； 5.含斜长石超镁铁岩； 6.苏长岩； 7.辉长苏长岩； 8.辉长岩； 9.含斜长石辉石岩

# 野外简单定名

 Q	钾长花岗岩 (花岗岩)	二长花岗岩	花岗闪长岩	20   5
	石英正长岩	石英二长岩	石英闪长岩	
	正长岩	二长岩	闪长岩	
	Kf	1/3	2/3	Pl

闪长岩 浅色矿物以斜长石为主，随着钾长石增加，岩石逐渐过渡为二长岩、正长岩

如石英增加，岩石逐渐过渡为石英闪长岩、花岗闪长岩

如石英、钾长石均增加，则过渡为石英二长岩、花岗岩



## 注意点：

1、该定名只是岩石的基本名称，确定岩石的全名还需考虑暗色矿物的含量和种类。如橄紫辉长岩。

## 2、岩浆岩进一步命名：

①等粒结构： 颜色+结构(粒度)+次要矿物+大类名称  
灰白色中粒黑云母花岗闪长岩

### ②斑状结构：

浅成岩、脉岩： 斑晶为pl与暗色矿物者，称为玢岩。 闪长玢岩

斑晶为Q与Kf者称为斑岩， 正长斑岩

喷出岩： 一般以暗色矿物斑晶作为前缀 如角闪安山岩

# 1.2 与围岩接触关系的研究

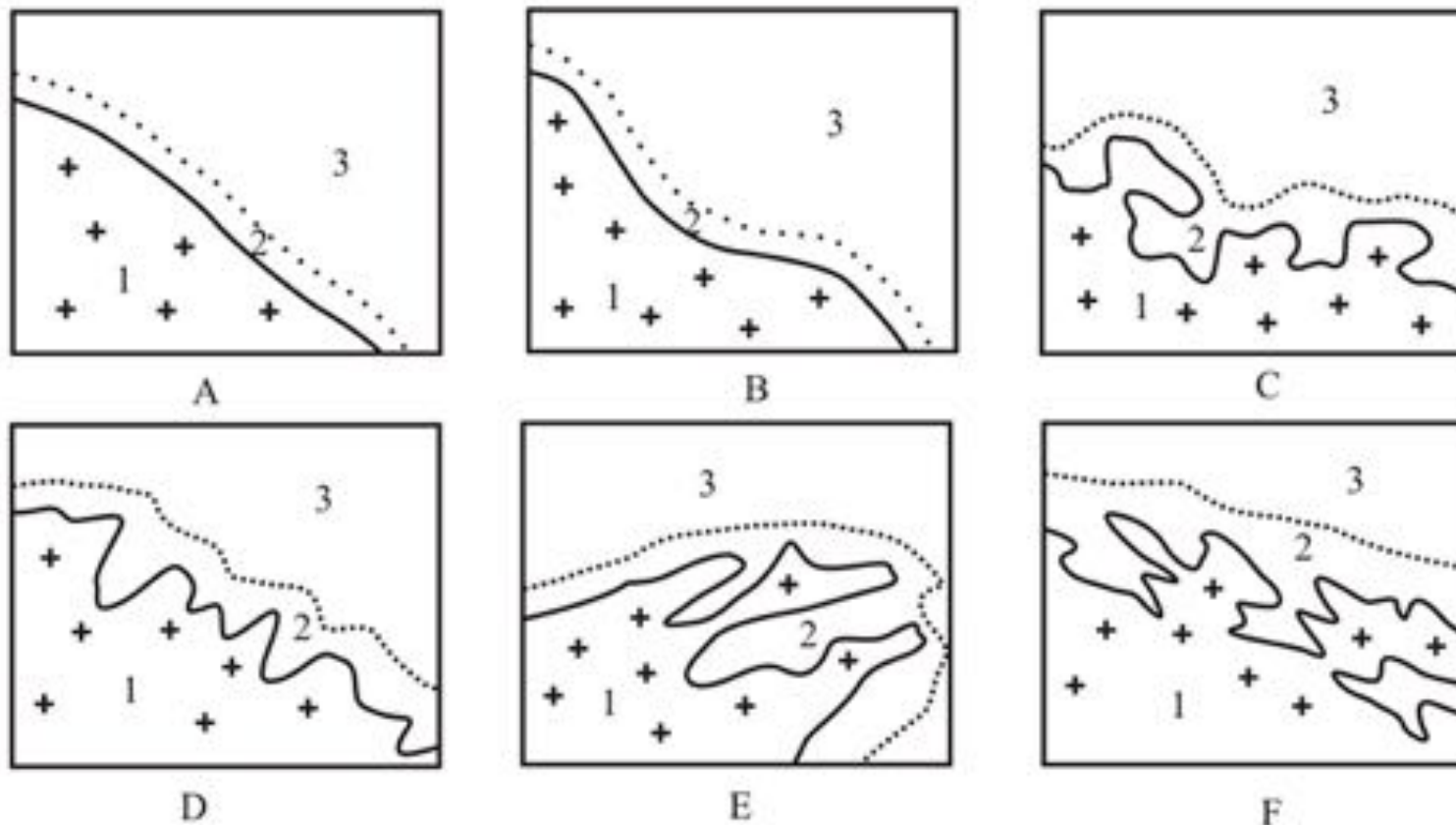
接触关系按成因分为侵入接触、沉积接触和断层接触。

## 1、侵入接触

岩体侵入于围岩中而形成的接触关系称侵入接触，它表明岩体形成的时代晚于围岩，侵入接触的主要标志是：

- (1) 岩体边部有粒度较细的冷凝边
- (2) 若具原生流动构造，则原生流动构造受接触面控制，平行于接触面
- (3) 岩体内常有围岩捕虏体
- (4) 围岩中有岩体延伸出去的岩枝或岩脉穿入；
- (5) 平面上岩体局部地段呈港湾状切割围岩；
- (6) 环绕岩体的围岩有热变质-角岩化、重结晶等现象，可呈晕带状，其变质程度离岩体越远越弱。





### 接触面形状

A. 平的; B. 波状; C. 港湾状; D. 锯齿状; E. 枝杈状; F. 顺层贯入

1. 花岗岩; 2. 接触蚀变岩石; 3. 围岩

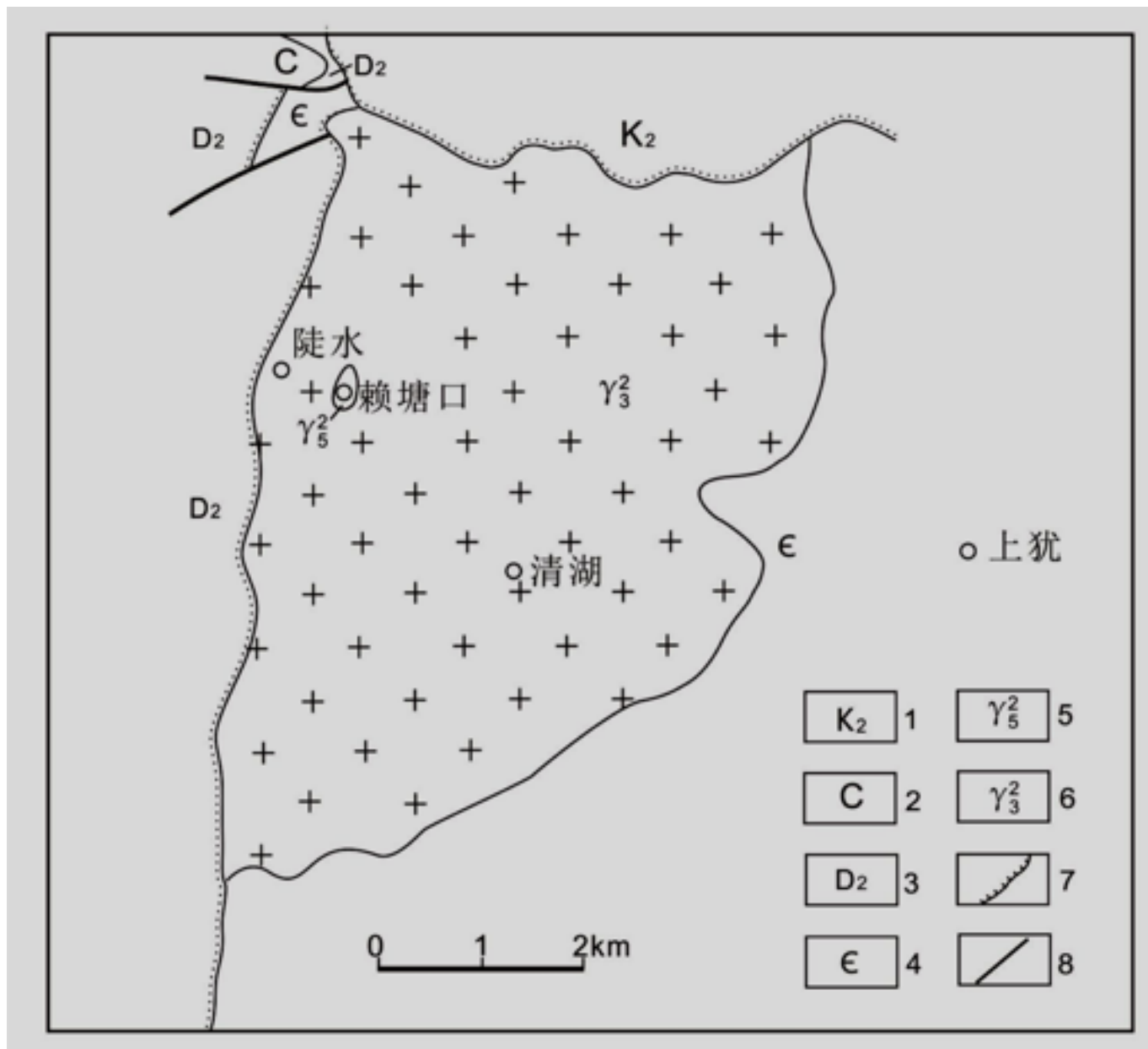
接触面形态有平的，波状，港湾状，锯齿状，枝杈状，顺层贯入及更复杂的形状，对于平的和波状接触面，可直接在露头上用罗盘测量其产状要素，其他形状的接触面则不能直接测量，要在一定距离内估计其总的产状，或选择其代表性地段测量。

## 2、沉积接触

侵入体遭受风化剥蚀后，又被新的沉积地层所覆盖称沉积接触。侵入体的时代比沉积层老。沉积接触关系的确定有重要意义，其主要标志是：

- (1) 侵入岩与围岩之间有不平整的古风化面或侵蚀面
- (2) 上覆沉积层底部有下部侵入岩的砂砾或矿物碎屑
- (3) 上覆沉积层无任何接触变质影响
- (4) 沉积层的层理与接触面平行
- (5) 接触面处岩体无冷凝边
- (6) 岩体在接触面处流动构造清楚时，接触面切过流动构造
- (7) 岩体中的岩脉或断层到接触面处突然中止。

前四个标志是主要的，后三个是辅助标志，因为断层接触也有类似的特点。



江西赣州地区的上犹花岗岩体,其南部和东部与寒武系呈侵入接触关系,围岩发生热变质,形成斑点状云母角岩和长英质角岩;岩体北侧为上白垩统南雄组所覆盖,岩体西侧被中泥盆统铁扇关组沉积覆盖



### 3、断层接触



侵入岩与围岩之间为断层关系称之为断层接触。典型的标志是：在接触带上岩石有破碎、糜棱岩化，出现断层角砾、断层擦痕、构造透镜体等；在接触带两盘有时节理、裂隙特别发育，或有牵引褶皱等。

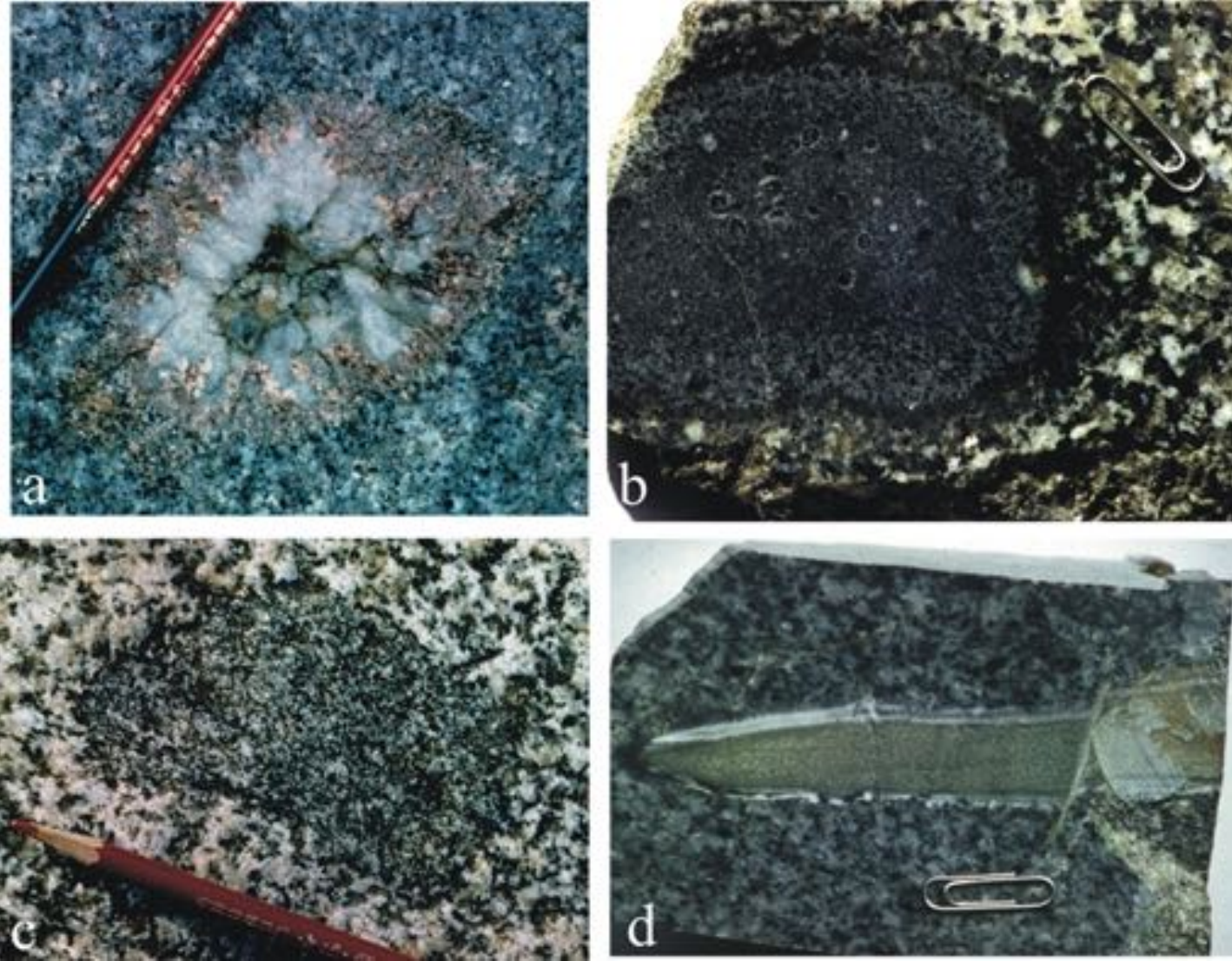
## 1.3、岩石包体及岩墙（脉）

- 包体：在侵入体内，常常会出现不同颜色、大小和形态的岩石包体,它们的成因复杂，能够提供有关岩浆起源、演化和侵位机制的重要信息，值得高度重视。例如，来自岩浆源区的耐熔残余体，可以帮助确定岩浆的源区特征；岩浆早期结晶形成的暗色析离体（堆积包体），可以指示岩浆结晶分异过程；基性岩浆贯入酸性岩浆内时形成的暗色微粒包体（混杂包体或混成包体），可能记录了岩浆混合作用过程，反映了壳幔相互作用或岩浆底侵作用;而岩浆从上升通道和围岩中捕获的俘虏体的存在，既暗示岩浆与围岩之间可能存在的同化混染作用，又可能反映岩浆的侵位与顶蚀等作用有关。
- 在侵入体的野外调查中，要注意观察和统计包体的类型、大小（长、宽）、形态、含量和定向性，注意对不同类型的包体及包体内部不同部位的取样，并做好素描、照相和记录等工作。

# 花岗岩类中岩石包体成因分类（据马昌前等，1994）

大类	浅源捕虏体	继承包体 (深源捕虏体)	同生包体						
亚类	捕虏体		残余体	混杂包体	混成包体	堆积包体	残浆包体	不混溶包体	冷凝边包体
形成方式	岩体定位时通过顶蚀、火山口沉陷方式捕获的围岩碎块	主岩浆分凝、上升过程中捕获的深部岩石碎块	产生原地或异地花岗质熔体后的耐熔固态残余	进入酸性岩浆中的基性岩浆被分割、淬冷产物	酸性与基性岩浆混合淬冷而成	寄主岩浆分异、堆积产物	早侵入岩浆结晶残液冷凝产物	寄主岩浆液态不混溶而成	早侵入的同源岩浆冷凝边被后侵位岩浆冲碎而成
岩石类型	主要出现与围岩对应的变质岩和沉积岩，与主岩浆相互作用后可发生成分变化	①主要为变质岩；②围岩中无对应的岩石，棱角多已圆化	以富云包体为代表，具耐熔矿物组合	辉长岩、辉绿岩等。依主岩暗色矿物不同，辉石可被角闪石、黑云母取代	中性—中酸性岩	矿物组合为主岩浆早结晶矿物，如斜长岩、辉长岩、辉石岩等	如石英岩、正长岩、花岗岩等	成分比寄主岩偏基性，但同种矿物化学成分相似	与早侵入岩成分一致或相近
岩石特征	变晶结构、变余结构、交代结构、环带状构造	变晶结构，叶理状或块状构造	变晶结构，叶理状构造、亏损碱和高场强元素	除堆积包体粒度可略粗外，多数为细粒-微粒火成结构。多数具针状磷灰石。受区域构造影响，与寄主岩浆相互作用或岩体侵位力作用后可出现变质岩结构构造和环带状构造。不混溶包体富P、Ti、Mg、Mn、Fe、REE、Ta、Nb、Ca、Cr、Zr、Sr、Ba等，寄主岩富Cs、K、Na和Al等。					
成因意义	①大量出现时，是主岩体被动侵位的标志；②据其成分变化，可阐明同化混染作用特征	①标志深部组成特点、变质条件等；②如为主岩浆源岩，可计算酸性岩浆形成时的熔融程度	模拟岩浆起源过程	①模拟岩浆演化过程；②分析岩体形成顺序；③作为应变测量标志体，确定岩体侵位机制及与区域构造关系；④带状包体成分变化，可估算扩散速率和冷凝速率；⑤变形弱的包体形态和排列方式，能反映包体上迁移距离、对流状态和岩浆的流变学性质；⑥个体最大者，可计算岩浆上升速度。					



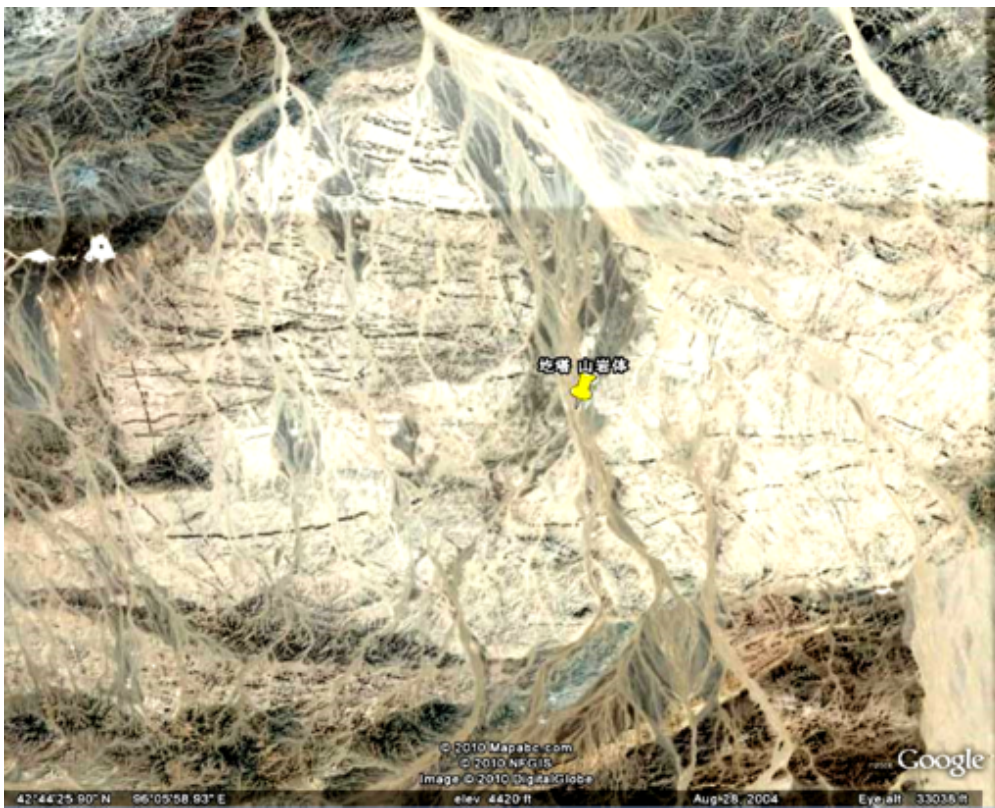


花岗岩中的包体：(a) 残浆包体；(b) 混杂包体；  
(c) 混成包体；(d) 捕虏体

# 岩脉

- 许多侵入体内外，发育有大量的镁铁质岩墙群和细晶岩、伟晶岩脉，它们是壳幔相互作用、岩浆演化过程和侵位深度的记录，有的还与成矿有关
- 在野外调查时要予以关注。尤其是镁铁质岩墙群，被誉为认识地球动力学过程的钥匙，要加强野外产状、区域分布特征、年代学、古地磁学、地球化学、侵位机制等方面的研究，其中，岩墙群的几何形态和方向性就具有重要的构造意义（**Hoek & Seitz, 1995**）。例如，**Hoek(1991)**就按几何形态，将分段的岩墙-裂隙系统分为不规则式、编织式、雁列式、蜿蜒式等四类，并赋予了不同的构造意义。





## 早泥盆世塔塔山口岩体中的两期不同方向的岩脉





## 相似岩脉的区别

花岗斑岩与石英斑岩：花岗斑岩的斑晶除石英外还有钾长石，石英斑岩的斑晶只有石英

花岗斑岩与花斑岩：花斑岩是花岗斑岩的一个变种，其特征是基质中的石英和碱性长石呈显微文象交生，野外花岗斑岩和花斑岩无法区别，室内在偏光显微镜下才能确定。

霏细岩和花岗细晶岩：霏细岩是浅色隐晶质瓷瓦状断口的岩石，花岗细晶岩为显晶质细粒它形结构的浅色岩石，两者都是酸性岩脉。

闪长玢岩与闪斜煌斑岩：闪长玢岩斑晶主要是斜长石，角闪石很少，闪斜煌斑岩的斑晶主要是全自形角闪石，而且暗色矿物远多于闪长玢岩。

当岩脉具有隐晶质冷凝边，中央部分相对结晶较大，以中央部分命名。由于岩脉往往结晶较细，在野外很难定出确切的名字，一般概略定为“酸性岩脉”、“中性岩脉”、“基性岩脉”，或者更笼统定为“浅色岩脉”、“暗色岩脉”，待室内鉴定后再更正。

# 1.4、侵入体生成顺序的判别及期次划分

## 1、侵入体生成顺序的判别

在侵入岩广泛分布地区，岩浆活动往往不只一次而是多次。有的晚期岩浆侵入于早期岩体中呈现多次侵入现象，构成复式岩体。侵入体生成顺序的研究对找矿和了解岩浆活动史有重要意义。野外常用确定相接触的两期或两次侵入体生成顺序的标志有以下几方面：

- 1、具冷凝边者形成较晚。如果早期岩体还未完全冷却，或温度相当高，后期岩体很难见到冷凝边。
- 2、被穿插的岩体为较早岩体，右图②穿插①，则①形成较早，有时大的杂岩体不易观察穿插关系，但只要细心观察接触带，总能找到晚期岩体的岩枝穿入早期岩体之中。也可利用岩脉与岩体的关系确定，被切岩脉所在的岩体为早期侵入体。

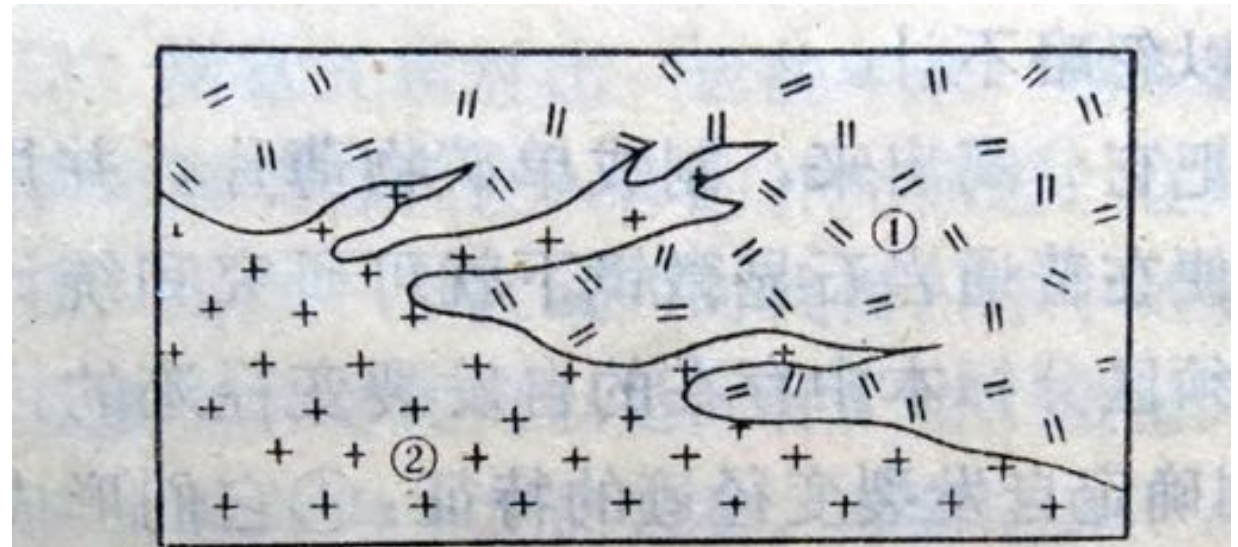


图 2-33 涑源某地岩体穿插素描 (北大)

①斑状石英二长岩 (形成较早)    ②细粒花岗岩岩枝 (形成较晚)





图 2-34 广西如

(据中国科学

①马古坳似斑状黑

三个岩相带的

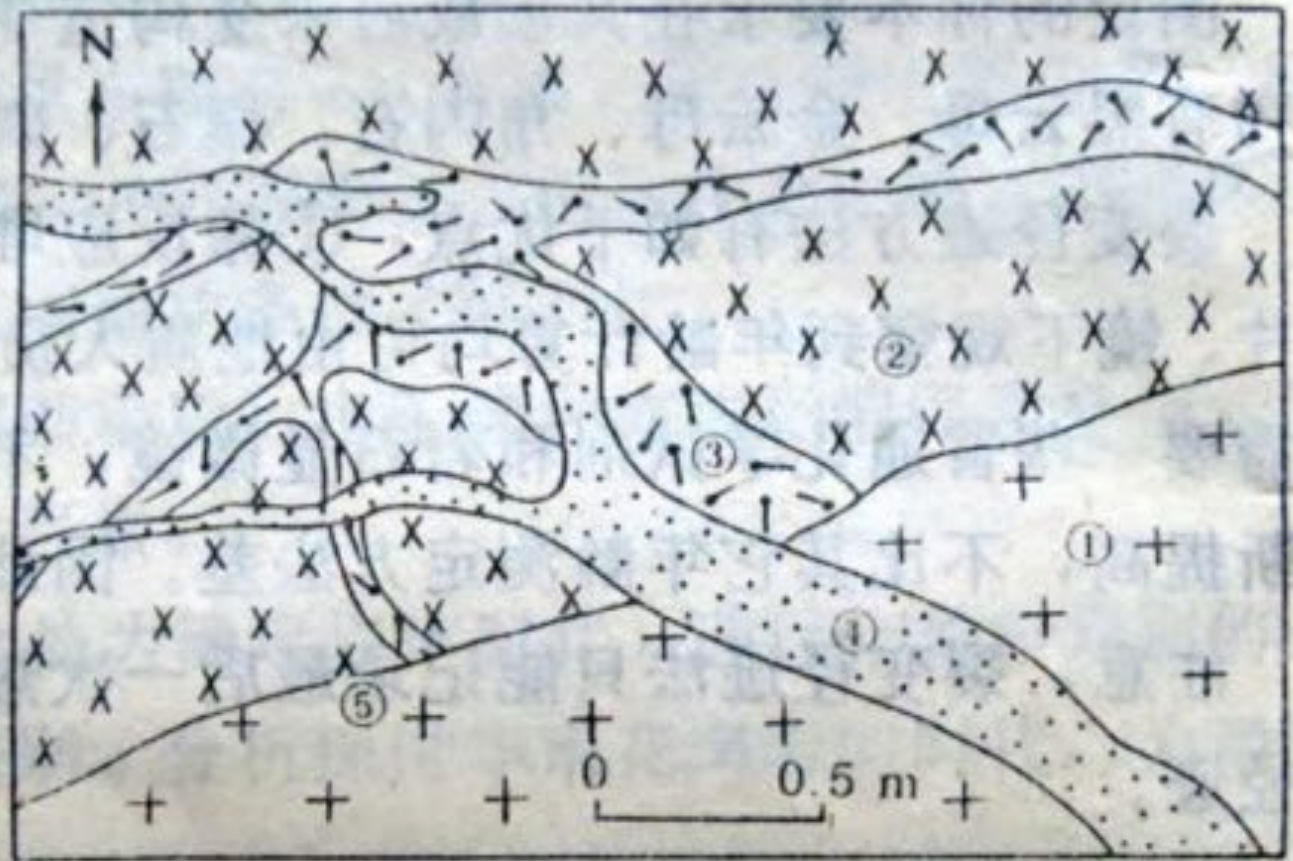


图 2-35 北京周口店岩体两次侵入切割关系平面图

(关坻)

①花岗闪长岩体(边缘带)(生成较晚) ②石英闪长

岩体(生成较早) ③玫瑰色长英岩脉(粗粒) ④花

岗细晶岩脉 ⑤花岗闪长岩体冷凝边



3、两岩体接触，流动构造平行接触线（接面与地面交线）的岩体为晚期体，被切了流动构造的岩体形较早。



图 2-37

图 2-37 寿王坟两侵入体流动构造关系图

1. 早期侵入体 2. 晚期侵入体 3. 流动构造

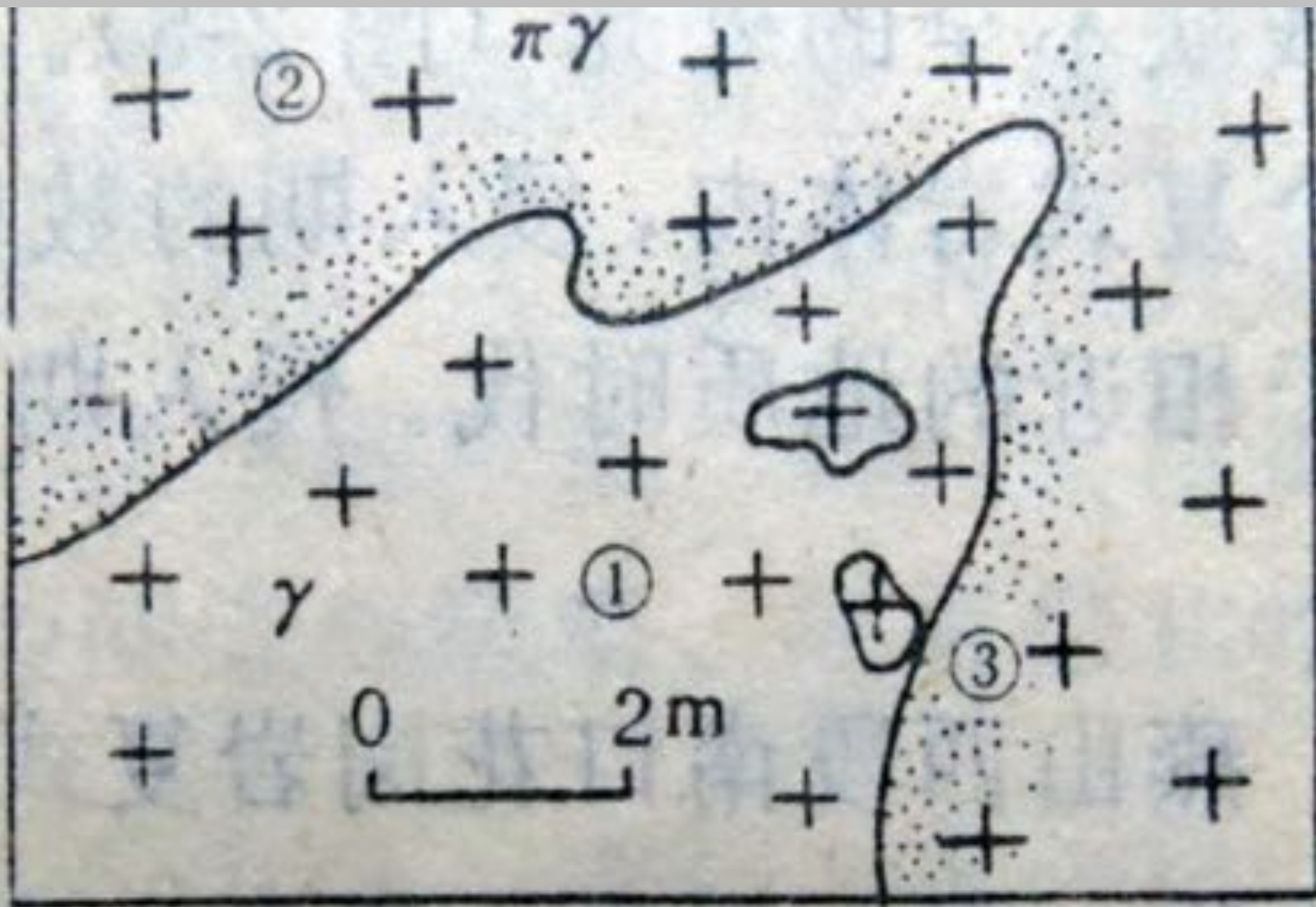


浙江河桥晚期花岗岩中有早期花岗岩的  
捕虏体

4、具有另一侵入岩捕虏体的为晚期侵入体。在晚期侵入体的侵入活动中，由于冲破早期的侵入岩，使之成为捕虏体存在于晚期侵入体中。



5、在两个侵入体接触面上，凡出现烘烤边或出现接触变质现象的岩体为早期侵入体。烘烤边往往呈黄色、砖红色，是受高温岩体烘烤的结果。



江西塘口附近岩体的接触变质现象



## 二、秭归地区岩浆岩

秭归地区岩浆岩较发育，其时代可分为：

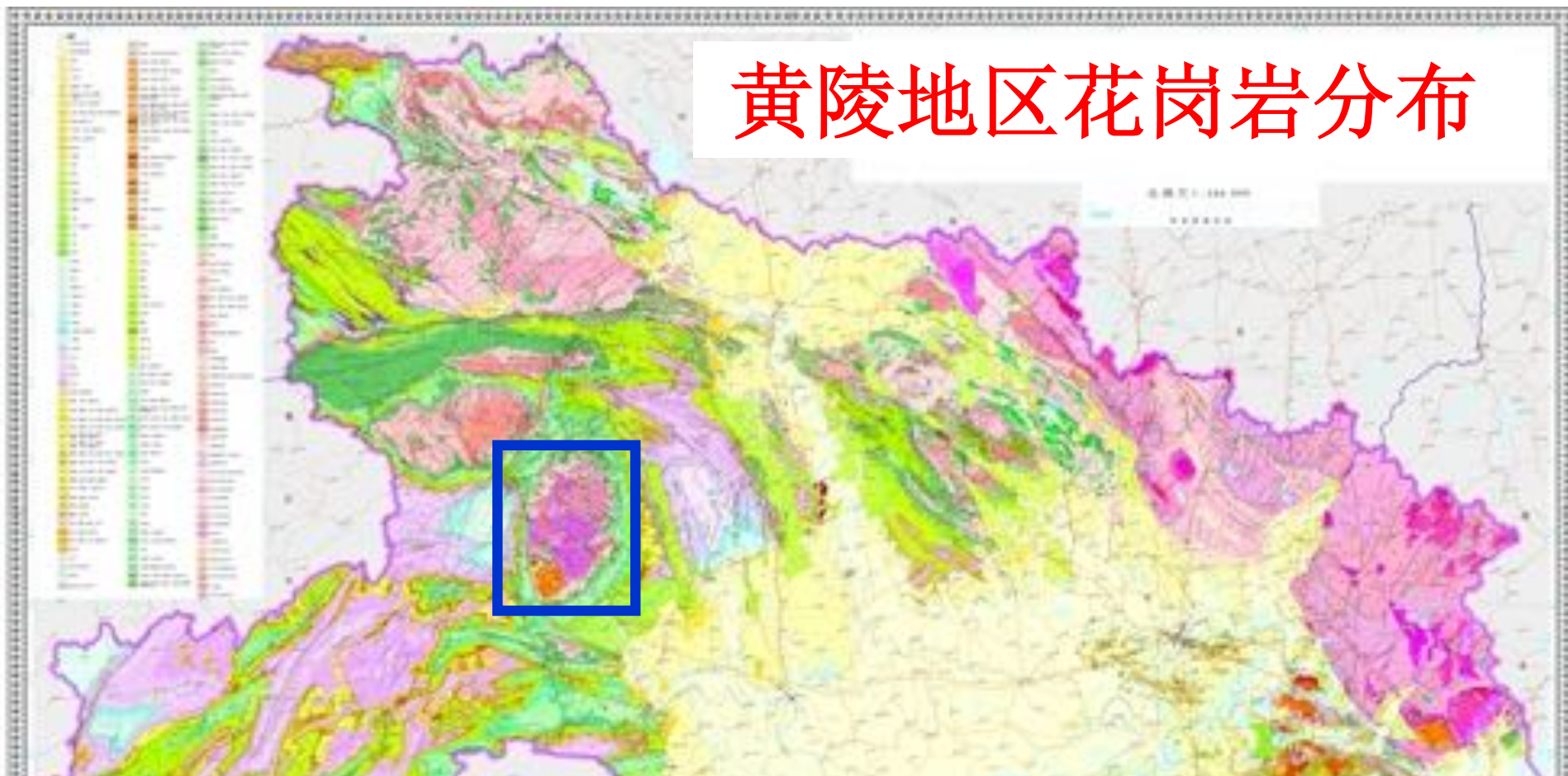
新太古代岩浆岩

古元古代岩浆岩

中元古代岩浆岩

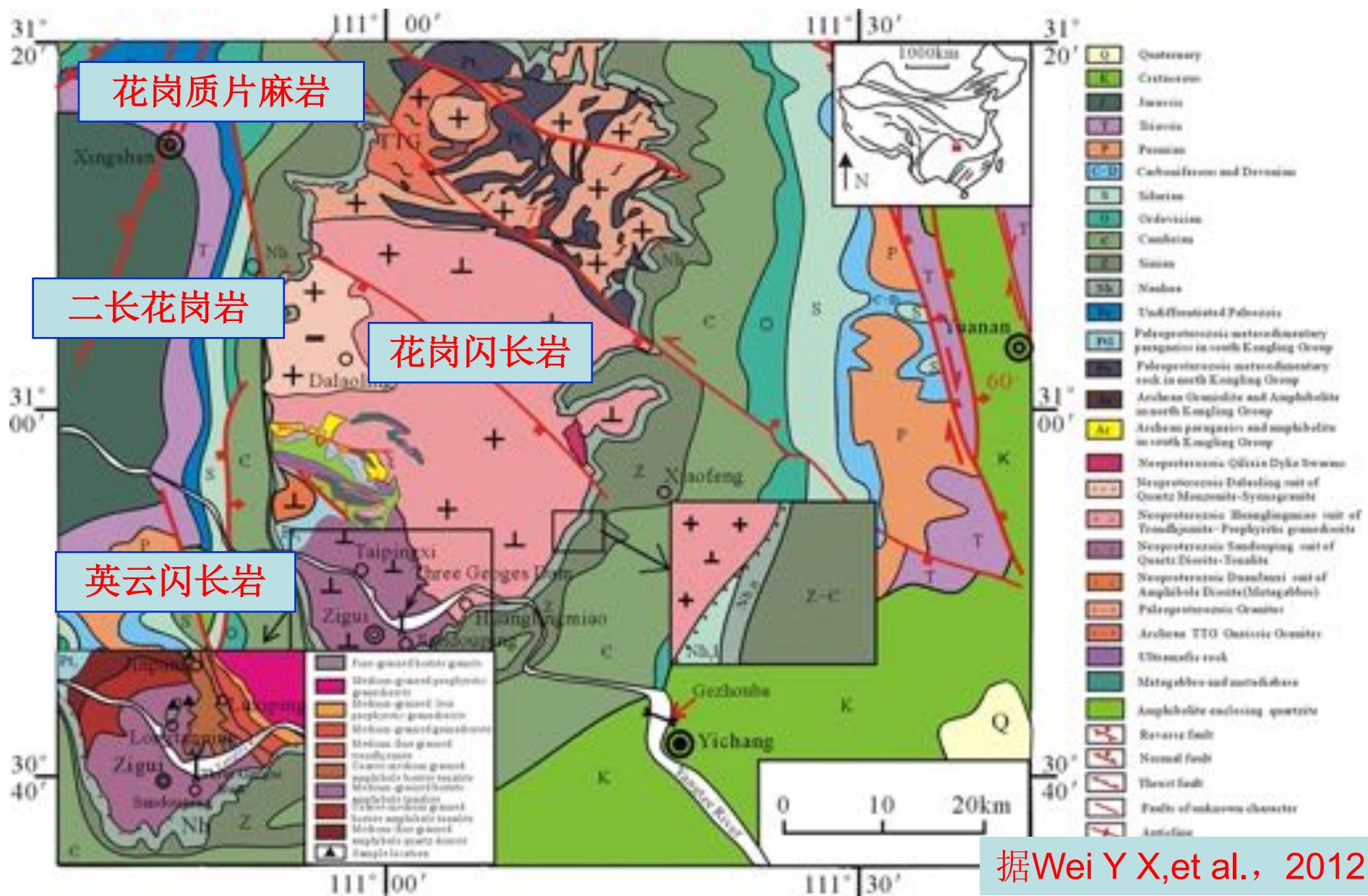
新元古代岩浆岩

## 黄陵地区花岗岩分布



- 黄陵背斜新元古代花岗岩基（即黄陵花岗杂岩）位于扬子陆块北缘，属华南地区为数不多的前寒武纪古老花岗岩之一，是**华南晋宁期花岗岩**的典型代表。研究它的侵入时代、期次和成因对于了解扬子地台的发展史十分重要。





- 黄陵背斜新元古代花岗岩基（即黄陵花岗杂岩）属华南地区为数不多的前寒武纪古老花岗岩之一，是华南晋宁期花岗岩的典型代表。侵入时代、期次和成因对于了解扬子地台的发展史十分重要。





•可分为三斗坪岩套、黄陵庙岩套、大老岭岩套，晓峰岩套。岩性有闪长岩（变辉长岩）、石英闪长岩、英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩及基性—酸性岩脉岩墙。

与大地(1992,2002)				本次划分					
省	单元	主要岩性	序	序	侵入体	主要岩性	侵入关系	时代(Ma)	资料来源
赣	七里坑	基性麻岩、 花岗岩长英岩 岩墙群	晚	19	七里坑 岩墙群	花岗岩、 花岗闪长岩 (岩墙群)	侵入11 12、18	797±5(3) 806±4(1) 802±10(5)	Zhang SB, et al., 2009 Li ZX, et al., 2004
大 老 岭	马潭河	中细粒含石榴 二长英 花岗岩	大 老 岭	18	马潭河	中细粒含石榴 二长英 花岗岩	侵入6, 9、10、 11、12	794±7(1) 817±22(1)	凌文馨等, 2006 Zhang SB, et al., 2009
	田家坪 (沙坪、 龙潭坪)	似斑状角闪 二长花岗岩		17	田家坪	似斑状角闪 二长花岗岩	侵入17		
	鼓架坪	不等粒黑云 二长花岗岩					侵入9、 16		
	凤凰坪	角闪黑云石英 二长花岗岩		16	鼓架坪	不等粒黑云 二长花岗岩			
				15	心城坊	中粒黑云母 二长花岗岩	侵入10、 11、12		
				14	金龙岗	中细粒闪长岩	侵入、		
				13	龙潭坪	细粒斑状黑云 母花岗岩	侵入6、	844±10(5)	Wei YX, et al., 2012
黄 陵 南	下堡坪	浅色粗粒状黑 云花岗岩长岩	黄 陵 南	12	下堡坪	中粒斑状 花岗岩长岩	侵入 9、10、 11	819±7(5) 821±20(1) 835±24(5)	马国平等, 1984 Zhang SB, et al., 2009 魏运涛等, 待发表
	鼓架寺	浅色似斑状黑 云花岗岩长岩		11	茅坪北	中粒少斑状 花岗岩长岩	侵入 9、10	844±11(5)	魏运涛等, 待发表
	乐天溪	含角闪石英云 母花岗岩		10	庵子坝	中粒花岗岩 长岩	侵入 9	850±4(5)	魏运涛等, 待发表
				9	洞溪坪	中粒粗英长 花岗岩	侵入 6、7、	852±12(5)	魏运涛等, 待发表
二 斗 坪	小溪口	中细粒黑云 英闪花岗岩	二 斗 坪	8		中细粒角闪 黑云英闪 花岗岩(脉岩)	侵入5、 6、7		
	麻湾	粗粒含角闪石 黑云英闪 花岗岩		7	金盘寺	粗中粒含角闪 黑云英闪 花岗岩	侵入6	842±10(5)	Wei YX, et al., 2012
	西店哩	角闪黑云英闪 花岗岩		6	三斗坪	中粒黑云角闪 英闪花岗岩	侵入4 和5	844±4(Ar) 863±9(5)	李益龙等, 2009 Wei YX, et al., 2012
	太平溪	中粗粒黑云 角闪英闪 花岗岩		5	太平溪	粗中粒黑云 角闪石英 花岗岩	侵入4		
	关人坪 (文昌 庙)	中细粒石英 闪花岗岩		4	中 洲	中细粒角闪 石英闪花岗岩	侵入1、2		
				3	秋林湾	粗粒英闪 花岗岩	被10侵入		
	百家岭 八宝寨 塔子岭	浅色石英 闪花岗岩		晚 埃 武 岩	2	寨 坎	粗中粒暗色 闪花岗岩 (安基岩)	侵入1	
			1	塔子岭	中细粒角闪 花岗岩 (安基岩)	被2、4 侵入			

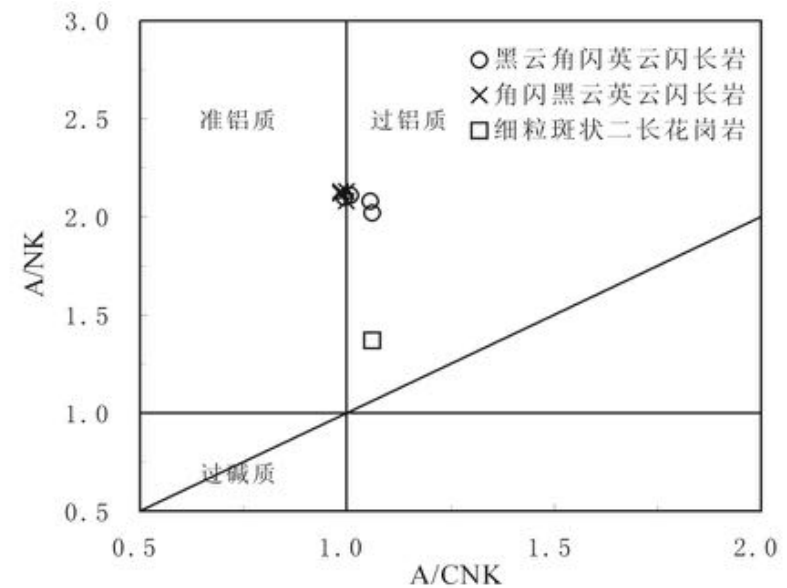
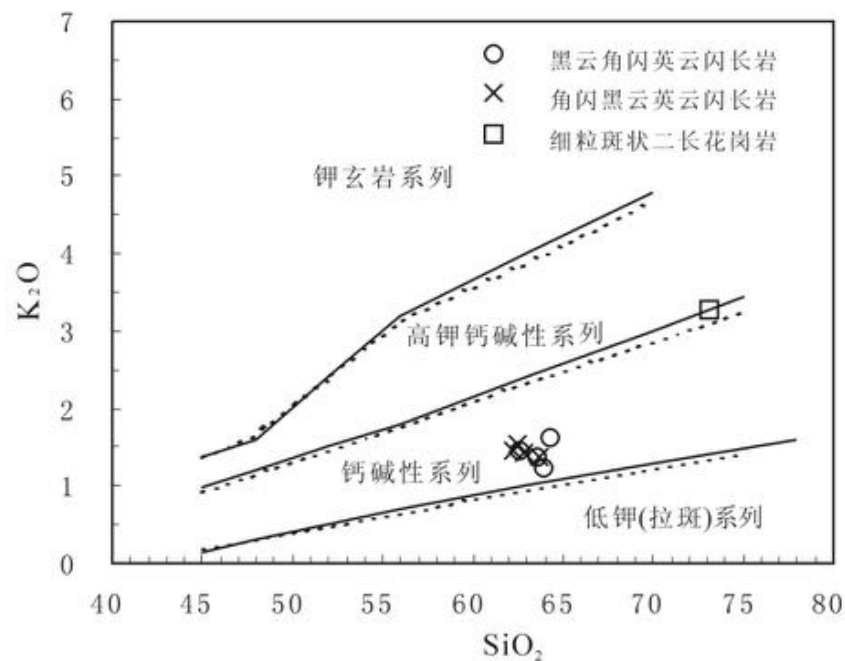
注: 年龄一栏的代号示年龄测试方法: S-SHRIMP, L-LA-ICP-MS, 2-单颗粒锆石, P-Pb, Ar-Ar-Ar  
\*代表独立单元或侵入体

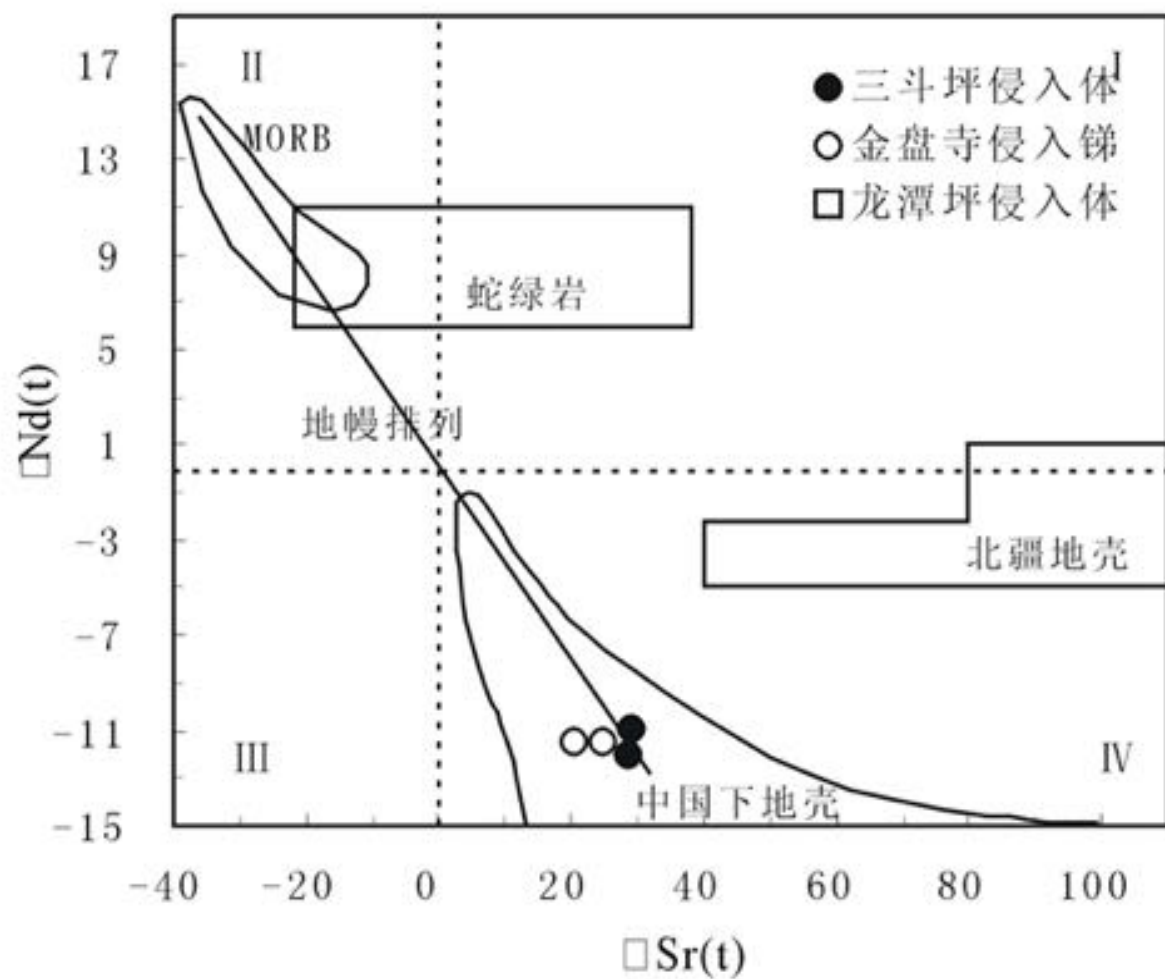
# 黄陵地区新元古代花岗岩及晚期基性岩墙群岩石序列表



# 三斗坪岩套构造背景

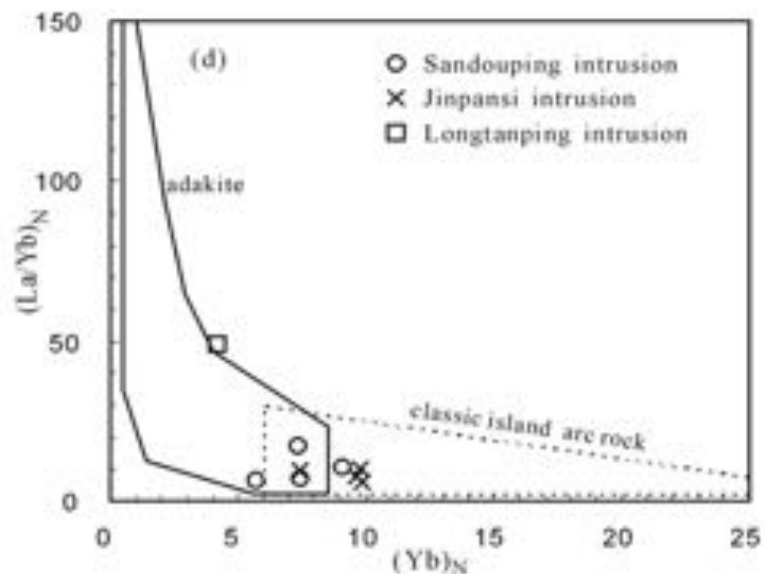
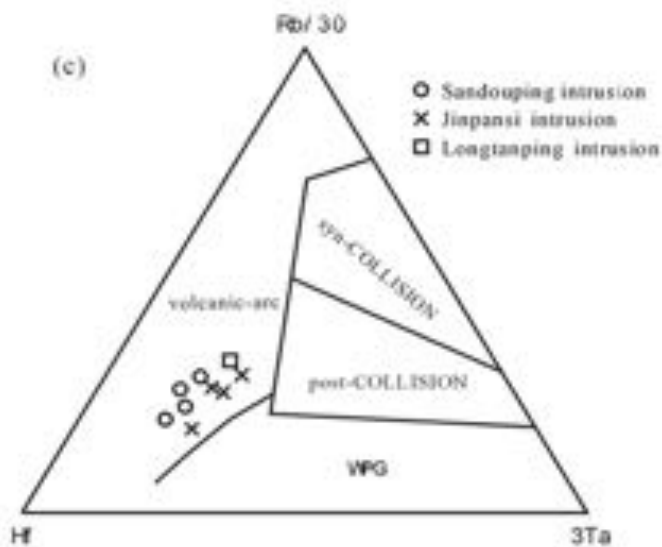
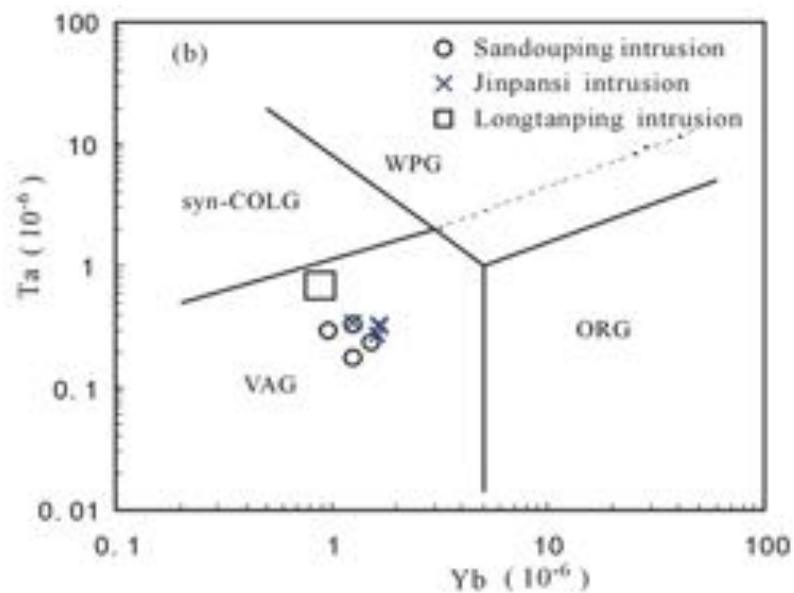
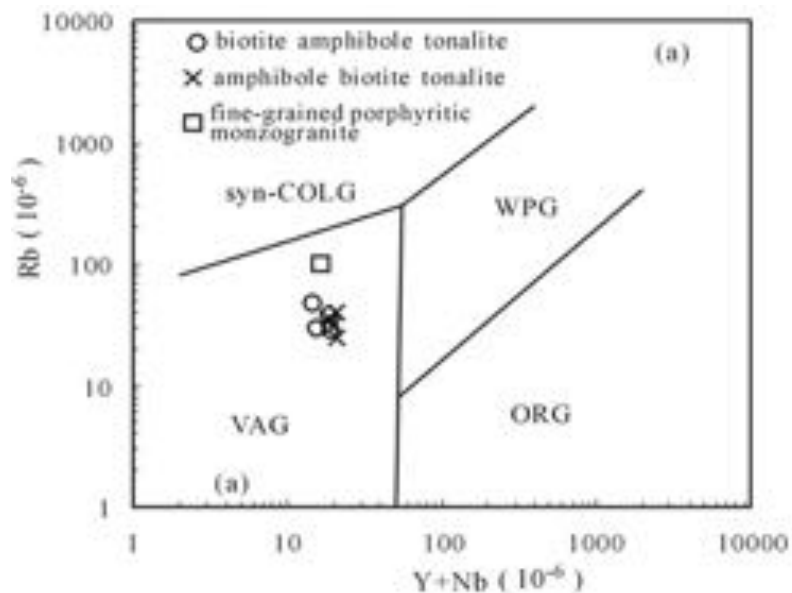
•黄陵背斜南部新元古代最老茅坪序列（即三斗坪岩套）中较早的三斗坪细中粒黑云角闪英云闪长岩侵入体与金盘寺粗-中粒角闪黑云英云闪长岩侵入体，二者主量元素均表现为富钠， $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ ，高铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3 > 15\%$ ），低钛（ $\text{TiO}_2 < 1\%$ ），岩石属钙碱系列，而晚期龙潭坪二长花岗岩体有向高钾钙碱性花岗岩演化的趋势， $\text{A}/\text{CNK}$ 为0.98~1.06，小于1.1，标准矿物中均含有透辉石分子，显示了I型花岗岩的特点，稀土元素特征为轻稀土富集，重稀土平坦型。在 $\text{K}_2\text{O}$ — $\text{Na}_2\text{O}$ 图解（图略）中，样品落入I型花岗岩区内。



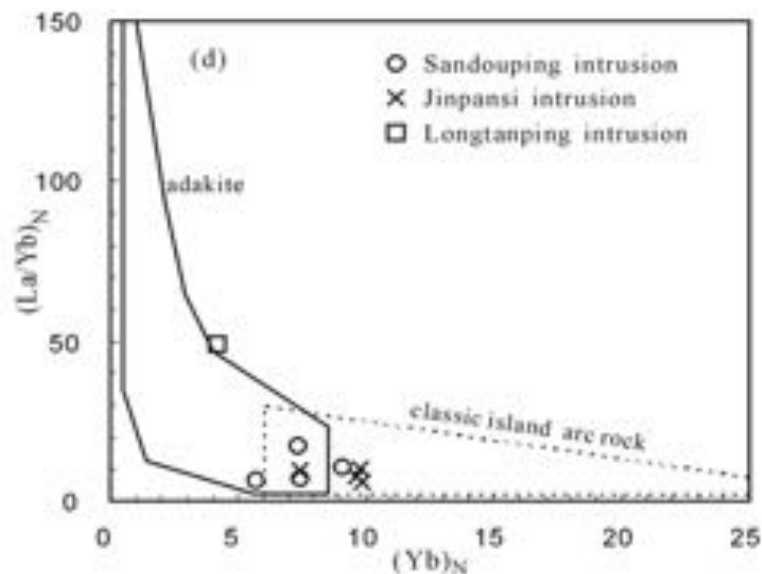
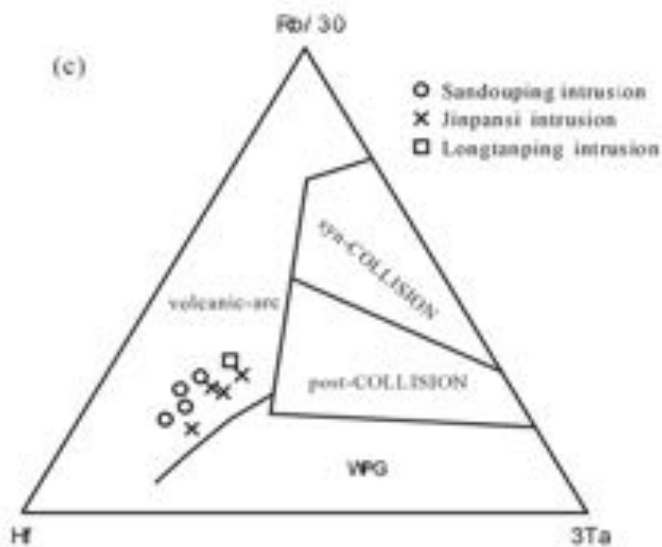
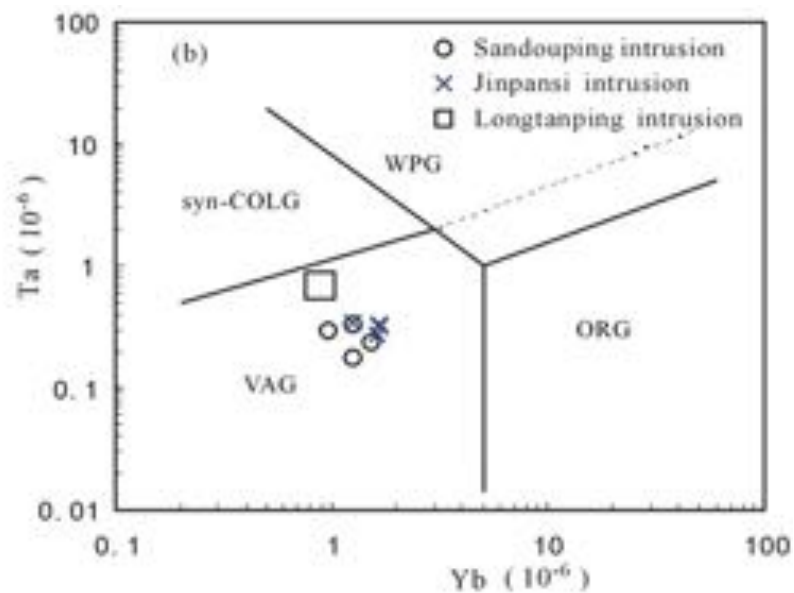
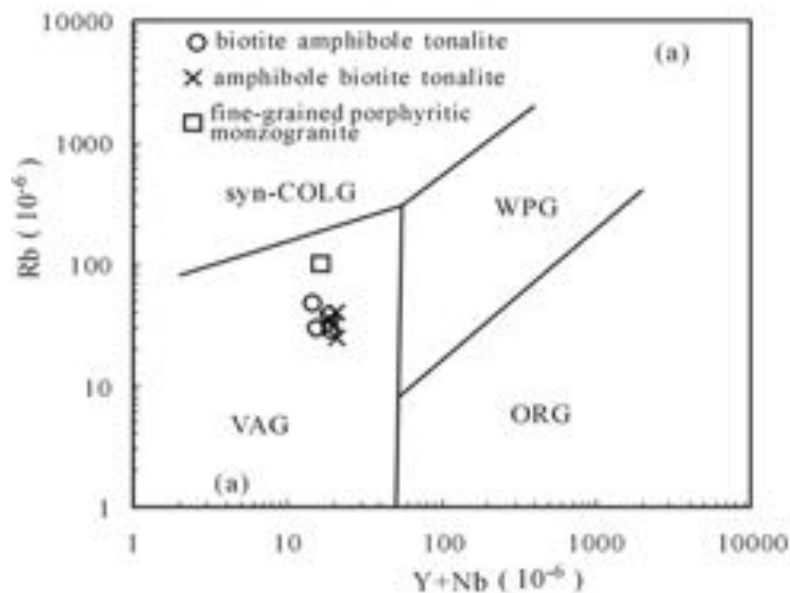


在 $\epsilon\text{Nd}(t)$ - $\epsilon\text{Sr}(t)$ 图解中均落于中国下地壳区域，表明三斗坪英云闪长岩体的物质来源主要为地壳岩石，属壳源I型花岗岩。

新元古黄陵花岗岩岩体 $\epsilon\text{Sr}(t)$ - $\epsilon\text{Nd}(t)$ 图，引自Zhu et al (2001)



在Rb-Y+Nb图解， Ta-Yb构造环境判别图解， 以及Rb-Hf-Ta构造环境判别图解中， 样品均落入火山弧构造环境花岗岩区。

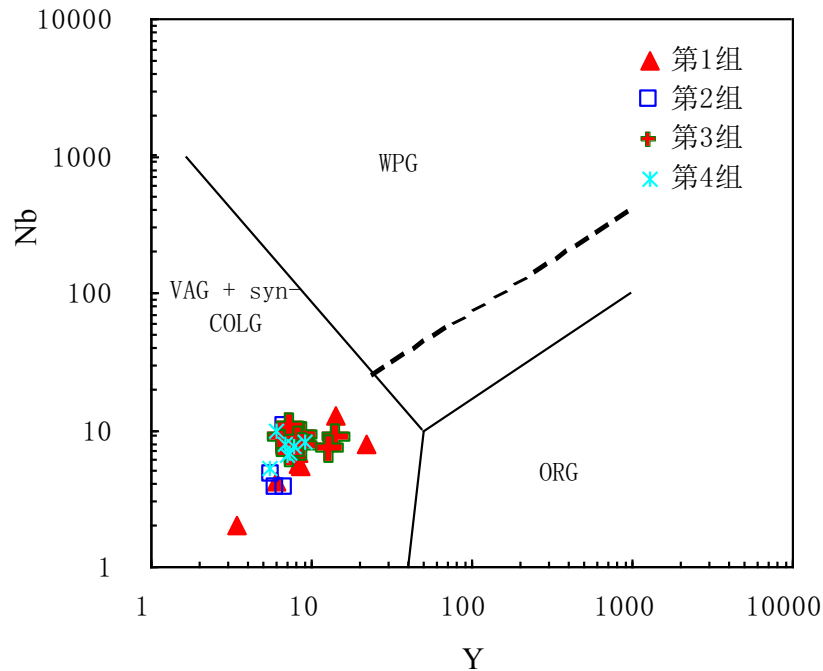


在 $(La/Yb)_N - (Yb)_N$  判别图解，中除晚期的龙潭坪二长花岗岩体，落入埃达克岩石区外，其余均落入经典岛弧岩石区以及经典岛弧岩石与埃达克岩石重叠区。

该岩体高 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{La} / \text{Nb}$ 、 $\text{Th} / \text{Ta}$ 值，低 $\text{TiO}_2$ 含量和明显Nb-Ti负异常，说明该套岩石形成于板块活动边缘岛弧环境。因此，黄陵背斜南部新元古代最老的三斗坪序列（即三斗坪岩套）花岗岩形成于与洋壳俯冲消减作用有关的岛弧构造环境。



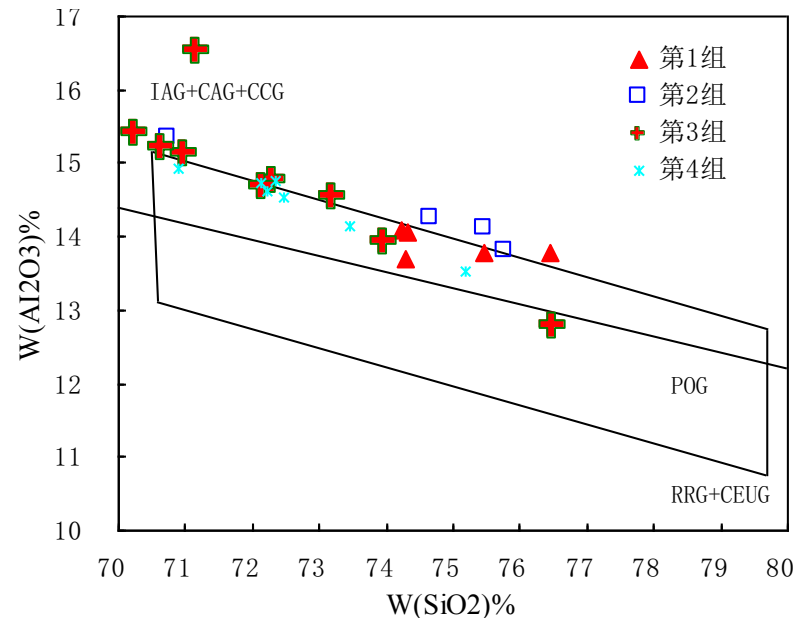
# 黄陵庙岩套侵入岩成因及构造环境



黄陵庙岩套Nb-Y 图解

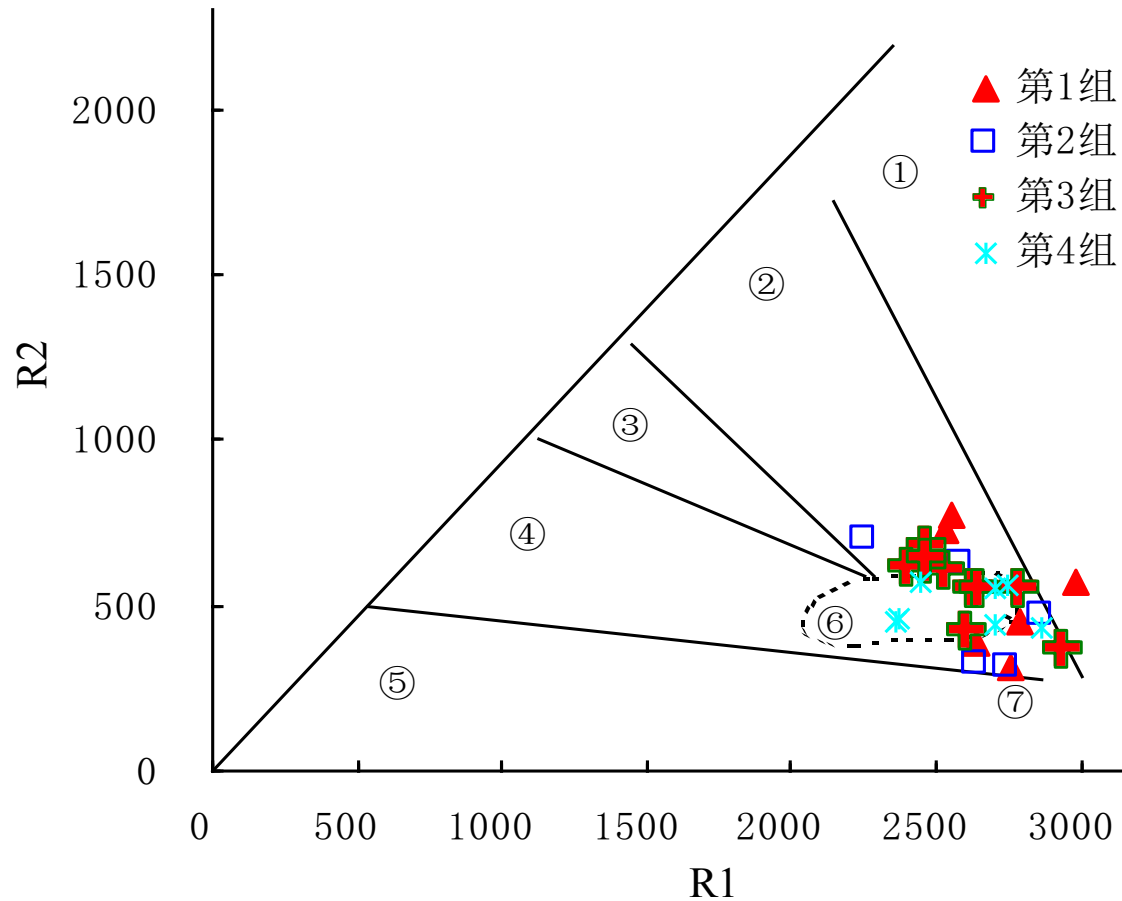
**VAG**-火山弧花岗岩类;  
**Syn-Coll**-同碰撞花岗岩类  
**WPC**-板内花岗岩类; **ORG**-  
 洋中脊花岗岩类

第1组: 细中粒奥长花岗岩体; 第2组: 中粒花岗闪长岩体;  
 第3组: 中粒少斑花岗闪长岩体; 第4组: 中粒斑状(二长)花岗闪长岩体



黄陵庙岩套W(SiO<sub>2</sub>)%-W(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)% 图解

**IAG**-岛弧花岗岩类; **CAG**-大陆弧花岗岩类;  
**CCG**-大陆碰撞花岗岩类;  
**POG**-后造山花岗岩类;  
**RRG**-与裂谷有关的花岗岩类;  
**CEUG**-与大陆的造陆抬升有关的花岗岩类



黄陵庙序列R1-R2图解

①地幔斜长花岗岩；②破坏性活动板块边缘(板块碰撞前)花岗岩；③板块碰撞后隆起期花岗岩；④晚造期花岗岩；⑤非造山区A型花岗岩；⑥同碰撞(S型)花岗岩；⑦造山期后A型花岗岩

- 许多研究者对黄陵背斜南部新元古代花岗岩的形成时代运用不同定年方法进行了研究，获得的花岗岩形成年龄介于**844~765 Ma**（冯定犹等，1991；李志昌等，2002；Li et al., 2003；凌文黎等，2006；李益龙等，2007；Zhang et al., 2009；高维等，2009），但所得出的结论却并不一致，部分岩体测年数据与岩体之间的地质接触关系所显示的先后侵入次序明显矛盾。新的**SHRIMP U-Pb**定年结果表明，**三斗坪单元的侵位年龄为 $863 \pm 9$  Ma**（Wei et al., 2012），**黄陵庙序列最早路溪坪奥长花岗岩侵位年龄为 $852 \pm 10$  Ma**（1/5万莲沱幅区调，魏运许等，待发表）。上述数据与岩体之间的接触关系吻合。Peng et al., (2012)应用黄陵花岗岩基之上的南华纪南沱组冰碛砾岩中亦发现存在 **$859 \pm 26$  Ma**； **$861 \pm 12$  Ma**；反映其物源来自该区新元古代花岗岩。



The End