

区域地质调查
野外工作方法

第二分册

侵入岩 火山岩
沉积岩 变质岩

地质出版社

区域地质调查野外工作方法

(第二分册)

侵入岩 火山岩 沉积岩 变质岩

地 质 出 版 社

区域地质调查野外工作方法

(第二分册)

侵入岩 火山岩 沉积岩 变质岩

•

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

开本：787×1092 1/16·印张：32 3/8·插页：2·字数：787,000

1980年3月北京第一版·1980年3月北京第一次印刷

印数1—16,090册·定价3.60元

统一书号：15038·新422

目 录

第四章 侵入岩的野外工作方法

一、侵入岩的大类划分与肉眼鉴定	1
二、侵入岩的分类和命名	9
三、侵入体岩相带的划分	13
四、侵入体与围岩接触关系的研究	14
五、侵入体期次的划分和时代的确定	17
六、侵入体构造的研究	25
七、侵入体产状及剥蚀深度的判断	30
八、侵入体形成深度的确定	37
九、脉岩调查	40
(一) 脉岩的一般特征	40
(二) 脉岩的分类	41
(三) 脉岩的野外观察	43
(四) 伟晶岩脉与金伯利岩脉	44
十、岩浆同化混染作用和分异作用的研究	45
十一、侵入岩中几种主要造岩矿物的室内鉴定和研究	56
十二、侵入体化学成分的研究	80
十三、侵入体与成矿关系	85
(一) 判别成矿作用与侵入体成因联系的一些标志	85
(二) 分析侵入体“含矿性”及“成矿富集”的一些途径	88
十四、副矿物研究	104

第五章 火山岩的野外工作方法

一、火山岩的分类命名	110
二、火山岩的野外观察(鉴定)	117
三、火山岩岩相的划分及研究	122
(一) 火山颈相	122
(二) 次火山相	124
(三) 喷发相	126
(四) 喷发-沉积相	132
四、火山喷发产物的野外调查	132
五、火山口的观察与喷发类型的确定	140
六、火山岩岩石化学的研究	146

七、火山岩地区一般工作方法	152
八、火山作用形成的矿产	159

第六章 沉积岩的野外工作方法

一、野外露头的观察与资料的收集	162
二、沉积岩的矿物成分	163
(一) 继承组成部分	163
(二) 同生组成部分	166
(三) 成岩后生组成部分	169
三、沉积岩的层理、层面构造、颜色和韵律	171
(一) 沉积岩的层理	171
(二) 沉积岩的层面构造	178
(三) 沉积岩的结核和次生构造的研究	180
(四) 沉积岩的颜色	182
(五) 沉积韵律	183
四、正常沉积碎屑岩	187
(一) 砾和砾状岩	188
(二) 砂和砂岩	194
(三) 粉砂和粉砂岩	206
五、粘土岩	207
(一) 粘土岩的矿物成分	207
(二) 粘土岩的结构	208
(三) 粘土岩的构造	208
(四) 粘土岩的颜色	209
(五) 粘土岩的分类	209
(六) 粘土岩的研究	210
六、铝、铁、锰质岩和含铜岩	212
(一) 铝质岩	212
(二) 铁质岩	213
(三) 锰质岩	215
(四) 含铜岩	217
(五) 铝、铁、锰质岩和含铜岩的研究	218
七、碳酸盐岩	219
(一) 碳酸盐岩的矿物成分	219
(二) 碳酸盐岩的结构组分	220
(三) 碳酸盐岩的构造	223
(四) 石灰岩	224
(五) 白云岩	226
(六) 泥灰岩	227

(七) 砂灰岩	227
(八) 碳酸盐岩的研究方法	227
八、硅质岩和磷质岩	229
(一) 硅质岩	229
(二) 磷质岩	231
(三) 硅质岩与磷质岩的研究方法	233
九、蒸发岩类	233
(一) 蒸发岩	233
(二) 蒸发岩的研究方法	235
十、可燃性有机岩	236
(一) 煤和油页岩	236
(二) 石油和天然气	237
(三) 可燃性有机岩的研究	238
十一、岩相古地理的研究方法	239
(一) 相的概念和岩相古地理分析的基本方法	239
(二) 岩相古地理图的内容及编制方法	261

第七章 变质岩的野外工作方法

一、变质作用及其分类	271
(一) 变质岩的区域地质调查基本要求	272
(二) 变质作用的物理、化学因素讨论	273
(三) 变质作用类型划分	278
二、变质岩的分类和命名	292
(一) 变质岩的主要类型和命名	292
(二) 接触变质和接触交代变质岩石	295
(三) 错动(碎裂)变质岩	298
(四) 区域变质岩	302
(五) 变质岩镜下观察要点	313
三、变质岩系的地层工作	318
(一) 变质岩系地层剖面的测制	319
(二) 查明变质岩系地层层序的方法和准则	322
(三) 变质岩系区域性地层单位的划分和对比	334
(四) 变质岩系地质时代的确定	351
四、查明变质岩原岩性质的方法	370
(一) 地质产状和岩石组合	371
(二) 岩相学标志	373
(三) 岩石化学和地球化学特征	378
(四) 副矿物研究	390
五、变质作用研究的内容和工作方法	392

(一) 查明变质作用的意义和方法	392
(二) 变质带的划分与填图	393
(三) 变质相研究	416
(四) 变质相系和双变质带	437
六、混合岩地区的观察和研究	448
(一) 有关混合岩的基本概念	448
(二) 混合岩地区地质调查的任务	450
(三) 混合岩的基本特征	453
(四) 混合岩的岩石类型	454
(五) 混合岩化带的划分	461
(六) 混合岩化作用期次的研究	466
(七) 混合岩原岩性质的野外观察	468
七、变质成矿作用的研究	470
(一) 区域变质成矿作用和区域变质矿床的概念	470
(二) 区域变质成矿作用的控制因素	471
(三) 区域性混合岩化作用过程中的成矿作用	475
(四) 构造对成矿作用的控制	479
(五) 找矿和评价	481
* * *	
火山岩的野外工作方法 (第五章) 的照片	484
沉积岩的野外工作方法 (第六章) 的照片	489
变质岩的野外工作方法 (第七章) 的照片	497

第四章 侵入岩的野外工作方法^①

张德全 马志先 编著

一、侵入岩的大类划分与肉眼鉴定

侵入岩大约有千余种，它们之间存在着物质成分、结构构造、产状成因等方面的差异，但是各种侵入岩之间又有一系列的过渡种属，这也显示了它们之间存在着密切的内在联系。对于各种侵入岩之间的差异与联系的认识，并加以合理的归纳分类乃是分类命名学的任务。随着对侵入岩研究的深入，命名方案必然有所发展，或是新的方案出现或是老的方案有所修改补充。所以，可以说命名方案也是人们对侵入岩认识程度的反映。

详细的命名需进行矿物种属、结构构造的详细镜下研究才能确定。但是在野外工作中应能及时地凭介肉眼给以粗略的鉴定命名，并力求正确鉴别大类。

大多数侵入岩都是显晶质岩石，利用下述鉴定表（表4-1）最常见的侵入岩都可以查出来。由于使用工具的限制，一般只能定出岩类的名称。鉴定时首先应根据产状和结构构造把岩体分成中-深成相和浅成相（包括脉岩），然后分别使用不同的鉴定表。

中-深成相岩石首先观察其色率（色率即暗色矿物占造岩矿物总量的百分数）。表上所列色率只是一般情况，特殊情况不受这个数值限制，使用时应灵活些。其次观察石英（或副长石）的有无及含量，这样便可判明岩石在鉴定表横座标上的位置。再次观察长石的有无和钾长石、斜长石的相对含量。没有长石或没有钾长石而只有斜长石时，则注意暗色矿物的种类，这样便可判明岩石在鉴定表中纵座标上的位置。横座标和纵座标的交点所落入位置的岩石名称，即是要鉴定的岩石的名称。

最常见浅成相岩石（包括脉岩）肉眼鉴定表（表4-2）的使用基本上与中深成相侵入岩鉴定表的使用相同。下面就这个鉴定表（表4-2）补充几点说明

浅成相岩石（包括脉岩）的结晶粒度一般都比较细，常呈细粒-隐晶，肉眼辨认其矿物成分往往比较困难。如果岩石是斑状结构，则可用斑晶矿物来判断岩石在鉴定表横座标上的位置（即属那一个大类）。如果不是斑状结构，矿物成分又不易辨认时，则要利用色率来判断它所属大类。

斑岩是指斑晶是钾长石或石英的岩石。玢岩是指斑晶是斜长石或暗色矿物的岩石。

一般浅成相岩石的名称主要是根据其特征近于中深成相岩石或近于喷出相岩石而给以不同命名。近中深成相的，其命名中带有中深成相岩石名称的特点，如微晶辉长岩、闪长玢岩等等；近于喷出相的，其命名则带有喷出相岩石名称的特点，如玄武玢岩、安山玢岩等等。

① 本章经池际尚同志审阅，周树强同志参加了修改定稿工作。

表 4-1 最常见中深成相岩石（显晶质中、粗粒结构）的肉眼鉴定表

大 类		超镁铁质岩石		辉长岩类岩石		花 岗 质 岩 类 岩 石			碱 性 岩 类 岩 石
		>85%	85%—35%	35%—15%	<15%	或有碱性暗色矿物			
长石特点及含量	一般色率 石类副长石含量	无 石 英		无 石 英	石 英 5 %	石 英 5 %—20%	石 英 >20	无石英或 有副长石类	
		有钾长石	钾长石>斜长石	黑云母和/或角闪石等			正长岩	石 英 正长岩	富 钾 花 岗 岩
钾长石~斜长石	同 上			二长岩	石 英 二长岩	花 岗 岩			
钾长石<斜长石	角闪石			闪长岩	石 英 闪长岩	花 岗 闪 长 岩			
斜长石	为 主								
基本上无钾长石	斜长石	辉 石		辉 长 岩 (或苏长岩)					
	斜长石	碱 性 辉 石 等 碱 性 暗 色 矿 物						碱 性 辉 长 岩	
	斜长石			斜 长 岩 (色率<10%)			斜 长 花 岗 岩		
	斜长石								
基本无长石	橄 榄 石 为 主	橄 榄 岩							
	辉 石 为 主	辉 石 岩							
	角 闪 石 为 主	角 闪 石 岩							

表 4-2 最常见浅成相岩石（包括脉岩）的肉眼鉴定表

大 类		超镁铁质岩类		辉长岩类		花 岗 质 岩 类			碱 性 岩 类
		>85%	85%—15%	<15%			不 定		
结 构	一般色率 主要矿物成分或斑 晶矿物成分	橄 榄 石		辉 石	角 闪 石	钾 长 石	钾 长 石	钾 长 石	
						斜 长 石	斜 长 石	石 英	石 英
细粒—微粒		苦 橄 岩	微晶辉长岩	微晶闪长岩	微晶正长岩	微晶花岗岩	微晶副长石（霞石）正长岩		
斑 状 结 构	基质：细—微粒	苦 橄 玢 岩	辉长玢岩 辉绿玢岩	闪长玢岩	正长玢岩	花岗玢岩	副长石（霞石）正长玢岩		
	基质：隐晶—玻璃		玄武玢岩	安山玢岩	粗面玢岩	流纹玢岩			
细晶结构 (色率均小于10%)			辉长细晶岩	闪长细晶岩	正长细晶岩	花岗细晶岩			
伟晶结构 (色率均小于10%)		辉石伟晶岩 (主要由辉石组成)	辉长伟晶岩		正长伟晶岩	花岗伟晶岩			
煌斑结构 (色率均大于20%)				闪斜煌斑岩 云斜煌岩	闪辉正煌岩 (有角闪石 辉石) 云煌岩 (有黑云母)				

表中所列细晶结构，是指有些脉岩，其矿物成分与某一中深成相岩类岩石相当，不过色率低（暗色矿物少得多），矿物呈细砂糖粒状（显微镜下全它形）结构。具有细晶结构的岩石总称为细晶岩类。根据其矿物组成的不同可分别称为辉长细晶岩、花岗细晶岩…等等。野外鉴定时，常常因为矿物成分细小和色率低而不易把某些细晶岩和花岗质岩类的浅成岩或脉岩区别开来，这时可统称为浅色脉岩。

表中所列伟晶结构，是指有些脉岩（或透镜体）结晶颗粒粗大（常超过1厘米），成分除长石、石英等造岩矿物外，常常还有一些含挥发性成分的矿物（如云母、电气石、绿柱石…等等）的特殊类型的岩石。某些伟晶岩常常是有价值的稀土或稀有金属矿床的含矿母岩。根据矿物成分而视伟晶岩所属岩石大类来进行命名，如辉长伟晶岩、花岗伟晶岩等等。

表中所列煌斑结构，是指有些脉岩，其矿物成分与某一类中深成相岩类岩石相当，不过色率偏高（浅色矿物少得多），暗色矿物自形程度好或形成斑晶的岩石的结构。具有煌斑结构的岩石总称为煌斑岩类。煌斑岩类岩石的进一步命名则根据其矿物成分，如闪斜煌斑岩（角闪石、斜长石）、闪辉石煌岩（角闪石、辉石、钾长石）…等等。野外鉴定某些煌斑岩时，常常因其粒度细小，颜色深暗而不易与某些辉长玢岩类岩石区别开来，这时可统称为暗色脉岩。

侵入岩的肉眼鉴定须注意如下要点：

1. 岩石颜色（色率）的观察

岩石颜色的深浅是暗色矿物和浅色矿物相对含量的反映，所以可根据岩石颜色的深浅，大致分为浅色、中色与暗色的岩石，它们大致可与酸性岩、中性岩、基性岩和超基性岩相对应（图4-1）。当然，决定岩石颜色的因素除了暗色矿物含量外，颗粒大小也有关系，暗色矿物含量相同的岩石，粒度小的，在肉眼观察下要深得多，所以对于微晶、隐晶

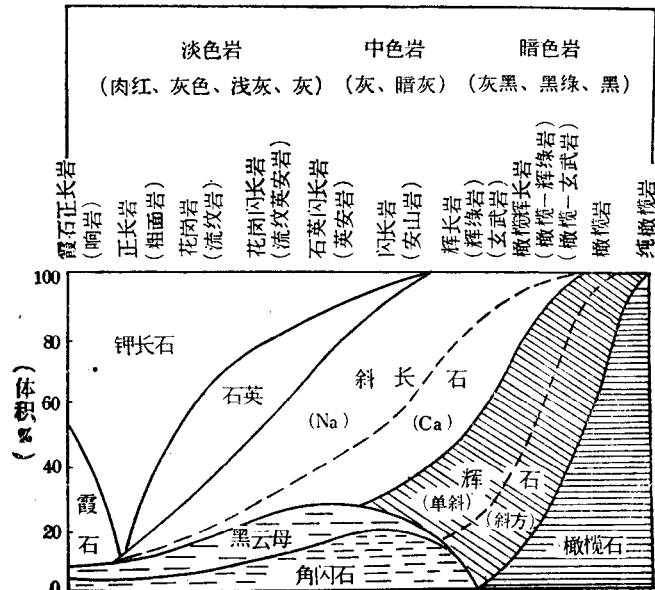


图 4-1 火成岩中大致矿物成分

(据Adams, 1956)

质的浅成岩类，不能仅按其颜色区分出酸、中、基性几个大类。但是，风化后的浅成岩类，其风化色仍有从酸性到基性颜色逐渐变深的现象。所以浅成岩利用风化后的颜色只可作为大致划分的标志。

2. 主要造岩矿物的肉眼鉴定

石英 石英是花岗岩类岩石的主要矿物。除了产在某些文象花岗岩中与钾长石呈文象交生、在某些浅成或深成侵入岩的边缘相、酸性脉岩中的斑晶石英可呈六方双锥自形晶或受熔蚀变圆的现象外，绝大多数花岗岩中的石英多呈它形粒状晶体。一般情况下，多呈它形不规则粒状，贝壳状断口，无色透明，玻璃光泽或油脂光泽，上述特征可与长石等矿物相区别。当长石等矿物解理不发育时，则可藉肉眼可见双晶而与石英相区别。

钾长石 产于侵入岩中的钾长石主要为正长石、微斜长石。在浅成侵入岩中可以出现透长石。条纹长石是富钠斜长石在正长石或微斜长石中与钾长石的交生变种。

钾长石经常是肉红色，褐黄色、灰紫色、灰白色、深蓝绿色等。由于肉红色钾长石较为常见，所以常常会误认为肉红色是钾长石的特征颜色；又由于灰白色斜长石较为常见，常常误认为灰白色是斜长石的特征颜色，其实这并不十分可靠。某些富钠斜长石可呈现淡红色、蔷薇红色或肉红色，而钾长石呈白色或深灰色也是常见的，有时灰白色的钾长石风化后又呈现肉红色。所以只能用颜色来作为区分两类长石的一个辅助条件，必须参考其它的特征来综合分析，才能作出比较正确的结论。

产于花岗岩类岩石中的正长石、微斜长石经常形成它形粒状晶体。斑状岩石中的斑晶钾长石常呈自形晶。产于罕见的更长环斑花岗岩中的钾长石呈卵形，其外沿又常包一斜长石环。钾长石的光泽和解理特征和斜长石基本相同，在肉眼观察下，仅以光泽和解理不能把两类长石区分开来。钾长石常可见卡式双晶，没有斜长石常见的特征聚片双晶，这是肉眼区分钾长石与斜长石的一个重要标志。（将长石的晶面或解理面迎光转动到一个合适的角度，就可以看见以一条直线或折线为界，两边反光强度不一，即为卡式双晶）。

条纹长石是富钠斜长石（主要是钠长石、奥长石）在钾长石中的条纹交生变种。如果是钾长石在斜长石中与斜长石呈条纹交生，则称为反条纹长石，反条纹长石比较少见，大多出现于同化混染岩石与变质岩中。粗大一些的条纹在手标本上即可观察到，即在钾长石的晶面或解理面上见到一些大致沿一定方向的须根状细脉，其颜色多半比主体要浅，这些细脉就是条纹构造。

斜长石 斜长石广泛产于各种侵入岩中，即便是以铁镁矿物为主的超基性岩中，有时也可有少量出现。由于斜长石是由钙长石分子和钠长石分子不同比例混溶的固溶体，在不同时代或不同成分或不同形成条件的侵入岩中，它的化学成分和结晶构造都有差异，因此在侵入岩的研究中，对其中斜长石的研究已是一个必不可少的内容，研究的问题也愈来愈深入。

一般情况下，岩石愈基性，其中斜长石愈基性（即钙长石—— A_n 愈多）；岩石愈酸性，其中斜长石愈酸性（即钠长石—— Ab 愈多）。

基性斜长石多产于辉长岩类岩石中，某些超基性岩或可少量出现经常形成厚板状一向延长半自形晶断面接近正方形。中性斜长石主要产于闪长岩类岩石往往形成板状晶体，特别是作为斑晶出现时，很容易见到其近长方形的断面。酸性斜长石多为长板状形态。大多数斜长石呈暗灰色—白色，有时亦见到肉红色或褐灰色。基性斜长石多呈不同色调的深

灰一白色，酸性斜长石可见灰、白、肉红色。各种斜长石均呈典型的玻璃光泽，风化或遭受蚀变的斜长石则呈土状光泽。斜长石具(001)与(010)两组完全解理，在矿物的断口上可见到平整宽阔的不整齐阶梯状具玻璃光泽(矿物新鲜时)的解理面。双晶是长石类矿物的重要鉴定特徵，观察双晶的方法是将标本向不同方向摆动，直到用肉眼或放大镜看见矿物的晶面或解理面上反光时出现一些相互平行、明暗相间的直线或折线，这就是双晶纹。斜长石的钠长石律双晶(或称聚片双晶)可以见到一个晶体上若干条这种双晶纹；斜长石的卡-钠律复合双晶则可见到一个晶体由直线或折线将晶体分为反光不同的明暗两部分(卡斯巴双晶)，在这两部分上分别还可见到若干较细的钠长石聚片双晶纹。一般的情况下，酸性斜长石聚片双晶纹较密，基性斜长石的双晶纹较疏。有时钠长石呈无色透明晶粒产出，如不注意可误认为石英，以致将大的岩类定错，注意观察解理双晶，可区别之。在某些斜长岩或辉长岩中的斜长石晶粒粗大、呈褐色，在反射光下可见青铜光泽的变形，称为“日光石”。这是平行排列在斜长石轴面或柱面上的一些针状或板状赤铁矿、钛铁矿、磁铁矿包体，这种包体被认为是斜长石在高温时(1235℃)的均一混溶物质，在低温时溶出的结果。风化或蚀变的斜长石往往失去其玻璃光泽，断口呈瓷状或土状；如果变为绿帘石(黄绿色)、碳酸盐(滴HCl可起泡)多为基性斜长石；变为土状高岭土，则多为酸性斜长石。

普通角闪石 普通角闪石是闪长岩、正长岩、辉长岩等类岩石中常见的矿物。产于这些岩石中的角闪石通常富含镁。典型的呈暗绿色，很少有褐色。在侵入岩中的角闪石多呈长柱状一向延长晶体；在某些花岗岩闪长岩中，一向延长的特点不十分显著，肉眼观察时很容易误认为辉石，但角闪石的条痕(粉末)带绿色色调，而辉石(除去无色透辉石外)的条痕多带褐色色调。角闪石的光泽、解理完全程度和辉石相差不多，肉眼观察时可先在反射光下看好一个平行柱面断开的晶体的一组反光良好的解理面(呈比较密集的不规则阶梯状——不完全解理)，然后在眼睛注视下用手旋转标本，直到观察到第二组反光良好的不规则阶梯状解理面。由第一组解理面到第二组解理面之间旋转的角度就是辉石或角闪石的两组解理的夹角。估计这个夹角如果近90°则矿物为辉石；如果这个夹角呈钝角或锐角则是角闪石。如果能看到较好的晶体横断面，则辉石大多呈近正方形或近正方形的八边形；角闪石的横断面呈菱形或近菱形的六边形。

在一些比较细粒的岩石中，角闪石有时与黑云母容易相混。新鲜角闪石硬度大，小刀不易刻划；黑云母硬度小，小刀刻划即可获得细小的鳞片状粉末。此外角闪石常带绿色色调，玻璃光泽到半金属光泽；黑云母带褐色色调，在解理面上可见珍珠光泽。

辉石 辉石为超基性岩和辉长岩类岩石的主要矿物。可分为二类，一类属斜方晶系，一类属单斜晶系，但肉眼难以区分。大多数辉石均具有绿黑、绿褐、黑褐等颜色；少部分有翠绿色(产于超基性岩中的含铬透辉石)或灰、灰绿色(透辉石)。产于侵入岩中的辉石多呈近等轴粒状(不明显的短柱状)，玻璃光泽，并带有半金属光泽或金刚光泽的特点(这是和一些粒状暗色长石的重要区别)。解理不完全，新鲜断面呈密集而不整齐的阶梯状断口，即不完全解理面。

辉石也可遭受蛇纹石、滑石等的交代，但不及橄榄石那样普遍。辉石被蛇纹石交代后常形成一种被称为“绢石”的蛇纹石变种。绢石交代辉石(主要是斜方辉石)后在标本上可见到绢石化的辉石假像，这是一种呈锦黄色、丝绸光泽和良好解理面的宽板状晶体。辉

石亦容易被皂石或纤闪石交代，不过这些现象在标本上均不容易鉴定。

橄榄石 橄榄石是超基性岩、辉长岩类岩石常见的造岩矿物，它的存在和含量是这两大类岩石种属划分的重要依据。新鲜的橄榄石主要呈砂糖状晶体。个别情况下，如湖北太平溪纯橄岩中橄榄石粒径可达80毫米。产于我国某地金伯利岩中的橄榄石斑晶常因受熔蚀而成蚕豆状或豆状。新鲜的橄榄石常呈鲜艳的橄榄绿色或黄绿色。玻璃光泽。不规则或贝壳状断口。产于某些辉长岩类岩石中的橄榄石，主要依据其较辉石为淡的黄绿色或橄榄绿色和不具解理而与辉石相区别。出露的侵入岩的橄榄石多已被其他矿物所交代，最常见的蚀变为蛇纹石，其次有滑石、碳酸盐等。橄岩类蛇纹石化后形成一种隐晶集合体的蛇纹岩（其中尚有其他矿物），常呈黄绿、黑绿、黑色等蛇纹状花纹，断口常显蜡状光泽，断口边缘呈半透明。蛇纹岩风化后颜色变浅，常呈灰色或淡黄色，土状光泽，有时在浅色的背景上常可见到细粒磁铁矿组成的多方向细脉，构成网状结构。如高寺台橄岩体的标本迎阳光可见“闪亮面”反光，放大镜下可见“闪亮面”由针状叶蛇纹石定向排列而成。橄榄石遭受水化作用可以形成蛇纹石和水镁石的组合。水镁石和蛇纹石的区别可利用无盖薄片染色法。橄榄石容易遭受碳酸盐化作用而形成蛇纹石和菱镁矿。

3. 估算侵入岩中矿物成分的含量

主要造岩矿物的相对含量是岩石分类命名的重要依据，也是探索岩石在时间、空间、成因上的变化特点和对岩石进行对比的重要标志之一。野外观察和室内鉴定都需要对主要造岩矿物的含量进行测定。有时对斑状结构的岩石斑晶或岩石中的包体等也常常需要获得含量的数据。对于斑状岩石送薄片鉴定时，需估算斑晶矿物种类与含量，并写在送样单上，否则室内鉴定薄片常常便根据基质定名而定错。如斑状二长岩类长石斑晶可大于薄片面积，若按所磨基质薄片可定为花岗闪长岩。室内在岩石薄片测定矿物含量的方法在一般教科书中已有介绍，不再赘述。这里仅谈谈野外工作时的简便计算方法。

小比例尺区测，对侵入岩中矿物的相对含量的测定可采用目估的方法，目估结果的精度常跟经验有关。由于肉眼视差关系，浅色基底上估计深色矿物含量，或深色基底上估计浅色矿物含量，都往往估计偏高。斑晶矿物的含量也常常估计偏高。中、大比例尺区调和某些岩石问题的研究，在野外需对含量进行测定可采用简便的直线法。在露头上选定具有代表性的地段或范围，用钢尺测量若干平行直线上的矿物或包体等的长度列表分别记录。直线数目、长度及间距视欲测矿物等的大小和要求精度来选择。原则上平行直线越长、间距越小、线数越多精度就越高。一般测线总长至少应该等于岩石中矿物的粒径的100倍，线的间距至少应该等于矿物的平均粒径。测量后用下式算出欲测矿物的体积百分比（用线段比代替面积比，用面积比代替体积比）。

$$\text{某矿物在岩石中体积百分含量} = \frac{\text{该矿物总长}}{\text{测量线总长}} \times 100$$

如果某一矿物在斑晶及基质中均存在，则计算这种矿物在岩石中所占体积百分比时，应把斑晶和基质中该矿物所占长度加起来一并计入该矿物总长。如果只要求计算岩石中斑晶含量体积百分比时，基质中的该矿物所占线段就不再计入该矿物的总长中。

在测量前如能将标本作染色处理（见本章第十二节），则斜长石、钾长石、石英等几种矿物可明显地区分开。这样测量速度会显著提高，质量也会好得多。

直线法是一种比较简便易行的测量含量的方法，但它仅适用于中—粗粒显晶质的岩

石。只要测量的线段能够保证足够数量、线的间距又不过宽时，其精度是能满足要求的。如果在有系统的岩石磨光面上进行，精度可较露头上测定为高。包体含量亦可用上述方法测量。

4. 岩石结构构造的观查

结构与构造这两个词的使用，在中外文献中至今仍较混乱，有的把结构叫组构，而把构造称为结构，德文、俄文中的结构与构造的含义常与英文相反。我们在本文中所提到的结构是指矿物的结晶程度、颗粒大小、形状以及矿物之间的组合方式所反映出来的岩石构造上的特点。构造是指岩石中不同的矿物集合体之间或矿物集合体与岩石其它部分之间的排列方式或充填方式的特点。一般说来，岩石的结构决定于岩浆成分与岩石形成时的物理化学条件，如温度、压力、浓度、冷却速度等；而岩石的构造的形成则以地质因素为主要条件，如构造运动、岩浆的流动等。所以，结构构造既是识别岩石与分类命名的一个标志，也是追索探讨岩浆活动的历史与成岩环境的重要依据。

结构与构造的研究主要靠镜下观察，肉眼能观察的结构构造特征是极有限的，而且常常是粗略的。下面列举一些肉眼能粗略观察的结构构造。

(1) 岩石的结晶程度：指岩石中结晶物质的发育程度，按岩石中晶质和非晶质（玻璃质）的比例可分为：

全晶质结构 岩石全部由结晶矿物组成，这是在岩浆结晶温度下降较慢的条件下，岩浆中的组分得以从容结晶而形成的，所以多出现在侵入岩中。

半晶质结构 岩石中既有结晶的矿物又有非晶质的玻璃，浅成岩和部分喷出岩具有这种结构。

玻璃质结构 岩石几乎全部由玻璃质组成，这是在温度快速下降的条件下，岩浆中的各种组分来不及结晶即已固结，因而形成不具结晶矿物的玻璃质结构。

(2) 自形程度的观察：岩石中矿物外形的完整程度是不同的，按其自形程度可分为三种：

自形晶 具完整的晶形，这种晶体多半是在有足够的空间允许其充分生长的条件下生成的，如斑状结构岩石中的斑晶，如果岩石中大多数矿物是由自形晶组成，就称为全自形结构。

半自形晶 晶体部分为完整的晶面，部分为不规则的轮廓，这说明在结晶时很多矿物都在晶出，条件不允许它充分发展。如果岩石中大多数矿物具半自形晶，则称为半自形结构。大多数深成岩和浅成岩具这种结构。

它形晶 无一完正晶面，形状多半是不规则的，充填在其它已经折出的矿物颗粒空隙之间。如岩石中大多数矿物为它形晶，则称为全它形结构。

(3) 粒度的观察：具有晶质结构的侵入岩需观察其粒度。凡凭肉眼或借助于放大镜可见到矿物颗粒的称显晶质结构；肉眼或放大镜下不能见到只有在显微镜下才能见到矿物颗粒的称隐晶质结构。隐晶质结构有时与玻璃质结构肉眼难以区分，但隐晶结构往往没有强的光泽，不很脆，有韧性，常具不太光滑的瓷状断口。

显晶质侵入岩的粒度按大小可分为：

粗粒结构	矿物颗粒直径 $> 5 \text{ mm}$
中粒结构	矿物颗粒直径 $5 - 2 \text{ mm}$

细粒结构 矿物颗粒直径 2—0.2mm
微粒结构 矿物颗粒直径 < 0.2mm

粒径大小的度量，以岩石中有代表性的颗粒长轴为准，通常度量钾长石、斜长石或石英，如果岩石以暗色矿物为主则度量有代表性的暗色矿物。如果岩石中主要造岩矿物粒度大致相等称为等粒结构；如果大小不等且成连续变化则称不等粒结构；如果粒径大小相差悬殊，且无过渡粒径颗粒则称斑状结构。岩体中矿物粒度是形成环境的反映，岩浆在深部缓慢冷凝时粒度粗，在浅部较快冷凝时粒度细，岩体中心冷凝缓慢则粒度粗，边部急剧冷凝则粒度细。当岩浆中含有较多挥发分时亦可使冷凝速度缓慢，出现粗大的矿物晶粒。在岩石命名时常冠以粒级。

(4) 斑晶观察：深成相岩石在显晶质的粒状结构的基础上常出现斑晶。所谓斑晶必须是粒度与基质相差悬殊，且岩石中没有过渡粒度的颗粒。这种结构称“斑状结构”。命名时冠以“斑状”一词，如中细粒斑状花岗岩，有时斑晶是由交代作用生成的，则称“似斑状结构”，但肉眼不易鉴别。“斑晶”亦可见由许多个细小的石英或长石组成，而非单个矿物，则称为“聚斑晶”。“聚斑状”，野外如不仔细观察易误认为单个矿物的斑晶，特别是在风化的露头上容易混淆。在岩石定名时注意把斑晶种类与含量估计进去，否则常导致定名错误，如含斑晶的花岗岩往往钾长石都集中于斑晶，基质主要为石英与斜长石，忽略了斑晶的成分含量则可能定为二长花岗岩。同样道理如送室内鉴定样品，必须把野外观察的斑晶种类与含量在送样单上写清楚，供室内定名参考。

浅成相（包括脉岩）岩石在隐晶—玻璃质基质上也常出现斑晶。隐晶—玻璃质的基质肉眼不能鉴别其成分，野外则按斑晶定名。斑晶为石英或钾长石称为斑岩，斑晶为斜长石的称为玢岩。如果斑岩的斑晶中有石英也有钾长石可名为花岗斑岩，如果没有石英只有钾长石名为正长斑岩；如果只有石英则称为石英斑岩。玢岩的斑晶中若除斜长石外还有角闪石可称为闪长玢岩；斑晶中出现斜长石与辉石则称为辉绿玢岩；斑晶为辉石、橄榄石称苦橄玢岩。

“斑岩”与“斑状”是两个不同的概念，使用时要注意。“斑岩”与“玢岩”这两个词，在中外文献上曾经出现过许多不同的用法，造成了混乱，上面所说的含义是目前一些常用的用法，供参考。

(5) 其它结构构造的观察：除了以上所述外，在浅成岩里常见有煌斑结构，伟晶结构，细晶结构等。中深成岩类常具块状构造、条带状构造、局部常具斑杂构造、流动构造。

块状构造 各种组分在岩石中均匀分布，无定向排列，也无特殊聚集现象，是中深成岩类中最常见的构造。

斑杂构造 岩石的不同组成部分，在结构上或矿物成分上有差别，因此整个岩石看来是不均一的，往往是暗色的斑晶分布在浅色的岩石中。

条带状构造 岩石由不同组分的条带构成，通常是暗色矿物和浅色矿物相间组成条带，基性侵入岩中较为常见。

二、侵入岩的分类和命名

侵入岩的分类和命名是当今岩石学中一个十分复杂的问题。不同的分类往往侧重于岩石中的某些特点作为分类基础。由于侧重点不同或地区性特点的不同以及认识上的差异，侵入岩的分类命名方案十分繁多，没有取得统一的认识，给生产和科学研究带来了一定的混乱。许多省就本省的情况编制了统一分类命名方案，全国的统一命名方案尚有待有关单位进行编制。本书不可能就侵入岩的分类进行详细的讨论。仅选择几个主要大类的侵入岩分类，供读者参考。

(一) 分类的一般原则

- (1) 采用比较适用的主要矿物定量（体积百分数）为分类基础；
- (2) 符合岩石的自然产状（即侵入成因的）；
- (3) 简单方便；
- (4) 尽可能照顾历史传统，能为大多数岩石工作者所接受；
- (5) 进一步划分种属时，可考虑色率（即淡色矿物和暗色矿物的相对含量）在岩石基本名称（大类名称）前加上色率作前缀。如暗色辉长岩（暗色矿物含量85—40%），淡色辉长岩（暗色矿物含量30—15%）……等等；
- (6) 进一步划分种属时亦可考虑结构，在岩石大类的名称前加结构为前缀。如等粒花岗岩、斑状花岗岩、细粒花岗岩……等等。应该指出，对于斑状结构的岩石的名称，应该考虑到它的基质特征和斑晶成分。基质为显晶质的则称为斑状××岩，如斑状花岗岩，意指其基本为花岗岩（显晶质结构）而具有斑状结构，故以“斑状”为前缀；如基质为隐晶质的则称为××斑岩（玢岩），如花岗斑岩，意指其斑晶为钾长石，石英（花岗岩类的主要矿物成分），而基质为隐晶质（不是花岗岩的显晶结构）故称花岗斑岩。对于斑晶为钾长石、石英，基质为隐晶质的侵入岩一般称为××斑岩；对于斑晶为斜长石或暗色矿物，基质为隐晶质的侵入岩，一般称为××玢岩，如闪长玢岩等等；
- (7) 划分种属时亦可在岩石基本名称前加次要矿物为前缀。如黑云母花岗岩、角闪花岗岩。有两种次要矿物需要在名称上反映出来时，按先少后多顺序排列，在岩石基本名称前加前缀，如角闪石黑云母花岗岩，其中次要矿物角闪石比黑云母要少；
- (8) 某些特殊的岩类命名问题，如伟晶岩类，煌斑岩类等，不一定遵循这些原则（将在有关部分介绍）。

(二) 超镁铁质岩石的分类命名

过去习惯于根据化学成分 SiO_2 的含量把岩浆岩划分为超基性、基性、中性、酸性等。其中超基性岩中 SiO_2 的含量少于45%，但在使用超基性岩这个概念时，常常把那些 SiO_2 含量超过45%的辉石岩，角闪石岩等都包括进去，造成岩石分类上的混乱。后来许多岩石工作者，根据矿物定量分类的原则，把含暗色矿物（主要是铁镁矿物）70%以上的岩石称为超镁铁质岩，它几乎包括了过去习惯上划为超基性岩的所有岩类。这一名词也逐渐为更多的地质、岩石工作者所接受。

1. 橄榄石 (O_L)、斜方辉石 (O_{PX}) 和单斜辉石 (C_{PX}) 组成的超镁铁岩石的分类 (如图4-2所示)。

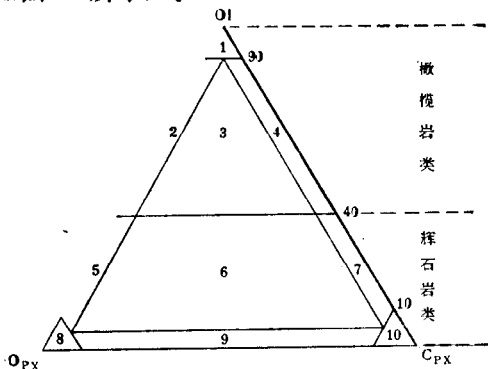


图 4-2 由橄榄石 (O_L)、斜方辉石 (O_{PX})、单斜辉石 (C_{PX}) 组成的超镁铁岩分类

- 1—纯橄榄岩;
- 2—斜辉辉橄岩;
- 3—二辉橄橄岩;
- 4—异剥橄橄岩;
- 5—橄橄斜方辉石岩;
- 6—橄橄二辉岩;
- 7—橄橄单斜辉石岩;
- 8—斜方辉石岩;
- 9—二辉岩;
- 10—单斜辉石岩

2. 含普通角闪石 (Hbl) 的超镁铁岩石的分类 (见图4-3)。

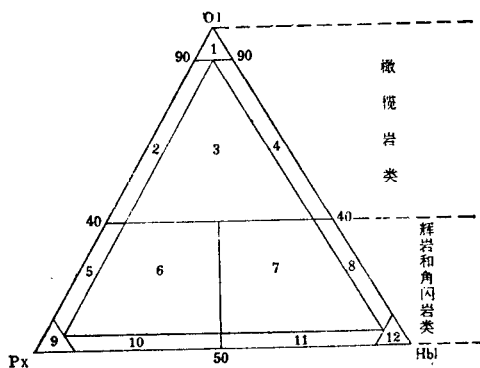


图 4-3 含普通角闪石 (Hbl) 的超镁铁岩石分类

- 1—纯橄橄岩;
- 2—辉石橄橄岩;
- 3—辉石角闪橄橄岩;
- 4—角闪橄橄岩;
- 5—橄橄辉石岩;
- 6—橄橄角闪辉石岩;
- 7—橄橄角闪石岩;
- 8—橄橄角闪石岩;
- 9—辉石岩;
- 10—角闪辉石岩;
- 11—辉石角闪石岩;
- 12—角闪石岩

表 4-3 我国超基性岩常用分类命名方案

岩类名称	岩 类	橄榄石含量 %	辉石总含量 %	斜方辉石: 单斜辉石	辉 石 含 量 %	
					斜 方 辉 石	单 斜 辉 石
I 纯橄岩类	1. 纯橄岩	100	—	—	—	—
	2. 含辉纯橄岩	≥95	≤5	—	—	—
II 辉橄岩类	3. 斜辉辉橄岩	75—95	5—25	>3:1	<(18.75—3.75)	<(6.25—1.25)
	4. 二辉辉橄岩			3:1—1:3	介二者之间	介二者之间
	5. 单辉辉橄岩			<1:3	<(6.25—1.25)	>(18.75—3.75)
III 橄橄岩类	6. 斜辉橄橄岩	30—75	25—70	>3:1	>(52.5—18.75)	<(1.75—6.25)
	7. 二辉橄橄岩			3:1—1:3	介二者之间	介二者之间
	8. 单辉橄橄岩			<1:3	<(17.5—6.25)	>(52.5—18.75)
IV 橄辉岩类	9. 斜辉橄辉岩	10—30	70—90	>3:1	>(67.5—52.5)	<(22.5—17.5)
	10. 二辉橄辉岩			3:1—1:3	介二者之间	介二者之间
	11. 单辉橄辉岩			<1:3	<(22.5—17.5)	>(67.5—52.5)
V 辉石岩类	12. 斜方辉石岩	0—10	90—100	>3:1	<(75—67.5)	<(25—22.5)
	13. 二辉辉石岩			3:1—1:3	介二者之间	介二者之间
	14. 单辉辉石岩			<1:3	<(25—22.5)	>(75—67.5)
VI 角闪岩类	角闪岩的来源极其复杂, 有些角闪岩是由岩浆分异而成的, 有些则由火成岩变质而成的, 如辉石岩变质而成的角闪岩, 也有是由基性火成岩经风化形成的沉积物再经区域变质或接触变质而成的, 本分类表中所指的系前面二种成因的角闪岩					