



华东师范大学
函授教材

地质学讲义

(第二册)

华东师范大学地理系
普通自然地理教研组地质教学小组 编

华东师范大学函授部

华东师范大学函授教材

地 质 学 讲 义

(第二册)

华东师范大学地理系
普通自然地理教研组地质教学小组编

华东师范大学函授部

1959年

地 質 學 讲 义

(第二册)

华东师范大学地理系 编
普通自然地理教课组地质数学小组

华东师范大学函授部出版
(上海中山北路3663号)

大众文化印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850 × 1168 公厘 1/27 印张 5 5/27 字数 120,000

1959年7月第1版

1959年7月第1次印刷

印数 1—4,600

定 价: (十) 0.52 元

目 录

第四篇 构成岩石圈的岩石

第一章 岩石的概念	1
第二章 岩浆岩	3
第一节 岩浆与岩浆岩	3
第二节 岩浆岩的化学成份及矿物组成	5
第三节 岩浆岩的产状、节理、结构和构造	7
第四节 岩浆岩分类	13
第五节 岩浆岩各论	15
第三章 沉积岩	18
第一节 沉积岩与沉积相的概念	18
第二节 沉积岩形成的阶段和条件	21
第三节 沉积岩的结构、构造和颜色	30
第四节 沉积岩各论	37
第四章 变质岩	43
第一节 变质作用与变质岩	49
第二节 变质作用的因素	50
第三节 变质作用的类型	51
第四节 变质岩的结构与构造	54
第五节 变质岩各论	53

第五篇 内力作用

第一章 地壳的长期升降运动	64
第一节 地壳的升降运动	65
第二节 地壳水平运动	70
第二章 褶皱运动	71

第三章	断裂变动	83
第四章	火山作用	94
第五章	地震	107
第六章	大地构造的基本概念	114
第七章	地壳运动的原因	131

第四篇 构成岩石圈的岩石

第一章 岩石的概念

岩石是矿物的集合体，它可以由一种矿物组成，也可以由多种矿物所组成。

由一种矿物集聚而成的岩石叫单矿岩。象大理岩，即是由方解石所组成，但大理岩的化学成份却并不是与方解石绝对一致，因为岩石中往往含有微量的杂质。由多种矿物所组成的岩石叫复矿岩，象花岗岩主要是由石英、长石及云母组成。此外尚含少量其他的矿物。因为组成岩石的矿物含量，在一定限度内有相当的变化，所以岩石就不能象矿物一样，用一定的化学式来表示出固定的组成成份。

岩石既由矿物集合而成，因此必需在熟悉矿物的基础上来对它进行了解。岩石又是地球外壳——岩石圈的组成者，与地表的形态以及一切地质活动就有不可分割的关系，所以对岩石的了解有很大的理论意义及实际意义。从岩石上所显示的各种地质作用及构造运动所留下的痕迹，我们可以推断地壳过去的运动而得出区域构造变动及外力作用的情况；由岩石的风化快慢，我们可以推断地形发育的情况；由岩石的成因上分析，可以推断古地理情况，以及水陆分布的变迁。因此学习岩石，也就为构造地质、大地构造、地史及地貌等打下了基础。

了解岩石，也具有很大的实际意义。人类生活的场所就是岩石圈的表面，在人们的经济活动中，利用了各种各样的岩石，象石材、碎石都是工程建设中不可缺少的材料。某些岩石，象石灰岩、煤等，它们本身就是有经济价值的矿产。有些岩石，往往是某些矿产可能存在的标志，象自然铂及镍的硫化物常常产生在超基性岩及基性岩中，锡石、

常和經過變質的花崗岩——云英岩。有關金礦及鎢礦常產於酸性岩有關的岩石中，石墨則產於變質岩中。在石灰岩的接觸變質帶，可能有鐵礦的分布，因此，當我們接觸到某些岩石時便可以注意與它有連帶關係的一些礦物是否存在的問題。在工程建築上，對基底岩石的了解也是非常必要的，對建築物的穩固以及用水等均有很大關係。

對於岩石的了解上，我們應注意岩石的礦物組成，因為組成岩石的礦物性質往往會影響岩石的性質。容易風化的礦物多，就會影響岩石的巩固，象有些岩石，有黑色礦物，有白色礦物的顆粒，由於礦物吸熱及膨脹系數的不同，在氣溫的變化之下，很容易崩解碎裂。此外要注意岩石的顏色，岩石的顏色是受礦物成份的影響的。也要注意組成岩石的顆粒情況是結晶粒子還是碎屑粒子，顆粒的大小，粒子均勻不均勻，顆粒間的相互情況。如果是沉積岩，還得注意它的膠結物質。但有時，岩石的顆粒很小，甚至看不出顆粒，這種叫緻密狀。在野外，我們不但要注意一種岩石本身情況，還要注意它周圍的岩石情況，它的分布範圍，這層岩石是水平的還是傾斜的，它有多厚，上下是否有變化等等問題。因此，我們要熟悉它，第一要接觸實際的岩石，第二要細緻觀察與分析。

我們所見到的岩石，根據成因可以分為三類：

(一) 岩漿岩（也叫火成岩）：是地下岩漿上升到岩層中或是噴出到地表，因溫度降低冷凝而生成的岩石，大部份是結晶成顆粒狀的，如果噴出到地表，冷凝得太快，來不及結晶，這種岩石，顆粒就不清楚，甚至有時是玻璃質的。

(二) 沉積岩（也叫水成岩）：這種岩石絕大部份是由早期形成的各種岩石經過風化破壞，流水的搬運沉積而生成的，也有的是由生物死亡後的遺骸堆積而成的。

(三) 變質岩：是沉積岩或岩漿岩，經動力作用或是後來的岩漿活動，在溫度、壓力與化學作用的影響下改變了原來的組織結構而生成的岩石。

這三類岩石中岩漿岩是原生的，另外兩種除因生物作用而產生

的以外,都是早期岩石经过变化改造而生成的,因此均为次生岩。岩浆岩占地壳的95%,但在地表出露的却多沉积岩,沉积岩占地表出露岩石的75%。因此人类的經濟活动与沉积岩的关系最直接,最密切。

为进一步了解,将三类岩石分别叙述于后。

第二章 岩 浆 岩

第一节 岩浆与岩浆岩

(一) 岩浆: 岩浆岩既由岩浆冷凝而生成,首先得了解一下岩浆是什么?

岩浆是埋藏在地壳深处,一种复杂的含有挥发组份的高温流动性的硅酸盐熔融体。当地壳发生某些构造运动时,它就循着地壳的脆弱部份而上升,可以喷出地面,也可以侵入到岩层中去。但由于岩浆上升过程中还进行着一系列的变化,同时岩浆的成份中,有部份是固定成份,主要有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O ……,以及少量的稀有元素之外;尚有一部份的挥发组份象 H_2O 、 CO_2 、 H_2 、 S 、 F 、 SO_2 、 SO_3 、 Cl 等,很容易逸散。因此冷凝了的岩浆岩成份与原来的岩浆成份就有了不同。

岩浆上升过程中的一系列变化是非常繁复的,因为这种复杂的熔融体状态只有在一定的物理化学条件下是稳定的,但到岩浆上升时,压力减小了,温度降低了。于是,岩浆就会按不同的组份,在液体状态即分离开来,象平日所见油浮于水的样子,这两种却全是液体,这种现象叫分熔。经过分熔的岩浆冷凝之后,当然便成两种不同成份的岩石。另一种情况是岩浆内有着各种不同的元素,他们在温度下降时便组成不同的矿物,但矿物结晶时,有的早有的迟,早结晶的大部是铁镁质含量多的矿物,比重大,结晶了就会下沉到岩浆底部;而残留下来的,在上部的比重比较轻,那样,待冷凝成岩时自然也就变成不同类型的岩石了。再有一种情况是当岩浆上升时因高温而熔

融了部份与它相接触的周圍的岩石。这些岩石的成份就会加入到岩浆侵入体中，这种加进去的成份必然边缘多中间少，这也影响了冷凝成岩时变成不同成份的岩石。由上述的这些变化，可以使一种岩浆，在上升冷凝过程中变成多种多样的岩石。因此，如果我们把岩石再熔融的话，它的成份并不等于原来的包含着固定成份与挥发组份的岩浆。

(二) 岩浆岩：岩浆岩是由岩浆冷凝而生成的岩石，它可由喷出地表的岩浆冷凝而成，也可以由侵入到岩层中的岩浆冷凝而成。喷出的岩浆由于到达地表，温度迅速下降，所以凝结成的岩石是不结晶的，或是只有细小的斑晶。侵入到岩层中去的岩浆，因为温度不容易放散，冷凝得慢，所以岩浆中的矿物成份就可以慢慢结成一粒粒的矿物晶体。由无数的矿物小晶体集聚成为岩石。

不論喷出的或是侵入生成的岩浆岩，它们都是在水的临界温度(375°C)以上而且大多处在强大压力下生成的，因此具有它独特的特征：

1) 地质上的特征：主要分布在地壳下部，地表出露的并不多，它只占地表总面积的25%。因过去地质时代中岩浆活动得比较频繁，故以时间上来说，随地球的时间增长而越来越少。在分布地区来讲在地槽区分布得较多。

2) 矿物的特征：岩浆岩中主要的是矽酸盐类矿物，各种岩浆岩中几乎都含长石。此外基性岩中的似长石(其中包括方钠石、白榴石等)及橄榄石均为岩浆的特征矿物。

3) 结构的特征：絕大多数的岩浆岩均为结晶岩，成粒状的结构。其结构由于岩浆的化学成份、压力、温度下降的速度等的不同，可以有等粒状(岩石中的矿物粒子同样大小)、斑状(岩石中有特出较大的结晶粒子)或是玻璃状(不结晶的)等。

4) 构造的特征：岩浆岩无层理，非常致密成为块状。有时冷得快，岩浆内的气体来不及放出即已冷凝，则有气孔状的构造。

第二节 岩浆岩化学成份及矿物組成

(一) 岩浆岩的化学成份：

在岩浆岩中几乎可找到全部已知的化学元素，其中主要的是：

O=49.13%	Ca=3.25%	Ti=0.61%
Si=26.0%	Mg=2.35%	H=1.00%
Al=7.45%	K=2.35%	
Fe=4.20%	Na=2.40%	

以上十种元素即占岩浆岩总成份 98.74%。其他的元素虽多，但含量都很少。如以氧化物来计算，根据克拉克及华盛顿统计，其中，

SiO ₂	59.12%	CaO	5.08%	CO ₂	0.1%
Al ₂ O ₃	15.34%	Na ₂ O	3.84%	P ₂ O ₅	0.3%
Fe ₂ O ₃	3.08%	K ₂ O	3.13%	其他氧化物	0.5%
FeO	3.80%	H ₂ O	1.15%	总计	99.17%
MgO	3.49%	TiO ₂	1.05%		

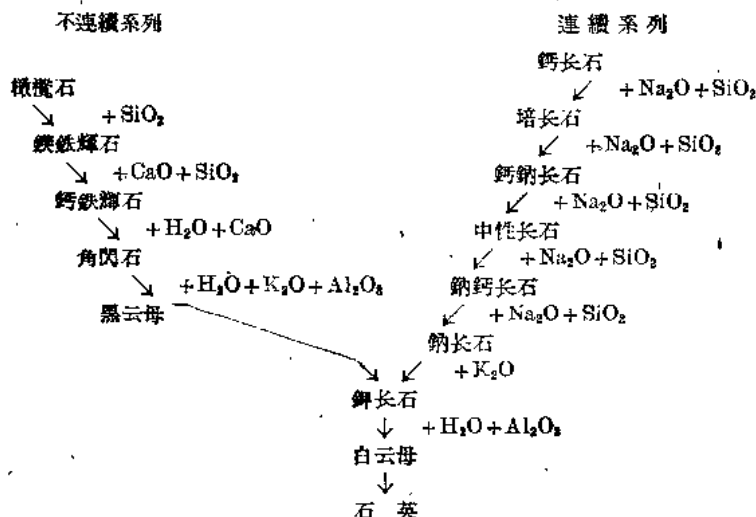
上述几种元素的氧化物占岩浆岩总成份的 99% 以上。以上只是岩浆岩的平均成份。我们知道岩浆岩有许多不同的类型，在不同类型中所含的成份有所不同，在酸性岩中 SiO₂ 的含量高，在基性岩中 SiO₂ 减少而 Fe、Mg、Ca 质的含量相对增高。根据岩浆当中 SiO₂ 的含量，可将岩浆分为五类，如下表：

岩石种类	SiO ₂ 的含量百分比		与之相应的岩浆
超基性岩浆岩	小于 40%	高度不饱和的岩石	辉石质及橄辉岩质岩浆
基性岩浆岩	40~52%	不饱和的	辉长岩质岩浆
中性岩浆岩	50~65%	饱和的	閃长岩质及正长岩质岩浆
酸性岩浆岩	65~75%	过饱和的	花岗岩质岩浆
超酸性岩浆岩	多于 75%	极度饱和的	超酸性岩浆

(二) 岩浆岩的矿物組成：造成岩浆岩的主要矿物不过几十种而已。由于岩浆中主要元素是氧及矽，所以矽酸盐类矿物及石英就成为岩浆岩中的主要組成矿物。其中最主要的是长石、石英、云母、

橄欖石、輝石、角閃石、霞石、白榴石、磁鐵礦、磷灰石等十種礦物，它們占了岩漿岩中礦物含量的百分之九十九。其他雖然還有許多種礦物，但含量極微，存在與否并不足以影響岩石的性質。

當岩漿逐漸冷凝下來時，這些礦物就按照不同的結晶溫度逐漸結晶，它可以有兩個系列如下圖所示：



這兩個系列的礦物結晶順序大体上是通过水平線的次序同時結晶出來的，也就是說，橄欖石結晶出來的時間大約在鈣長石結晶之後，在培長石結晶之前。

在不連續系列中，因為首先結晶出來的是橄欖石，而橄欖石中所需要的矽比較少，那樣就使殘漿中的 SiO_2 比例相對地增高，而使已結晶的橄欖石不穩定就與 SiO_2 反應生成另外一種不同性質、不同外形的鎂鐵輝石。這種反應可以是部份的，也可以是全部的。它與岩漿的成份有一定關係，矽質含量很高而且經過長期的分異則往往全部反應為另一種礦物，如花崗岩即因不斷反應故看不到橄欖石及輝石，而在基性岩漿岩中有時可以看到橄欖石即是由于矽質不足只能部分反應，所以有未反應完的礦物存在。

在連續系列中，因為鈣長石及鈉長石可以以任何比例存在，最

早結晶的是鈣長石，則殘漿中鈉的含量相對增高，因此就開始了培長石的結晶，這樣隨着溫度的下降，結晶的長石逐漸改變最後變成鈉長石、到這兩系列結晶出來之後，殘留的岩漿中鉀的成份較高，二氧化矽含量最高，最後結晶的是鉀長石、白雲母及石英。

從前面所念過的礦物，我們知道，橄欖石、輝石、角閃石等，顏色深、鐵鎂質含量比較高，因此基性岩石（二氧化矽含量不太高的岩漿）顏色深、比重大，除黑色礦物外，所含的淡色礦物，只有與他幾乎同時結晶出來的鈣長石及培長石。在中性岩石中主要的黑色礦物是角閃石、黑雲母及中性長石。在酸性岩石中，主要礦物為鉀長石、石英、雲母及鈉長石。

雖然在岩漿岩中還有許多其他礦物，象柘榴石、榍石、鎢英石、方解石等以及經過風化後的次生礦物為蛇紋石、滑石、綠泥石……等，但含量不多，故不詳細敘述。

由於岩漿的成份不同，由於礦物結晶時所要求的物理化學條件的不同，有些礦物永遠不會在一塊岩石中同時出現，而有些礦物則經常共生在一起，最主要有下列幾種：

1. 石英常常與鉀長石共生。
2. 石英與霞石，白榴石方鈉石永不共生在一起。因為霞石、白榴石及方鈉石是在二氧化矽不足的情況下生成的，而石英則是在二氧化矽含量很高的情況下才產生的。
3. 石英與橄欖石同時存在的情況也很少。
4. 橄欖石不與鉀、鈉長石及角閃石共生，橄欖石經常與基性斜長石（鈣長石、倍長石）共生。
5. 角閃石與中性斜長石伴生。

這些提供我們在認辨岩石的性質時作為參考。

第三節 岩漿岩的產狀、節理、結構和構造

（一）岩漿岩的產狀：是指岩漿岩在空間分布的形狀。岩漿岩可以有各式各樣的產狀。影響產狀的主要因素是岩漿本身的性質及周

圍岩石的情況。有的岩漿粘性大，不容易流動，當它從地下上升上來時，遇到有空隙的地方，或是到達地表，都不易流開，常常堆積得比較高。有的岩漿則粘性小，容易流動，這樣，到達地表或是周圍岩石有孔隙的地方就容易流動，成為薄薄的層狀夾在岩層中，或是象被蓋一般復蓋在地殼的表面。下面分別將侵入到圍岩中或是噴出地表的產狀介紹如下：

1) 侵入岩的產狀：侵入岩體本來是在地殼深處形成的，地表是看不到的。但經過了長期的風化剝蝕以後，它上面復蓋的岩層，一層層地被破壞搬走，侵入體才漸漸暴露到地面上來，使我們能直接的觀察。根據侵入體大小與形狀可分：

a) 岩基，是巨大的不規則穹窿狀的深成侵入體。出露在地面的部份面積常達几百平方公里，愈往深處則面積愈大，向下延伸得很深，使我們無法了解他的底部是什麼情況。岩基的表面很不規則，有許多凸起及凹下的部份。包圍在岩基周圍的岩石叫圍岩，常常因為受到岩基侵入的影響而發生褶皺，也常常因為侵入體的高溫影響而發生變質現象。

岩基是侵入體中範圍最大的一種。構成岩基的岩石都是酸性岩。最常見的是花崗岩，其次是花崗閃長岩。因為它位在深處，冷卻得很慢，礦物的結晶顆粒都比較粗大，而且粒子很均勻。

b) 岩株(岩干)，是比較小的深成侵入岩體。它的出露面積常是幾個平方公里或是幾十平方公里。它的形狀也是不規則的。岩株常常是岩基的分枝，它下部和巨大的岩基相連成份也和岩基相近。

c) 岩盤(岩蓋)，是岩漿侵入岩層層面之間而形成的淺成侵入體。它的頂部和底部都與圍岩的層面平行，它底部一般是平的，而頂部則成穹窿狀。水平面積大的可達几百平方公里，小的只有幾個平方公里。是一股粘性較大的岩漿侵入到離地表比較近的岩層中，沿着層理或片理流布而形成的。通常為閃長岩和正長岩，有時也有輝長岩。

岩盆和岩盤很相近似，但它的頂部几乎是平的而底部則中心向

下凹,好象一个盆。

d) 岩床,也是侵入在围岩层面间的浅成侵入体。它的上下两面,都与围岩平行,厚薄很均匀,成一均匀的层被夹在围岩中。厚的可达几百公尺。岩床的形成,显然是要流动性很大的岩浆在很容易向四面流动的情况下凝固的,因此它的成份是基性的,一般是辉绿岩或玄武岩。

e) 岩脉(岩墙),是最常见的浅成侵入体。它和岩盘、岩床不同,不是生成在围

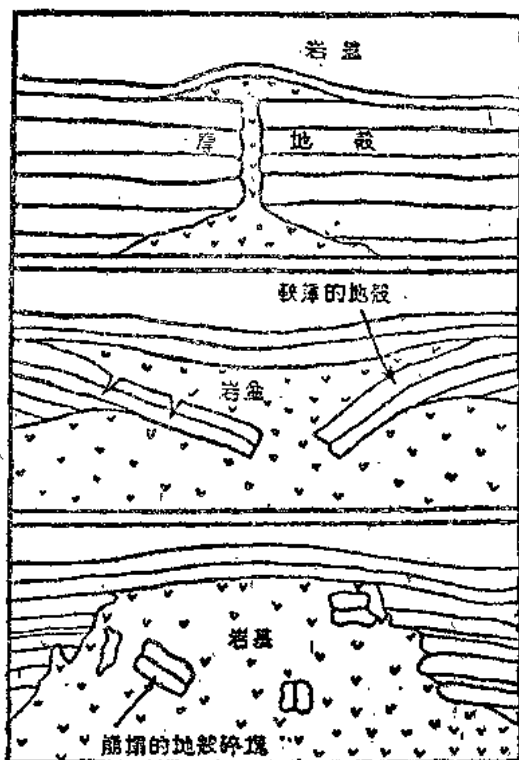


图 72

岩层面之间,而是切断了围岩的层面,成为扁平的长条,嵌入在地壳的裂隙里,常常是直立,或是倾斜的。当他暴露在地面时,有时因为抵抗风化的力量比围岩强,遂凸出地面,很象一堵墙;有时比围岩容易风化,它就会下凹而成一条沟。

一般的岩脉是比较小的,长几百公尺,宽不足一公尺,但也有长达几公里,厚达几公尺的。岩脉常常成群出现,有时许多平行的岩脉成为一组,有时从一个岩浆活动中心向四周伸出而成放射状,也有时围绕岩浆活动中心而成环状,有时也可能成为相互交叉复杂的岩脉系统。

2) 喷出岩的产状: 喷出岩的产状取决于岩浆流动性的大小,也



图 73

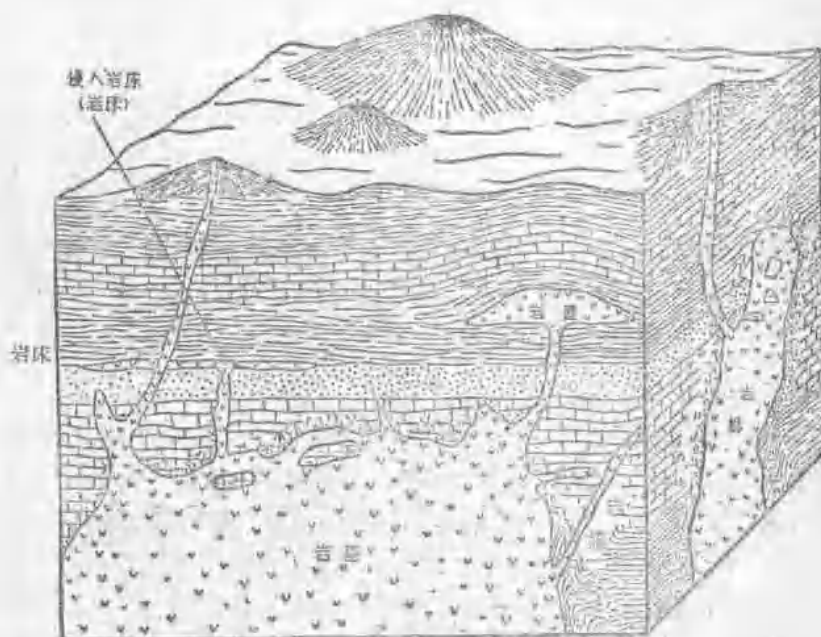


图 74 侵入岩体

就是说决定于岩浆的化学成份挥发性质物质的多少及喷发时的温度。当岩浆喷出地表沿着倾斜的地面流动时,则流动性越大流的越远,冷凝以后即造成岩流,如图 75 a。

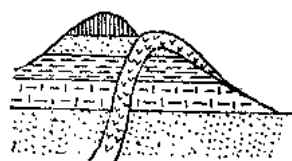
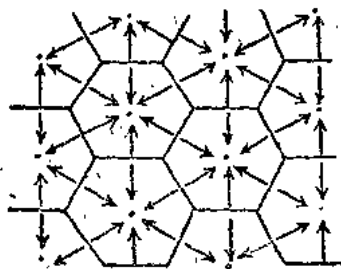
如果粘性小而流动性较大的岩浆(基性岩浆),沿着比较平缓的地面流动时,他会在地表复盖着一层岩浆岩。面积可以很大,甚至有时厚度也很大,这种叫岩壳。如印度的德干高原即复盖着宽达60,000平方公里的岩壳。有些地方厚达1800公尺,如图75b。

如果粘度大而流动性较小的酸性岩流,则不易沿坡面或地面流开,往往堆的比较高而成岩丘或岩钟,如图75c。

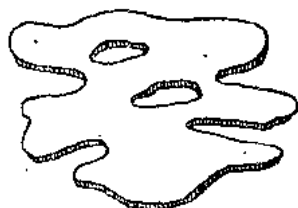
(二) 岩浆岩的节理: 在岩浆冷却时,随着岩浆的成份及挥发成份含量的不同,以及岩浆体积的收缩遂形成了有规则排列的裂缝,叫节理。与岩石生成同时形成的叫原生节理;如岩石生成之后,再受动力作用的影响而产生裂隙,叫次生节理。(次生节理于构造中再进行讲述。)岩浆岩的原生节理可分:

1) 一组平行节理。许多节理的方向,全是互相平行的,组成一组。具有这种平行节理的岩石碎裂以后往往成为板状。

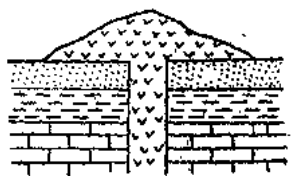
2) 柱状节理。柱状节理在横切面上可以为四边形、五边形或六边形。柱体的延长方向,通常垂直于冷却面,因此在岩流或岩床中是垂直的。



a 岩流



b 岩壳



c 岩鐘

图 75

其所以生成如图黑点所表示的冷凝中心,箭头所表示的凝集方向,是当温度降低时,各分子向冷凝中心集中而凝结,在两冷凝中心之间,因分子分别向两冷凝中心靠拢而必然受到张力,再加冷缩时体积的缩小,乃产生裂

縫，从冷凝表面似楔子般的劈进去造成柱状节理。一般在噴出岩特别是玄武岩中常可見到。

3) 三組节理。这种节理沿着三个互相垂直的方向发展，因而生成了平行六面体的节理。



图 76 柱状节理

风化时，六方体的角及稜容易风化，受到破坏后，再加以雨水及其他的冲蝕，遂形成块状。有时风化较利害，就会变成圆球状的层层碎落。在輝綠岩中常常可見到，这种叫球状节理。

(三) 岩浆岩的结构与构造：岩浆岩是由岩浆凝結而成的。当凝結的环境不同时，产生出来的结构构造也就不同。岩石的结构是指矿物的形状及大小，如結晶的程度及晶体的大小，晶体形状所决定的岩石内部結合的特征等。岩石的构造是指岩石各組成部份，在其所占的空間內相互配置所决定的特征綜合。

火山噴出来的岩浆，流在地表，冷却得快，岩浆內的气体也很快就放散出去，因此結晶非常細小。有的过冷或粘性大的岩浆，可以完全不結晶而构成玻璃质。完全是玻璃质构成的叫玻璃结构。侵入在地壳淺处的岩浆比噴出地表的岩浆冷却得慢，气体也不容易放散，因此构成的岩石有大小不同的晶体，有时全部是比较均匀的細粒，有时则有大有小混杂一起，大的叫斑晶，細小的集合体叫基质，这种结构叫作斑状结构。在脉岩中有时可見到石英和鉀长石紧密互生，长石的晶体有規律地被无数同向排列着的石英柱体貫穿着，这种叫文象结构，如图 77。地壳深处的岩浆，由于热量不易放散，冷却得慢，晶体发育很好的条件，顆粒較大，在高温高压的影响下又因所有矿物的晶体发育的机会相等，各品粒之間互相傾軋，所以晶体发育不完全。