

水利水电工程地质 勘察手册

上册

水利电力部长沙勘测设计院勘测处编

水利电力出版社

水利水电工程地质勘察手册

上 册

水利电力部长沙勘测设计院勘测处编

*

1984S582

水利电力出版社出版 (北京西郊科学院路三里沟)

北京市书刊出版业营业许可证出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本*3 $\frac{1}{4}$ 印张*84千字

1959年3月北京第1版

1959年3月北京第1次印刷(0001—5,070册)

统一书号: 15143·1571 定价(第9类)0.43元

前 言

在党的总路綫光輝照耀下，全国水利水电建設得到了蓬勃的发展。在此同时，水利水电工程地質的勘察也必須进一步的展开。本書是給建設中小型水电站的工程地質人員参考的。目的是供給一般水利水电地質人員和各专县水利技术干部野外工作的需要而編写的。內容是从最初級的地質知識起，到实际能应用的工程地質的一些数据为止，編著是采用图形、表格、数值等单位而又明显的方式，介紹一些工程地質上的基本知識，尽量避免冗长的文字叙述。取材是出自一般書本，以淺易而能适合我們实用的材料为主；并搜集了一些图表和实例，对于从事水利水电建設人員是有帮助的，同时亦适合热爱地質科学的同志們閱讀。但由于編著的水平有限，且時間又很短促，其中錯誤之处在所难免，希望讀者多提宝贵意見，以供我們修正。

作 者

目 录

第一章 地壳·····	2
第二章 矿物·····	6
第三章 岩石·····	18
第四章 地层·····	39
第五章 地質构造·····	59
第六章 地質的外力作用·····	77
第七章 水文地質·····	89

第一章 地 殼

地質學是研究地球的構造、組成地殼物質、生物化石和地球面貌等等的專門科學，因此在我們要談地質時，必須先作一個地殼的簡單介紹。

1. 地球的形狀和構造

從周圍到中心，可以把地球分為幾個相互包裹的同心圓，最外的是大氣圈，再為水圈、重圈、中間圈至最內是地核。

地球的外形是橢圓形的(圖1)，其表面是岩石組成的固體硬殼，叫做地殼(圖2)。

地殼上面是空氣層和生物，有80公里厚的空氣，13.7億立方公里的水，150萬種動物，30多萬種植物。

地殼下面是熔化的岩漿，溫度高到攝氏 $1,200^{\circ} \sim 1,700^{\circ}$ 。地心壓力30萬個大氣壓力。

地殼表層的岩石是沉積岩、花崗岩、下面是玄武岩，都是堅硬的固體。

地殼岩石的厚度30~40公里，但是和地球半徑6,378公里相比，就好像是雞蛋的殼和雞蛋相比或蘋果的皮

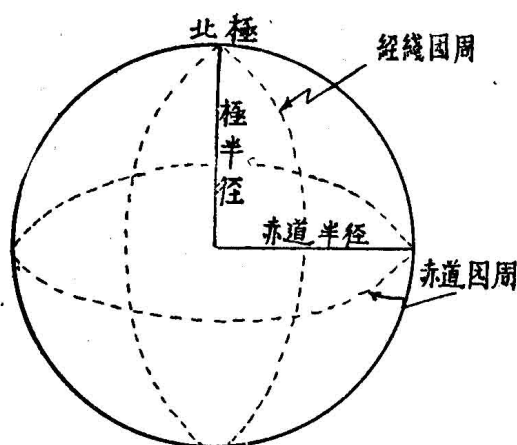


圖1 地球外形

地球的半徑	6356.9公里
地球的赤道半徑	6378.4公里
赤道圓周長度	40076.6公里
經綫圓周長度	40009.1公里
赤道半徑比極半徑長	21.5公里

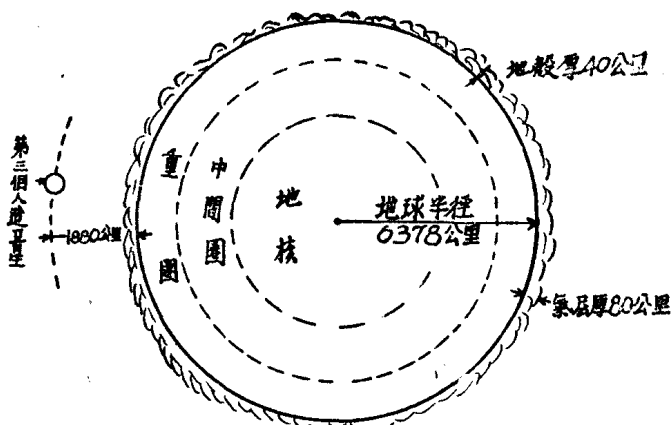


图2 地球构造

和苹果相比一样。

地壳面积是 5.1 亿平方公里，陆地占 29%，水面占 71%。

2. 地壳的組成

組成地壳的元素，在地壳上能观察到的范围，包括水圈、岩石圈、所含的元素，地壳上的元素共有 98 种，組成地壳的主要元素(图 3)是：

氧 49.13%，	鈉 2.40%，
矽 26.00%，	鉀 2.35%，
鋁 7.40%，	鎂 2.35%，
鐵 4.20%，	氫 1%，
鈣 3.25%，	其他不到 1%。

3. 地壳表面的形状

地壳表面是很不平整的，有 $\frac{2}{3}$ 以上是深陷的海洋低洼区域所占去，只有 $\frac{1}{3}$ 是高的突出部分，这就是

大陆，大陆部分比海洋部分更不平整。但是陆地面积的 7.5% 是又被绝对高度 2,000~8,840 公尺的高山占去，陆地面积的

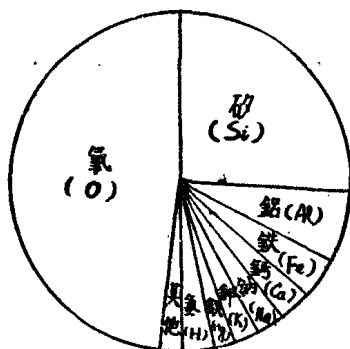


图3 組成地壳的主要元素

14.2%是被绝对高度 1,000~2,000 公尺的中常高度的山地占去；陆地面积的 43% 是被绝对高度 200~1,000 公尺的缓和地区占去；陆地面积的 34.7% 是被海面以上 0~200 公尺的平原低地占去；陆地面积的 0.6% 是成为低于海面的低洼地带。

地壳上的高山和深海：有如图 4 所示。

所以我们知道地壳是高低不平的，有高山、有深水，世界上最高的是珠穆朗玛峰，高出海面（又叫海拔）8,882 公尺。世界上最深的太平洋海底，在海面以下 10,790 公尺。

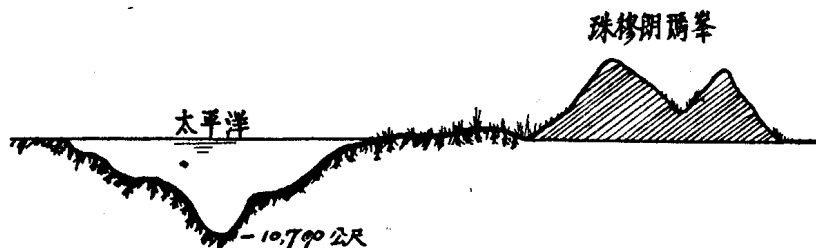


图 4

4. 地球的外壳分做三带

(1) 外带。由岩石组成，成分中大部分是矽和铝，又叫做矽铝带，是由酸性岩石（花岗岩等）所组成。

(2) 中带。以矽和镁的成分占优势，又叫矽镁带，是结晶质的固体岩石，和流质组成。

(3) 底带。以矽镁和铁占优势为橄榄石类矿物，是熔融的火热液体又叫做橄榄岩带。

因此，我们的地壳是等于浮在液体上的一个薄薄的硬层。地壳最上层是沉积岩层（砂岩、页岩、石灰岩等）厚度 0~15 公里。第二层是花岗岩层，厚度 10~40 公里。下层是玄武岩层，厚度大约是 30 公里。地壳以下是火热的液体，再下是可塑性的胶质（图 5）。

地殼的結構是一層一層的

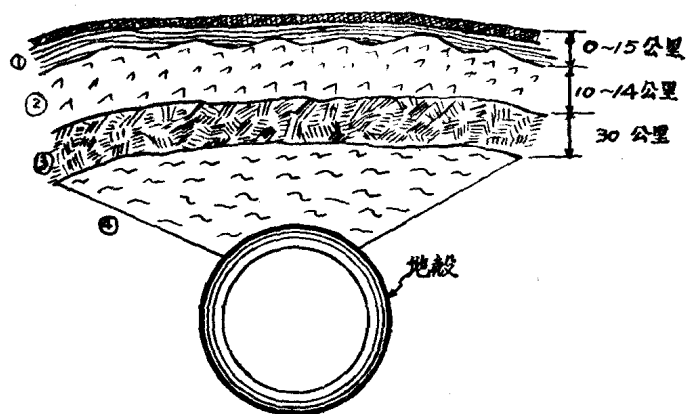


图 5

1—沉积岩；2—花崗岩；3—玄武岩；4—岩浆岩。

5. 組成地殼的岩层

地壳最外的一个坚硬的固体层，我們叫做岩石，这是我日常都看到的，按照岩石的成因，可以分为下述三大类：

- (1) 沉积岩(有时叫做水成岩)。包括砂岩、頁岩、砾岩、石灰岩。
- (2) 火成岩(有时叫做岩浆岩)。包括花崗岩、玄武岩等。
- (3) 变質岩。包括千枚岩、片麻岩、板岩等。

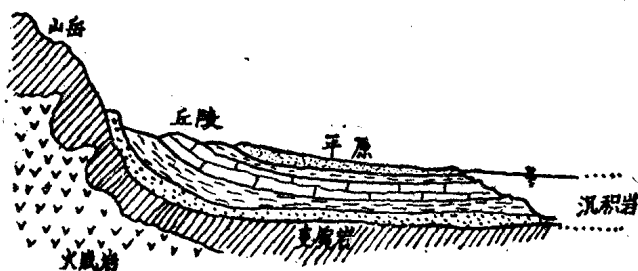


图 6

第二章 矿 物

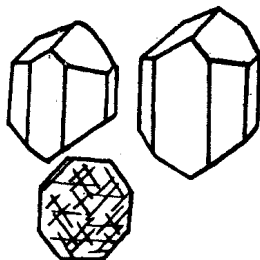
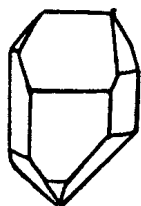
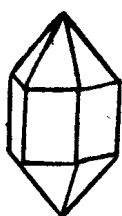
1. 什么是矿物

矿物是元素的化合物，有一定的化学成分，有一定的物理性质。

常见的矿物有石英(就是沙子)、水晶、石膏、云母、长石、方解石、食盐、燧石(就是打火石)、方解石、雄黄、宝石、金刚石、矿石收音机中的矿石黄铁矿铅锌矿。

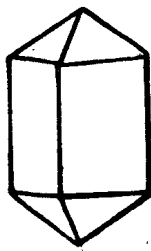
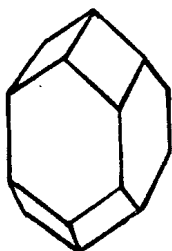
矿物的物理性质有：晶形，颜色，光泽，透明度，断口，解理，硬度，条痕，结构，比重……等几种。

有些矿物外无一定的形态(图7)，内虽有一定的化学成分无

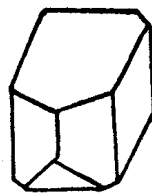
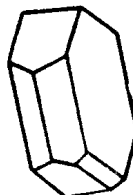


石英的晶体是六方晶系

辉石的晶体是斜方晶系



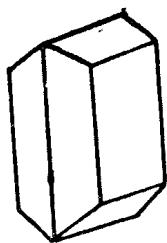
锆石的晶体是正方晶系



斜长石(三斜晶系) 正长石(单斜晶系)

长石的晶体

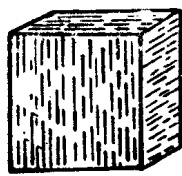
图7 各矿物



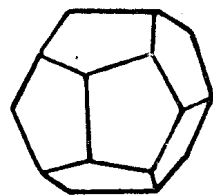
文石的柱状晶体



文石的针状晶体



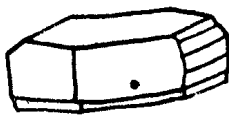
黄铁矿的晶体是等轴晶系



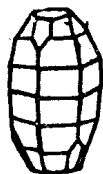
刚玉的晶体



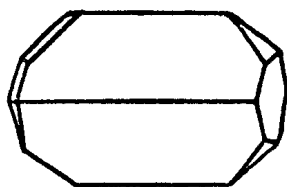
白云母



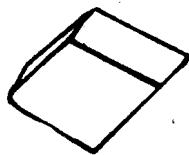
白云母



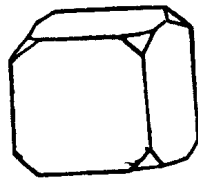
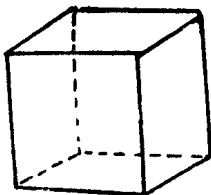
云母的晶体是单斜晶系。



硬石膏晶体



方解石的晶体是菱面体



方铅矿的立方体(等轴晶系)

的外形图

一定的分子排列，叫做非結晶質礦物，好象玻璃一樣；多數礦物外形有一定規則的內面有一定的分子排列的幾何體叫做結晶質礦物（晶形有的用肉眼可以看到，有的要用放大鏡或顯微鏡才能看到）。

礦物的顏色：

長石的顏色是：白、灰、粉紅；

雲母的顏色是：白、黑、黃；

石英的顏色是：乳白、粉紅、淡黃、淺綠；

橄欖石的顏色是：綠色；

硃砂的顏色是：紅色；

黃鐵礦的顏色是：黃色；

方解石的顏色是：白色；

輝石的顏色是：黑色；

食鹽的顏色是：白色、灰色；

寶石的顏色是：紅、綠。

可把主要顏色固定於一定礦物，以當作顏色的基礎：

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. 紫色——紫水晶； | 2. 藍色——石膏、藍銅礦； |
| 3. 綠色——孔雀石； | 4. 黃色——雄黃； |
| 5. 橙色——鉻酸鉛礦； | 6. 紅色——辰砂； |
| 7. 褐色——多孔褐鐵礦； | 8. 黃褐色——泉華狀褐鐵礦； |
| 9. 錫白色——毒砂； | 10. 鉛灰色——輝鉬礦； |
| 11. 鋼灰色——黝銅礦； | 12. 鐵黑色——磁鐵礦； |
| 13. 靛青藍色——銅藍； | 14. 赤銅色——自然銅； |
| 15. 黃銅色——黃銅礦； | 16. 金色——金； |
| 17. 乳白色——石英； | 18. 灰色——岩鹽； |
| 19. 黑色——軟錳礦； | 20. 无色——水晶。 |

但礦物常常因為含有雜質，使顏色發生變化。

礦物的光澤：

1. 玻璃光澤 例如：長石、石英、燧石、方解石、硬石膏、寶石；
2. 金剛石光澤 例如：金剛石；
3. 半金屬光澤 例如：赤鐵礦；
4. 金屬光澤 例如：磁鐵礦；

- 5. 油脂光泽 例如：磷灰石，
- 6. 蜡状光泽 例如：蛇紋石，
- 7. 絹絲光泽 例如：普通角閃石、石膏，
- 8. 珍珠光泽 例如：白云母，
- 9. 无光泽 例如：高岭土，褐铁矿(图 8)。



图 8 各种矿物的光泽

矿物的透明度:

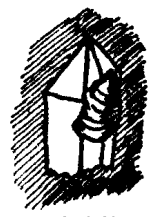
光线能在較薄的薄片透过能力叫透明度。可分为:

- 1. 透明矿物 云母、水晶，
- 2. 半透明矿物 石英、方解石，
- 3. 不透明矿物 长石、褐铁矿。

矿物的断口:

矿物断裂时其断口表面之形状，可分为:

- 1. 貝壳状断口: 例如：石英、蛇紋石、燧石、磁铁矿 (图9)，
- 2. 参差状断口: 例如：普通角閃石、石膏、蛇紋石，
- 3. 土状断口: 例如：高岭石、褐铁矿，
- 4. 不平坦断口: 例如：长石、橄欖石、綠泥石、黄铁矿，
- 5. 粒状断口: 例如：硬石膏。



貝壳状断口

图 9

矿物的解理:

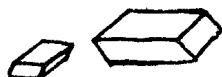
矿物沿一个方向或几个方向裂开的能力。可分为:

- 1. 高度完全的解理，例如：白云母解理是沿一个方向高度完全，
- 2. 极其完全的解理，例如：綠泥石的解理是沿一个方向极完全，
- 3. 完全的解理，例如：正长石沿两个方向完全解理，輝石沿一个方向完全解理，蛇紋石沿一个方向完全解理，滑石沿一个方向完全解理，方解

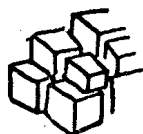
石沿三个方向完全解理；白云石沿三个方向完全解理；岩盐沿三个方向完全解理；硬石膏沿三个方向完全解理(图10)；



云母的高度完全解理



方解石三个方向解理



岩盐沿三个方向解理

图 10

4. 不完全解理:

例如: 磷灰石;

5. 无解理:

例如: 石英、黄铁矿。

矿物的硬度:

矿物抵抗刻划的能力称为硬度, 根据摩氏硬度

表把硬度分为十度。

硬度 1 滑石: 能被指甲划动;

硬度 2 石膏: 用指甲很难划动;

硬度 3 方解石: 能被小刀划动;

硬度 4 氟石: 用小刀很难划动;

硬度 5 磷灰石: 不能用小刀划动, 但它划不动

玻璃;

硬度 6 正长石: 较易划动玻璃;

硬度 7 石英: 很易划动玻璃;

硬度 8 黄玉(极少见);

硬度 9 刚玉(极少见);

硬度 10 金刚石(极少见)。

矿物的条痕:

把矿物划粗制的磁片(或试金石上), 必留有色的痕条, 叫做条痕这就是矿物粉末的颜色。

一种矿物能有各种颜色, 但是它的条痕的颜色常常不变, 所以条痕的颜色是鉴别矿的重要因素。

石英有各种颜色但条痕为白色;

长石常为肉红色但条痕为白色;

云母有深浅不一颜色条痕为白色;

辉石条痕白至灰绿;

角闪石条痕为白带绿;

磁铁矿条痕为黑色;

赤铁矿条痕为櫻桃色;

褐铁矿条痕为黄褐色;

黃鐵礦條痕為綠黑至黑色，

高嶺土條痕為白或帶黃色，

綠泥石條痕為淺綠至白色，

滑石條痕為白色，

方解石條痕白至灰色，

石膏條痕為白色，

黃鐵礦條痕為黑色，

礦物的結構形態：

礦物的結構形態是指礦物集合體的外表形狀。

結晶狀：呈不完全的晶形或一部分具有晶石，

塊狀：呈不規則的塊體，不具晶石，

柱狀：呈長柱狀，

纖維狀：呈細長纖維如絹絲狀的，

針狀：呈針狀，

板狀：呈扁手板狀，

鱗片狀：呈小魚鱗狀，

薄頁片狀：呈薄書頁狀，

粒狀：呈細粒或粗粒之集合體，

土狀：質疏松而細密，

密致狀：質堅硬而細密，

鰭狀：呈小球形，狀如魚卵，

鐘乳狀：呈倒懸之乳狀(圖11)。

礦物的比重。

比重是礦物體的重量與同體積的純水重量之比。一般礦物比重在2.5~3之間。各種礦物比重如下：

硬石膏2.95，

斑銅礦 4.9~5.2， 赤銅礦 5.8~6.1， 菱鐵礦 2.3~3.0，

錫石 6.8~7.1， 方鉛礦 7.4~7.6， 閃鋅礦 4.5~4.6，

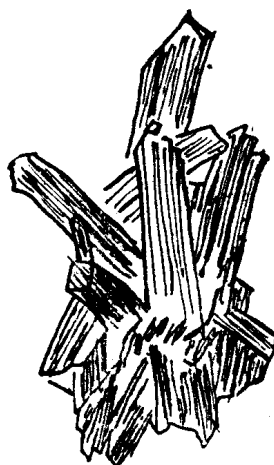
白鉛礦 6.5， 石膏 2.3， 黝銅礦 4.4~5.1，

黃銅礦 4.2， 赤鐵礦 5.2， 錳鐵礦 7.2~7.5，

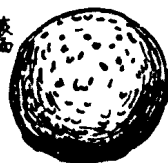
辰砂 8.0~8.2， 褐鐵礦 3.8， 銅 8.9，

褐煤 0.5~1.3， 黃鐵礦 4.9~5.1， 鉍 9.7，

烟煤 1.1~1.4， 菱鎂礦 5.5~6.5， 銀 10~11，



球状矿物集合体



纤维磷灰结构



无烟煤 1.4~1.7, 水锰矿 4.2~4.4, 金 15~19,
 石 盐 2.1~2.5, 金刚石 3.5, 重晶石 4.3~4.7,
 石 英 2.65, 水 银 13.6.

2.主要造岩矿物

表 1

号数	名 称	密 度	莫氏硬度	晶 形
I 硅 酸 铝 (长石羣)				
1	正长石	2.57	6	单斜晶系
2	斜长石	2.54	6~6.5	三斜晶系
3	钠长石	2.62~2.65	6~6.5	三斜晶系
4	钠钙长石	2.65~2.67	5.5~6	三斜晶系
5	中长石	2.68~2.69	5~6	三斜晶系
6	钙钠斜长石	2.70~2.73	5~6	三斜晶系
7	钙长石	2.74~2.76	6~6.5	三斜晶系
似 长 石 类				
8	霞石	2.55~2.65	5.5~6	六方晶系
9	白榴子石	2.45~2.50	5.5~6	等轴晶系
II 雲 母				
10	白云母	2.76~3	2~2.5	单斜晶系
11	黑云母	2.70~3.1	2.5~3	单斜晶系
III 铁 镁 硅 酸 鹽				
12	辉石(黑辉石)	3.3	5~6	单斜晶系
13	普通辉石	3.26~3.43	5~6	单斜晶系
14	普通角闪石	3.05~3.47	5~6	单斜晶系
15	橄辉石	3.27~3.37	6.5~7	斜方晶系
IV 氧 化 礦 物				
16	石英	2.60~2.66	7	六方晶系
17	石髓(玉髓)	—	7	隱晶
18*	蛋白石	1.9~2.3	5.5~6.5	非晶系
19	氧化铁(磁铁矿赤铁矿)	—	—	—
V 碳 酸 鹽 類 礦 物				
20	方解石	2.71~2.72	3	六方晶系
21	文石(霏石)	2.93~2.95	3.5~4	斜方晶系
22	白云石(珍珠灰石)	2.8~2.9	3.5~4	六方晶系

号数	名 称	密 度	莫氏硬度	晶 形
VI 硫酸鹽類礦物				
23	无水石膏	2.9 ~ 2.99	3 ~ 3.5	斜方晶系
24	石膏	2.31 ~ 2.33	1.5 ~ 2	单斜晶系
VII 氯 化 物				
25	岩盐	2.13	2 ~ 2.5	等軸晶系
VIII 泥 質 礦 物 (含水硅酸鋁)				
26	高岭石	2.6 ~ 2.63	1 ~ 2.5	单斜晶系
27	胶岭石(胶体分散的矿物)	—	—	—

造岩矿物表說明:

1. 占地壳99.9%岩石組成中,基本上只含有20多种矿物,
2. 占整个地壳60%的矽酸鋁是所有造岩矿物中分布得最广而且是重要的一組。在这一組中各种长石占最重要的地位,多半是淺色的,同时密度也不大,

3. 除长石外,石英是分布得最广的矿物,同时也是所有造岩矿物中最硬的矿物。蛋白石是非晶質胶状矽石,包含一分子 SiO_2 和几个分子的水,所以它的硬度比石英要小,

4. 方解石和白云石是石灰岩和白云岩中的主要造岩矿物。

重要的造岩矿物介紹

长石: 是矽酸盐类矿物,化学成分为鋁与鉀、鈣等之矽酸盐。分子式是 $(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$, 硬度为6~6.5, 顏色白灰, 粉紅, 玻璃光泽, 两方向完全解理, 晶形作短柱薄片柱状, 比重为2.5~2.7,

正长石—— $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$ 解理面間成直角, 平坦状断口。

斜长石——解理面間成斜角, 不平坦状断口(鈉长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, 鈣长石 $\text{CaKAlSi}_2\text{O}_8$), 风化后成粘土。

长石风化后高岭土(磁土) 矾土, 紅壤土, 砂質粘土中含鈣、鉀。所以土質肥沃。正长石含鉀質多的, 可以搗碎为肥料(图12)。

云母: 是矽酸盐类矿物, 化学成分为鋁鉀或鋁鎂的酸盐。硬度2.5~3.0, 顏色有黑有白, 珍珠光泽, 一个方向的完全解理, 晶形作叶片状集体, 无彈性, 比重2.7~2.83, 有很高的电阻系数, 不导电, 集合体为片板状, 鱗片

状，依成分及颜色不同分为：白云母 $[H_2(KNa)Al_3(SiO_4)]$ 。抵抗风化作用最强，用途很广，主要是电气工业上，供绝缘器、电容器、电阻器、电话、云母眼镜等。

黑云母 $[(H \cdot K)_2(MgFe)_2(FeAl)_2(SiO_4)_3]$ 。最易风化，含铁质多者更易风化，所成土壤颇肥。硬度 $2 \sim 3$ ，比重 $3.02 \sim 3.12$ ，风化后变为高岭土。

角闪石及辉石的化学成分大致为钙镁矽酸盐类，并还含有不等量的铁铝钠钾。硬度 $5 \sim 6$ ，颜色深绿及黑色，玻璃光泽，一个方向的完全解理，比重 $3.2 \sim 3.6$ (辉石)。辉石晶形作八面柱体。普通角闪石针状长柱体，角闪石硬度 $5.5 \sim 6$ ，比重 $3.1 \sim 3.3$ 。辉石风化较易(图13)。

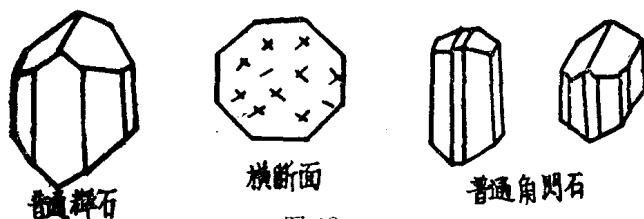


图 13

绿泥石: $(MgFe)_3Al[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ 草绿色。硬度 $2 \sim 2.5$ 、比重 $2.6 \sim 2.85$ ，亦有暗绿色，玫瑰色，紫色，薄片透明，微带颜色，珍珠光泽，结晶的绿泥石最特别的物理性质是可裂成薄片，无弹性，解理平行平面板完全，有薄片绿泥石，斜绿泥石，为绿泥片岩的主要造岩矿物。另外还有铁绿泥石，鲕状绿泥石，细鳞绿泥石。

薄叶绿泥石：为单斜晶体，晶体为假六方片状，板状，常见双晶集合体成鳞片状或片状(图14)。



图 14