



6.7  
-10

# 岩石学 岩石薄片研究指导

---

〔美国〕H·威廉斯 F·J·特纳 C·M·吉尔勃特 合著

董 瑞 译



中国工业出版社

全书共分三篇，包括十九章，第一篇为火成岩，第二篇为变质岩，第三篇为沉积岩，内容着重阐述岩石薄片在显微镜下的研究，并对岩石的产状、分类、成分、结构、构造、相互之间的关系以及有关岩石成因理论问题等都加以分析和探讨，叙述详尽、系统，图很多，易于参照，是一本研究岩石薄片的比较完备的著作。

本书可供地质院校学生和研究生研究岩石之用，也可供地质勘探人员和岩矿鉴定人员参考。

H. Williams F.J. Turner C.M. Gilbert

PETROGRAPHY

*An Introduction*

*to the Study of Rocks*

*in Thin Sections*

W.H. Freeman and Company

San Francisco, 1955

\* \* \*

岩 石 学

岩石薄片研究指导

董 瑞 译

\*

地质部地质书刊编辑部编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张16<sup>5</sup>/<sub>8</sub>·插页1·字数325,000

1964年9月北京第一版·1964年9月北京第一次印刷

印数0001—4,060·定价(科七)2.10元

\*

统一书号：15165·3124(地质-282)

2153-2 / 5

本书着重在岩石描述方面，而不是成因問題的討論，同时着重岩类学，而不是范围广闊的岩理学的研究。虽然用相当大的篇幅专门論述了火成岩和变质岩的成因形式，然而也更多地討論了沉积岩是如何形成的。我們假定讀者們已經学过怎样利用放大鏡鑑定岩石，并且也已經熟悉了光性矿物学的原理。如果他有了这个基础，那么本书所写的材料也足可供每星期有六小时实验的一年課程之用；由于本书适当地选择了各类岩石，学生們在一学期內就可以获得一个研究岩石薄片的令人滿意的基礎。

我們感到以前有关这一类的教科书，似乎很少注意到沉积岩。这是很可惜的，因为大多数学地质的学生，現在轉入石油工业部門，在这里沉积学問題却是十分重要的。尽管如此，由于篇幅所限，有必要把利用油浸法研究沉积物的方法省略掉，而着重在这些岩石的被人們大大忽視了的薄片观察。

經驗告訴我們，描述火成岩最好从显然是由岩浆生成的細粒岩属开始，然后考虑相当于細粒岩属的較粗粒岩属，因为有些較粗粒岩石的成因还是有值得怀疑之处。火成岩的描述并不是按照一般次序来进行，而是首先討論基性火成岩，最后討論粗粒的硅质火成岩，这样做对我们說来倒也合适，因为有一些硅质火成岩似乎具有变质成因的跡象，因此把重点放在許多火成和变质現象的过渡性质上来加以闡述。

本书中不但沒有創立新的岩石名称，相反地，却尽可能縮減一些岩石名称。某些比較少見的岩石也象常見的岩石一样，占有同样大的篇幅；不过讀者應該考虑到：对岩石叙述都一样长，但对少見的种属往往比常見种属的說明还要长些。簡略說来，一种岩石的多少是不能以描述的长短为尺度来衡量的。

大多数学生都喜欢看到岩石整整齐齐地排在分类表和图表中，因为这是有助于簡單記憶的。我們也用了一些这样的方法，不过我們感到“鴿籠式分类法”是会給人們带来不正确的概念。我們的方針是始終把重点放在所有岩系的漸变性质上以及所有岩类的不定性质上。并且由于只用文字来描述岩石往往难以相互比較，所以提供了許多插图。我們所画的岩石大約二分之一来自美国，尽可能也多选一些其它地区，特別是欧洲的例子。为了留出这些插图所占的篇幅，而把专家所发表的，对許多学生們來說并不是馬上可以利用的参考文献一律删去，同时也删去了特殊岩石的产地目录。另一方面則編进了許多人都曉得的著述，因为其中某些內容可供参考。

由于各种原因，本书还不是写得完善的一本书，我們希望讀起来将不感到什么困难。無論編写哪一种入門教科书都会遇到特別困难之处，尤其困难的是分类問題和哪一部分應該取舍的問題。关于岩石的命名和类别、描述岩石的次序或描述的重点等，只有少数教师取得了一致的意見；上述每一方面都将要以个人的偏好和他所

教年級的要求来作为指导。

本书負責編写人員如下：第一篇“火成岩”为威廉斯；第二篇“变质岩”为特訥；第三篇“沉积岩”为吉尔勃特。至于显微绘图，除了图130由哈頓(C.O.Hutton)教授，图113由克利雷(R.S.Creely)先生绘出外，其余均为威廉斯所绘。

作者編写此书时，泰洛尔(J.H.Taylor)教授供給了一套英国的沉积鉄矿标本；阿道尔夫克諾夫(Adolph Knopf)教授供給科罗拉多州西班牙峰的煌斑岩；罗勃特康普頓(Robert Campton)教授供給瑞典的紫苏花崗岩；泰雷(C.E.Tilley)教授和阿格利尔(S.Agrell)博士提供許多英国和斯堪的那維亚的資料；芮德(H.H.Read)教授和瓦尔特皮奇尔(Walter Pitcher)博士供給苏格兰和爱尔兰的变质岩标本；赫斯(H.H.Hess)教授供給新泽西州的三迭紀輝綠岩；普利德尔(R.T.Pridder)教授供給澳洲西部的白榴石质岩石；彼德密西(Peter Misch)教授供給中国的标本；布仑諾桑德尔(Bruno Sander)教授供給奥地利阿尔卑斯山的变质岩；馬萧斯(W.H.Mathews)教授供給加拿大的沉积岩。承蒙以上諸君惠予借給或贈給作为举例之用的标本，在此謹致謝意。

威廉斯(Howel Williams)

特 訥(Francis J. Turner)

吉尔勃特(Charles M. Gilbert)

加利福尼亞州伯克利

1953年8月

原序

**第一篇 火成岩**

第一章 緒論 .....	1
火成岩的成因 .....	1
岩漿的演化 .....	2
岩漿的凝結階段 .....	5
火成岩共生組合或岩類 .....	5
第二章 火成岩的結構及分類 .....	7
結構 .....	7
火成岩的術語及分類 .....	16
本書採用的分類方法 .....	22
第三章 輝長岩類——鈣礫性基性火成岩 .....	24
玄武岩和輝綠岩 (大部分為細粒和中粒) .....	24
輝長岩及與其相關的岩石 .....	31
第四章 礫性輝長岩類——富礫質基性火成岩 .....	38
細粒類型 .....	38
較粗粒類型 .....	43
第五章 超鎂鐵質岩類及煌斑岩 .....	49
超鎂鐵質岩類 .....	49
煌斑岩 .....	57
第六章 閃長岩類、二長岩類和正長岩類 .....	62
細粒岩 .....	63
較粗粒類型 .....	72
第七章 花崗閃長岩類、石英二長岩類和花崗岩類 .....	82
細粒類型 .....	82
中粒和粗粒類型 .....	88
第八章 火成碎屑岩 .....	102
基性噴出物 .....	104
中性和酸性噴出物 .....	105
石屑噴出物 .....	107
火成碎屑岩的蝕變 .....	107

## 第二篇 变质岩

第一章 变质作用、变质作用的岩石标志及变质作用的产物 .....	109
变质作用 .....	109
控制变质作用的条件 .....	109
变质作用的类型 .....	110
变质岩组构的某些特征 .....	112
变质相 .....	116
变质岩的简略分类 .....	117
第二章 角闪岩和斑点板岩 .....	119
产状 .....	119
组构 .....	120
矿物成分 .....	121
主要岩类的岩石描述 .....	122
第三章 压碎岩、糜棱岩及千枚糜棱岩 .....	134
压碎变形作用及变晶变形作用 .....	134
糜棱岩 .....	135
压碎岩 .....	137
千枚糜棱岩 .....	139
第四章 板岩、千枚岩及低级变质片岩 .....	141
产状 .....	141
矿物成分 .....	142
板岩及千枚岩 .....	143
云母片岩及石英钠长石片岩 .....	144
低级钙质片岩 .....	147
绿色片岩 .....	148
镁质片岩 .....	151
蓝闪石片岩 .....	152
第五章 高级片岩、角闪岩、粒变岩及榴辉岩 .....	155
产状 .....	155
矿物成分 .....	156
高级泥质片岩 .....	157
长英质片岩及长英质粒变岩 .....	159
高级钙质片岩及叶理状大理岩 .....	162
角闪岩 .....	163
辉石粒变岩 .....	165
苦闪橄欖岩 .....	166

榴輝岩.....	166
----------	-----

### 第三篇 沉积岩

第一章 沉积岩的成因.....	168
緒論.....	168
沉积岩形成的因素.....	169
构造环境的控制.....	177
第二章 沉积岩的成分及结构.....	179
一般分类.....	179
矿物在沉积物中的产状及稳定度.....	180
沉积岩的结构.....	183
碎屑颗粒的大小及分选.....	186
碎屑颗粒的球度及圆度.....	187
颗粒的聚集形式.....	188
颗粒的方位.....	192
第三章 砂岩.....	193
分类.....	193
瓦克岩及硬砂岩.....	198
石屑瓦克岩及石屑硬砂岩.....	200
石屑砂粒碎屑岩.....	203
长石砂岩.....	207
长石质砂岩.....	211
石英砂粒碎屑岩.....	212
砂岩中的自生胶结物.....	215
第四章 泥质岩.....	218
一般成分及术语.....	218
粘土矿物.....	219
岩石描述.....	221
第五章 钙质岩.....	223
成分及分类.....	223
研究方法.....	225
有机石灰岩.....	225
碎屑石灰岩.....	229
隐晶石灰岩.....	233
白云岩及白云石灰岩.....	234
碳酸盐岩石中的自生硅酸盐.....	238
第六章 其它类型沉积岩.....	239



硅质沉积.....	240
富铁沉积.....	245
磷酸盐质沉积.....	252
硬石膏及石膏.....	255
参考文献.....	259

### 第一章 緒 論

#### 火成岩的成因

火成岩是岩漿——即全部或一部分由具有硅酸盐熔融体成分的液体所組成的、熾热而流动着的造岩物质——經過冷却和凝固过程形成的。岩漿可含有气相物质，或者几乎全部由固体結晶质組成。另一方面，变质岩則是在缺乏硅酸盐熔融体的条件下，由于矿物的重結晶作用以及矿物之間相互反应的結果而形成，这些矿物虽然在高溫下，但是仍处于固体状态。矿物与移动着的流体（通常是水气或水溶液）之間的离子交换会使矿物成分和化学成分产生变化，同样也会使固体岩石的結構发生变化，这个变化可以在寬广的溫度和压力范围內产生。这种 蝕 变 作用称为交代作用。在地壳比較深的地方，火成現象和变质現象往往混在一起而不易察觉；因此，来源于該处的許多岩石都显示了过渡的特点。在这些岩石中有所謂混合岩。

那末无庸置疑，絕大多数火山岩是由大部分呈液体状态的岩漿造成的。但是，許多位于地壳深处的深成岩的成因問題，还是沒有得到解决。这类岩石有一些似乎是在流动着的造岩物质侵入时形成的。可是在岩石形成时造岩物质还只是局部呈液体状态的。例如許多花崗岩，除了那些呈岩床、岩脉和小的岩株状产出的以外，是否一度完全呈液体状态或者大部分呈液体状态是值得怀疑的。某些地质学家們認為，那些位于褶皺山脉中心部分的形成岩基的花崗岩，大部分是属于交代成因，即原先岩石經受“花崗岩化作用”的結果。另外一些地质学家們則相信，它們可能是主要由巨厚的地槽沉积物构成的褶皺山根經過选择熔化作用发育而成。尽管这些假說强而有力，然而这些岩基花崗岩肯定是归入火成岩，因为从侵入关系来看，已經証明了它們曾經被大量的、足以供給为侵入所必須的流动性的液态物质所渗透。

事实很明了，在火山岩中，玄武岩和基性安山岩是比其它类型的火山岩占有絕大优势，而另一方面，在深成岩中，花崗岩和花崗閃长岩是远比所有其它各类深成岩丰富得多。根据这一事实可引出以下的論点：火山岩和絕大多数深成岩，即使它們的成分范围几乎完全相同，然而还是来源于两种不同的原生岩漿。按照这个概念，火山岩及与其密切相关的形成岩床、岩脉、环状岩脉、錐层侵入体、岩盆、岩盖等的侵入岩，都是从原生的玄武岩岩漿轉变而来，該岩漿系由深处的、位于大陆和海洋之下的玄武岩质圈所供給，或者是位于更深处的超基性物质的部分熔化而成。然而形成岩基的深成岩及与其相关的侵入体却只限于分布在大陆地区，支持这

种論点的人們認為，它們絕大部分是由硅鋁壳的下部經過分异熔化作用所产生的原生花崗岩岩浆轉变而成。某些地质学家們通过更进一步的研究，推測有两种原生的玄武岩岩浆，其中一种为环繞地球的硅鎂质（橄欖石）玄武岩圈，該圈經過不同过程而产生粗面岩和响岩之类的硷性熔岩；另外一种为次硅鋁质（拉斑玄武岩性）玄武岩，推測此岩浆只发现于大陆之下，并且可能是由于硅鎂质玄武岩同硅鋁圈底部相互接触所引起的混染作用形成的。这种次硅鋁质玄武岩一向被認為是形成安山岩、英安岩及流紋岩之类的鈣硷性熔岩。然而必須強調指出的是，这两种說法只不过是相当符合于試驗結果的工作中的假說而已。的确如此，最近的研究推測拉斑玄武岩性玄武岩并非局限在大陆上分布，有时也在海洋中部出現，正如分布在夏威夷群島的那樣。另外又提出两种其它的原生岩浆——斜长岩岩浆和橄欖岩岩浆，斜长岩岩浆是由大陆壳的基性部分轉变而来，橄欖岩岩浆則是由环繞地球的、位于玄武岩圈之下的圈轉变而来。大多数属于前寒武紀的巨大的斜长岩侵入体已被認為是由前者轉变而成，而一般在許多褶皺山脉中的巨大的蛇紋岩岩床則是由后者轉变而来。因为这些論点的进一步討論是超出本书范围之外，讀者可參閱 259 頁所載的参考書籍。

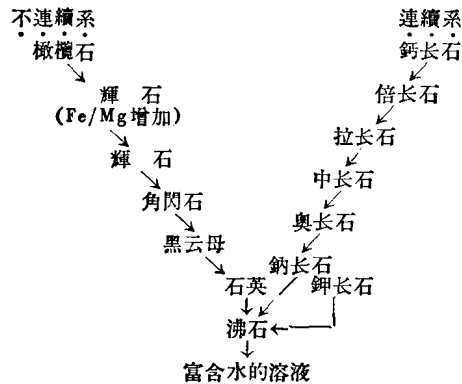
### 岩浆的演化

原生岩浆的成分是可以变更的，从而产生許多种火成岩。現在讓我們考虑一下引起这种变更的三个方式。

#### 分 异 作 用

这是一个原先为均质岩浆分裂成几个不同成分的部分的作用。可以設想，它可能是由于在溫度不断升降的情况下，液体岩浆中离子或“分子”的迁移而引起；但是这个机械作用可能没有什么重要性。均质的熔融体可分成两个或更多的不混溶部分；然而，除了在硫化物熔融体的极少情况下可以发生这种机械作用以外，通过对硅酸盐熔融体的室内試驗，証明这个作用对于火成岩的形成也是无关重要的。分异作用的另一方式是气体的迁移。上升的气泡可以聚集起来，并且稍微把岩浆中的挥发組份从一个地方搬到另一个地方。不过，比以上所述三种作用中的任何一种都重要得多的乃是結晶作用造成的岩浆分离作用。火成岩的某些矿物通常是由于大致在同一溫度时結晶而一起共生。典型的共生組合为橄欖石和拉长石；同样有石英和鉄橄欖石，以及正长石和奥长石。另一方面，某些成对矿物則很少看到在一起共生；其中有橄欖石和鈉长石，以及白云母和拉长石。这些关系是意味着冷却的岩浆有分別結晶作用。当結晶作用进行时，固相与液相之間經常有保持平衡的趨勢。当溫度下降时，为了要保持这种平衡关系，早期形成的晶体便与液体相互反应，从而在成分上有所改变。反应作用可能繼續进行，因此产生一个均匀的固体溶液的連續系列。例如斜长石系，最初形成的晶体是那些含氧化鈣最富的长石；当反应繼續进行

并且温度下降时，晶体就逐渐含有更多的钠质。此种变化构成連續反应系。另一方面，某些铁镁质矿物当冷却和反应繼續进行时，在一定温度下即转变为具有不同結晶构造的其它矿物。例如橄欖石转变为紫苏輝石，普通輝石转变为角閃石。这种突然的变化則构成不連續反应系。下面的图解表示出两个主要反应系，該图解主要是巴尔斯根据鲍温的原始图解經過修正后得出的。



在以上二系列中，早期形成的高温矿物通常是一起結晶的。这就是含有橄欖石和镁质輝石的輝长岩之类岩石，所以时常含有钙性长石的原因。低温矿物也同样趋向于在一起共生，因此云母、硷性长石和石英在花岗岩之类的岩石中是密切共生的。同理，某些矿物則趋于互不相容，因此很少看到石英和倍长石、正长石和拉长石等靠在一起的现象。

当晶体与液体之间的反应作用进行得完全时，最后岩石中的矿物显然不是最初形成的那些矿物，而是恰巧相反的矿物。但是，如果反应作用由于冷却太快或其它原因而进行得不完全，那末两个系列中早期形成的矿物都会在最后岩石中作为残晶而繼續存在。这就是见到的环带状长石及铁镁质矿物被其它矿物外壳所包围的原因。

于是，当我们考虑上列图解的两个反应系时，必須記住会有某些变化。不連續系的每一种铁镁质矿物都有类质同象变种，富含氧化镁的矿物在正常的生成次序中都先于那些富含铁的矿物。富含氧化镁的橄欖石，即镁橄欖石，往往与富含氧化钙的斜长石同时生成，但富含铁质的橄欖石，即铁橄欖石，一般是比较晚的，直到石英和正长石沉淀时还在形成。其它因素也可以改变正常次序。岩浆内挥发组份富集的不断变化也影响閃石和云母的产出时间。更重要的因素也取决于二反应系分离程度的不同，因为它能影响残余液体內各种元素之间的比例。例如，残余液体中硷质对二氧化硅及氧化铝之和的比例是很重要的，該比例决定着岩石是否含有象霞石之类的副长石矿物，或霓石、鈉閃石之类的铁鈉硅酸盐矿物。

岩浆中重矿物向下沉降和輕矿物向上浮起的这一趋势，加强了因結晶作用产生

的岩浆分离作用。因此，晶体沉降和晶体浮升对于火成岩中产生的变化是重要的。橄欖石和鈣性长石在厚的岩床和岩流底部附近富集，証明这些早期形成的晶体发生了沉降作用，正如維苏威火山噴发时最初噴出物中含有大量白榴石晶体，即可証实輕矿物有向上浮升的作用一样。这个作用可以使原来的玄武岩岩浆在火山渊中逐漸大致成层，因此流出熔岩的种类，部分决定于溢出量，部分决定于从噴发通道噴出的火山渊所居的深度。引起分异的另一个作用是气体流动，因为气泡可以附着在晶体上而使晶体上浮，或促使間隙中的液体上升。此外还有一个作用是压濾作用，它可以使晶体軟块內最后残余的液体从岩浆渊的某一地方被挤到另一个地方，或者使残余液体流入切割已凝結的物质的裂縫里去。这样的作用是由于活泼的岩浆的不断起伏、火山渊壁张力裂縫的开口，以及随着地壳运动同时发生的压縮作用所造成。

#### 同化作用

岩浆的演化也受着它与围岩相互反应的影响。如果岩浆的溫度是在它开始結晶时的溫度以上，那末它就可以随着岩浆渊壁的熔化而被混染；然而这种情况往往不可能实现，特别是在拥有深成岩浆的地方。但是必須考虑的是已經开始結晶的岩浆。假定岩浆具有花崗岩的成分，普通角閃石和奥长石已經从液体分离出来，并且假如围岩是主要由普通輝石和拉长石組成的輝长岩。那末，拉长石是在連續反应系中比奥长石結晶較早的矿物，而普通輝石則是在不連續反应系中比角閃石結晶較早的矿物。于是岩浆不能溶解拉长石或普通輝石，这是因为对它們來說，岩浆已經达于过飽和状态。代之而起的是一种复杂的反应作用，該作用可以使这些外来矿物轉变为角閃石和奥长石，后二者在特殊時間內是与液体处于平衡状态的。另外再考虑鎂橄欖石正在結晶的較热的岩浆，同时假定围岩也包含有在不連續反应系中結晶較晚的普通輝石晶体。在这些条件下，普通輝石实际上是会被岩浆溶解的，为了供給熔融作用所必需的潛热，于是等量的橄欖石便由液体中沉淀下来。至于发生哪一种同化作用，将取决于围岩的組成矿物，同时取决于邻近岩浆中正在結晶着的是哪些矿物。无論如何，岩浆是被混染了，并且岩浆最終形成的岩石是具有混染成因的。这些混染岩特別常見于大深成岩体边缘附近。例如有些閃长岩就是按着此种方式，由于花崗岩岩浆与輝长岩或石灰岩两盘相互反应的结果而造成。

#### 岩浆的混合作用

混染岩，特别是火山岩和浅处的侵入岩，也可以由部分結晶的岩浆經過混合作用而形成。推測的証据是：在单独的熔岩流中有成分极不相同的斜长石斑晶在一起密切共生，其中許多斑晶似乎与石基未保持平衡关系。科罗拉多州圣胡安火山区域中有許多实例，該地的玄武岩、安山岩、流紋岩等是从同一个裂口或相邻裂口內接連不断地剧烈噴溢出来的。另外在日本及加利福尼亚的火山岩中也記載有若干实例，該地的流紋岩与玄武岩密切共生，前者含有环带状斜长石斑晶，斑晶中心部分富含鈣质，而玄武岩中环带状长石的中心部分却富含鈉质。在日本箱根火山的某些

安山质熔岩中，斜长石斑晶和輝石斑晶都出現反环带构造，即斜长石的边緣比中心部分含有更多的鈣质；輝石的边緣比中心部分含有更多的鎂质，而鉄质含量則恰巧相反。这种异常的斑晶可能是由于围岩的同化作用进行得不完全而被混入熔岩中，但它們广泛而均匀地分布在許多熔岩流內，又很象是不同岩浆在噴出前相互混合的結果。在哥斯达黎加，某些熔接凝灰岩主要是由細小的玻璃顆粒組成，玻璃的折射率显然不同，表示在成分上有很寬的范围；此外如阿拉斯加的万烟谷的热火山碎屑沉积，系由白色流紋浮岩和暗色安山岩滓的混合物組成，它們是由于活泼的岩浆的沸騰作用所形成。这种密切的混合現象，推測是不均匀熔融体的同时噴发造成的。

### 岩浆的凝結阶段

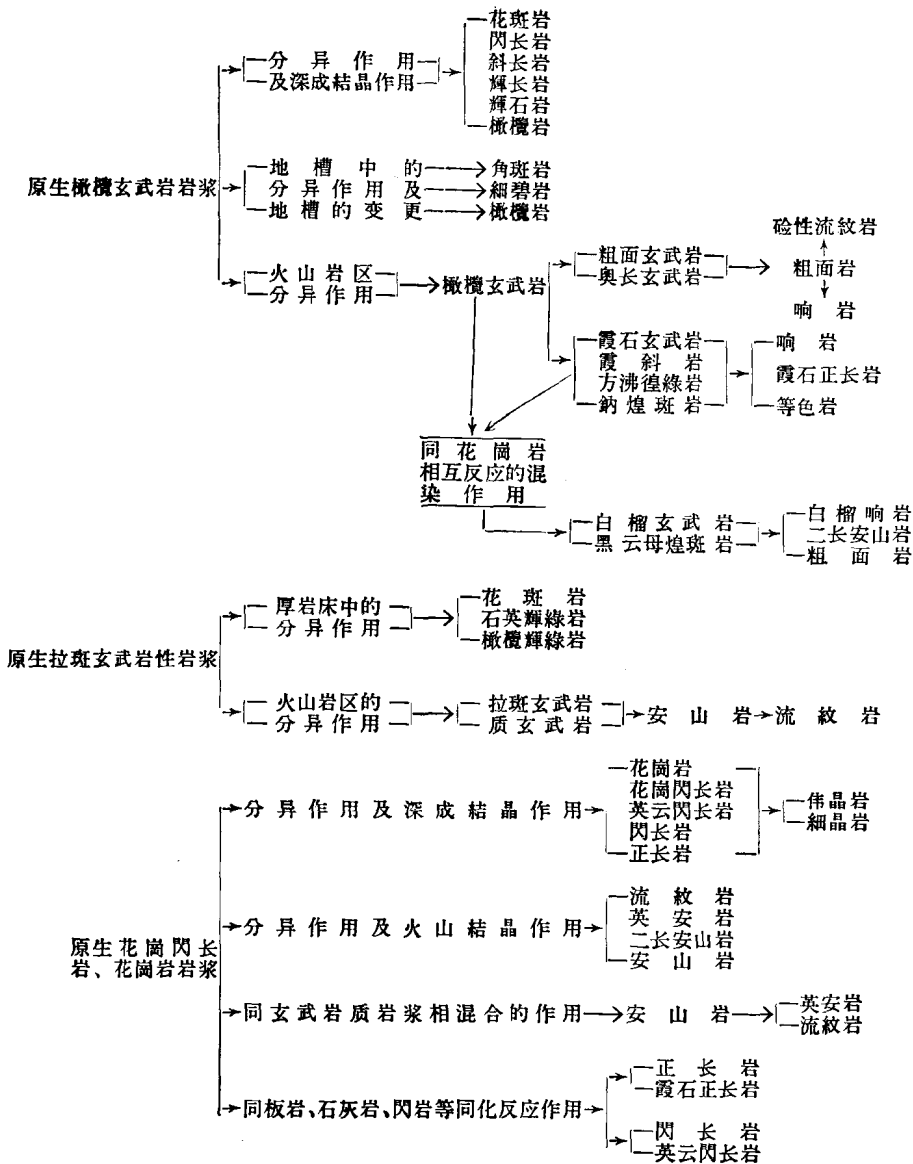
岩浆最初形成的矿物通常是不含水的，因为它们們是在高溫下从只含有少量揮发（超熔性或易熔的）組份的熔融体内发育而成。这样的矿物称为火成矿物。随着它們的形成，残余液体就富集了相当多的揮发成分，使后来形成的矿物乃是那些象閃石和云母之类含氢氧根的矿物，这些矿物称为液成矿物。

岩浆凝結的各个連續阶段之間並沒有明显的划分界綫。对于这些阶段已經有許多命名，但究竟应该如何应用的問題还是有分歧的意見。一般說来，第一期——只形成火成矿物的时期——被引述为正岩浆期。有些作者把形成了含水量低的、含氢氧根的矿物的結晶时期也併入此期。随后大約至  $600^{\circ}-800^{\circ}\text{C}$  时，岩浆即进入伟晶期，此期內大部分是液相（硅酸盐熔融体）、結晶相、气（水液）相等同时并存。再后，当溫度大約至  $400^{\circ}-600^{\circ}\text{C}$  时即进入气成期，晶体与气体之間达到平衡状态。最后为热液期，溫度大約  $100^{\circ}-400^{\circ}\text{C}$ ，此时晶体、水溶液与水气之間都保持了平衡。

岩浆凝結到最后阶段时，富含揮发分的残余液体引起了广泛的触变作用，于是原先的矿物便被新的矿物所穿切或交代。这种触变作用称为后期作用或后期变质。它們包括有鈉长石化作用、沸石化作用、綠泥石化作用等，并且那种石英与长石的互結連晶也发展成为显微伟晶岩。要把这些触变作用同交代触变作用区别开来，往往很困难或者是不可能的，后者乃是由于外来溶液进入已經凝固了的岩石所引起。

### 火成岩共生組合或岩类

如果在一个广大地区內包含有大致是同一个时代的火成岩，并且这些火成岩都是从同一个母岩浆轉变而来，那末該地区可称为岩区。在这样一个岩区內，所有岩石不管是侵入岩或者是噴出岩，它們在矿物成分和化学成分上都具有許多特性，根据这些特性就可以把它們同其它岩区的岩石区别开来。例如意大利羅馬和那不勒斯外围地区含鉀显著的白榴石质熔岩形成一个岩区；同样，得克薩斯州外佩克斯的富



含钠质火山岩也形成一个岩区。

从化学家的观点上来看，依据钙质与硷质之间的比例可将火成岩系分为四类。如果把一个岩系内各种岩石的化学分析结果画在“成分变化图表”上，那末可以看出：当二氧化硅百分数大于61时， $Na_2O + K_2O$  的重量百分数等于  $CaO$  的重量百分数，此系称为钙性岩系；如果  $Na_2O + K_2O$  与  $CaO$  的等量关系存在，而二氧化硅百分数介于56与61之间，则此系称为钙硷性岩系；如果介于51与56之间，即为硷钙性岩系；小于51时则称为硷性岩系。根据这个图表，绝大多数玄武岩-粗面岩-响岩等共生组合构成硷性岩系，而绝大部分的玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩等共生组合则

构成鈣性岩系或鈣硷性岩系。

很早以前即已确定了,这些岩系虽然不局限在某些地区或构造环境中分布,然而却是这些地区或构造环境的特征。鈣性岩系和鈣硷性岩系通常见于造山带中,其它各系則特別聚集在海洋地区和相当稳定的大陆地区,該大陆地区主要的变形作用是由于断层所造成。鈣性岩系和鈣硷性岩系主要分布在环绕太平洋的褶皱山脉带内,所以把它们归入太平洋类型。硷性岩系通常多見于大西洋及其两岸地区,因此可归入大西洋类型。但这样来选择名称是不妥当的,因为在太平洋中部的火山島上也广泛地分布着大西洋类型的岩石。按照鉀或鈉中某一个占居优势,可将硷性岩系再进一步划分。对于富含鈉的岩群來說可以保留所謂“大西洋的”这个名称,該岩群的特点是粗面岩和响岩与玄武岩共生;对于富含鉀的岩群則可引用地中海类型这个名称。后者系属于羅馬岩区、維苏威和斯特朗博利熔岩的范畴,最显著的特点是出現大量鉀长石或白榴石,或者两种俱备。詳細的研究对于三种岩浆类型是不同构造环境的特点这一概念,已經置以很大的怀疑,因为两种或甚至所有三种类型都可以在同一个地区中发育着。虽然如此,为了对比火成岩群,这些名称还是值得保留的。

本书的目的主要是研究岩类学,而不是岩理学,因此足可以結束这一章,至于岩浆演化的試驗要略将在特訥和魏胡根所著的“火成岩及变质岩岩理学”一书中(11頁)进一步申述。

## 第二章 火成岩的結構及分类

### 結構

要想明确地区別构造和結構这两个名詞是困难的。一般說来,构造系指在野外大范围内能够辨認出来的特点而言,例如层带、綫理、节理、多孔性等。另一方面,結構則指結晶程度、顆粒大小或粒度、岩石中矿物成分之間的組构关系或几何形象关系而言。这些結構特点很可以闡明火成岩从母岩浆內凝結的条件,因为結構特点是受結晶速度和結晶次序的控制,而結晶速度和結晶次序又取决于岩浆的最初溫度、成分、气体含量以及粘性等,同时还取决于岩浆凝固时所处的压力环境。

首先考虑結晶程度。某些火成岩,例如花崗岩,全部由結晶质組成,因此归入全晶质类;其它火成岩,例如黑曜岩,完全由玻璃組成,則属于全玻璃质;另外一些火成岩,包括許多熔岩和浅处的侵入岩,它們既含玻璃质又含結晶质,則称为半晶质。如果象图 1 所示的非常細小的初期結晶,同时它們都具有双折射性质,那末可称为微晶;如果晶体更小,呈球状、棒状和毛发状,則称为雜晶。



其次考虑顆粒大小或粒度。火成岩的顆粒大小是极不相同的。有些是那樣的細，甚至用放大鏡都不能把单个晶体截然分开，但是另一些火成岩，其中所含的晶体可有几吋长甚至达几呎长。如果大多数組成矿物小得以致用肉眼也无法辨認，那末此种岩石称为**隱晶岩**，其結構即称为**隱晶质結構**或**不良結晶质結構**；而比較粗粒的岩石可归入**显晶岩类**，其結構称为**显晶质結構**或**良結晶质結構**。根据組成岩石的大小近于相等的顆粒，可大致划分出以下几类。如果大多数晶体的直径小于1毫米，可称为**細粒**；顆粒介于1—5毫米之間的为**中粒**；介于5毫米至3厘米的为**粗粒**；如果大于3厘米，則为**极粗粒**。最后，如果隱晶岩中的晶体很細小，甚至借助显微镜也不能辨識，則称为**显微隱晶质結構**。

結晶程度和粒度反映了火成岩的生成历史。中粒和比較粗粒的全晶质岩石絕大部分是深成的。它們是在溫度大約低于 $800^{\circ}$ 时从侵入的岩浆体内結晶而成，由于它們的产出形式和位于地壳深处，所以冷却速度和气体散逸都很緩慢。此种岩浆凝結到最后阶段时，残余液体大大地富集了揮发成分，并且流动性也有很大程度的增加，如果有分离的气相物质的話，那末就更可以发育出較多的晶体。从这种富含气体的

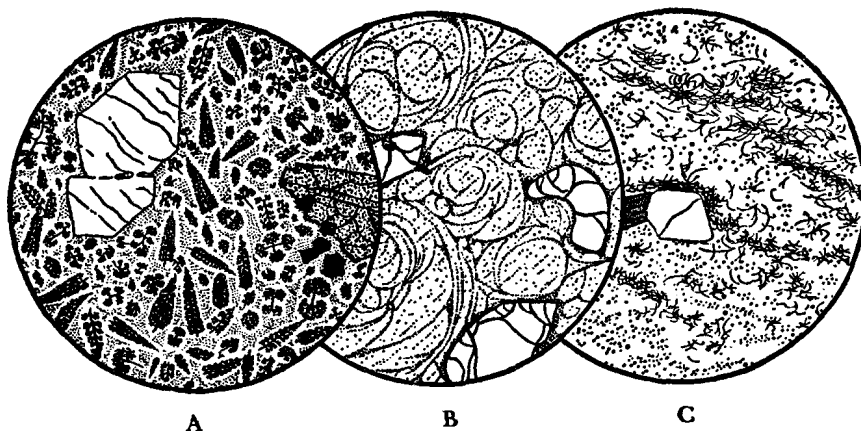


图 1 具有微晶和雛晶的流紋松脂岩

- A. 苏格兰阿兰島。直径1毫米。玻璃基质內散布有石英、普通輝石、磁铁矿等斑晶以及树枝状微晶（羽雛晶），微晶为綠色角閃石，周围为明亮的玻璃质。
- B. 薩克森的麦生。直径2毫米。石英斑晶具有熔蚀外形和貝壳状断口，玻璃基质显示珍珠状裂紋。球状雛晶（球雛晶）排列成行，形成流动层带。
- C. 加利福尼亞州土耳其山。直径1毫米。玻璃基质中有角閃石和透长石斑晶，并富含球雛晶和弯曲状、毛发状晶体（发雛晶）。

岩浆中生成的岩石，絕大部分是极粗粒的岩石，即所謂**偉晶岩**。另一方面，玻璃质岩、隱晶岩以及細粒显晶岩，通常是由最初溫度比深成岩浆溫度还高的岩浆轉变而成，因为它们們处于低压条件下，所以凝固速度和气体散逸很快。絕大多数火山岩或浅处形成的小侵入体都具有这种特性。玻璃质的存在是由于岩浆在过冷却和粘性很大以致防碍了离子迁移的条件下造成的。同时，由于富含二氧化硅和硷质的岩浆比