

688929

3512

7272

中等专业学校试用教材

岩石学

南京地质学校

刘贤儒 高福裕 主编

地质出版社

中等专业学校试用教材

岩石学

南京地质学校

刘贤儒 高福裕

主 编

地质出版社

岩石学

南京地质学校

刘贤儒 高福裕 主编

地质部教育司教材室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

岳各庄印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787 × 1092 1/16 · 印张: 19 1/4 · 插页 1 个 · 字数: 468,000

1980年7月北京第一版·1981年11月北京第二次印刷

印数 12,391—31,400册·定价 2.80 元

统一书号: 15038 · 教 84

前 言

本书根据 1977 年国家地质总局教育司召开的“地质教材编写分工会议”分配的任务编写的。根据上述会议精神由南京地质学校约请长春、郑州、湖南和广西地质学校在南京讨论和制定编写提纲，并由南京地质学校、长春地质学校和郑州地质学校分工编写，南京地质学校担任主编。

本书为中等地质专业试用教材。除绪言和附录外，全书共分三篇十四章。第一篇为火成岩（一至八章），第二篇为沉积岩（九至十章），第三篇为变质岩（十一至十四章）。第一、二、七章及附录一、二、三由南京地质学校刘贤儒编写，第三、四、五、六、八章及绪言由南京地质学校高福裕编写，第九、十章由郑州地质学校蔡诗用编写，第十一、十二、十三、十四章由长春地质学校蔡瑞凤编写。初稿写成后，编者在南京进行了讨论和修改。最后，由南京地质学校刘贤儒、高福裕对全书统一修改和定稿。

根据教材会议提出的编写原则，为了便于学生自学，本书编入的内容较实际讲授的内容要多，因此，各校在使用本教材时，可酌情增减，并非编入的内容一定都要在课堂上讲授。

本书的编写提纲曾寄往各兄弟学校征求意见，许多兄弟学校提出了自己的宝贵意见和建议。

在全书编写过程中，长春、郑州及南京地校的岩矿教研组的同志们还参加了对部分初稿的讨论、抄写、校对和绘图工作，南京地质陈列馆热情提供标本照相，成都地质学院、浙江省地质局实验室及江苏省冶金地质勘探公司提供了部分照片和插图。

本书定稿前，修改稿又承南京大学岩矿教研室主任孙鼎教授、武汉地质学院岩石教研室主任张瑞锡教授分别对火成岩、沉积岩进行了详细地审阅，他们都提出了宝贵的意见。

对以上许多单位和个人对本书的编写提供的各方面的帮助，在此，编者一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，书中的错误和不当之处，在所难免，因此，殷切希望读者批评指正。

编 者

1979.7.

绪 言

一、岩石及岩石学

岩石是地壳在形成和发展过程中由各种地质作用所形成的地质体，它是组成地壳的主要物质成分。岩石是具有稳定外形的固态集合体，是由一种或几种矿物或天然玻璃所组成的，不同的岩石具有不同的矿物成分、结构和构造。

岩石的种类很多，但从形成的原因来看，可归结为如下三大类：

1. 火成岩—是由岩浆冷凝而成的岩石，如玄武岩、花岗岩等。
2. 沉积岩—是在地表或地表下不太深的地方，在常温常压下，由砂、砾、泥质或溶解物质，经沉积固结而成的岩石，如砂岩、石灰岩等。
3. 变质岩—是原来已存在的各种岩石，由于受到地壳运动、岩浆活动等内动力地质作用的影响，使之成为适应新环境的岩石，如大理岩、片麻岩等。

三大类岩石在地壳中的分布情况是不相同的，一般在地表部分，沉积岩分布最为广泛，约占四分之三，而距地表愈深，则火成岩和变质岩分布愈多，沉积岩则愈深愈少。

岩石学是一门独立的科学，也是地质学领域里的一门基础科学。岩石学的任务是随着整个地质科学的发展和现代化建设的需要而确定的。目前岩石学的任务有以下几个方面：

1. 研究岩石的内部特征，包括它的化学成分、矿物成分、结构和构造等。
2. 解决岩石的成因问题，研究形成岩石时的各种地质作用，以及不同类型岩石间的成因联系。近年来人们通过高温高压的模拟实验、元素的同位素研究等来解决岩石的成因问题。
3. 研究岩体的产状、时代、各类岩石的共生组合以及与地质构造的关系，以便说明各种岩石在空间上和时间上分布的规律性。
4. 研究岩石与成矿作用的关系及各种矿床对岩石的专属性等。

由上可见，岩石学是研究岩石的物质成分、结构、构造、成因、分布规律以及成矿关系的科学。

二、岩石学的发展概况

在人类历史上很早就有关于岩石方面的记载，如我国“山海经”（约公元前四百年）一书，便是世界上最早记述矿物和岩石的书籍，书中记载了很多岩石方面的资料。但岩石学作为一门独立科学出现则始于十八世纪末叶，这个时期由于资本主义工业在欧洲迅速发展，对矿物原料的要求日益增加，从而积累了大量的矿物和岩石的资料，促使岩石学从地质学和矿物学中分出成为独立的科学。岩石学发展历史，大致可以分为显微镜前时期，显微镜时间，显微镜后时期以及现代岩石学时期。

显微镜前时期大约在十八世纪末，这个时期岩石学的研究着重于肉眼观察和描述岩体的地质特征，也部分地研究了岩石的化学成分。

显微镜时期, 1857 年索尔比首先应用偏光显微镜来研究岩石薄片, 这是岩石学发展史上的一个转折点, 它给岩石分类学, 岩石矿物成分和结构的研究、岩石化学以及岩石成因理论的研究打开了新的局面。

显微镜后时期, 十九世纪末, 资本主义工业蓬勃发展, 对矿产资源的探寻提出了更高的要求, 特别是许多矿产与各种岩石有成因联系, 此时, 纯显微镜研究已不能解决岩石学中许多新的理论问题, 促使岩石学沿着岩石化学、实验岩石学、工艺岩石学等等几个彼此联系而又互相推进的方向发展。

现代岩石学时期, 其特点是在板块构造等学说的新思想及地球物理取得巨大进展的基础上, 引进了大量边缘学科、新技术和新方法, 岩石学的研究从地球走向星际, 从直观走向微观, 从定性走向定量, 从静态走向动态。现将其现状简述如下:

实验岩石学: 近廿年来, 实验岩石学进入了一个新的发展时期, 人们进行了大量的高温高压模拟实验 (大多是模拟地壳深部和上地幔条件下的地质作用), 取得了显著成果。如对上地幔的物质组成已有相当的认识, 对一些火成岩 (花岗岩、安山岩等) 的成因和玄武岩浆的起源等问题都有新的突破。七十年代以来, 上地壳岩石变质作用的模拟实验进展迅速、规模空前。

矿物中流体包体的研究: 近廿年来有重大发展, 已经成为研究岩矿成因、演化及元素的地球化学迁移、富集条件的重要手段, 可获得形成条件的重要信息, 如温度、压力、气液包体的密度、成岩、成矿流体的盐度以及气体、液体和硅酸盐玻璃的化学成分, 子矿物以及氧、硫、碳稳定同位素成分等。

稳定同位素的研究: 近廿年来, 稳定同位素, 特别是氢、碳、硫、氧、铅和锶等稳定同位素地质的研究工作, 已经取得了飞速的发展, 它已成为解决岩石、矿床和地球化学理论问题的一种重要手段。在岩浆起源、地壳和上地幔的演化、陨石成因和太阳系的演化, 地质年表以及矿床成因、分类和成矿物质来源等方面, 提供了重要资料。

电子探针显微分析 (EPMA): 近年来, 在岩石学研究中引入了 EPMA 技术, 对岩石的成因, 岩浆的结晶分异作用和对地幔的物理化学情况的了解, 以及变质作用的研究等, 都起了巨大的推动作用。

三、岩石学与其它科学的关系

如前所述, 岩石学在地质学领域里是一门基础科学。因此它和地质学及其它自然科学存在着密切的关系。研究岩石学需要很多科学知识和多种现代化的技术设备, 特别是有关结晶学、矿物学、晶体光学、数学、物理学、化学……的知识和技术设备。例如研究岩石中的矿物成分时, 就需要结晶学、矿物学、晶体光学以及物理学等方面的知识; 研究岩石的化学特征, 就需要化学等方面的知识。由于科学技术的不断发展, 研究岩石的手段也愈来愈多, 现在除了一般的化学分析、光谱分析外, 已应用原子吸收光谱、红外光谱、电子探针、离子探针、电子显微镜……新设备进行分析, 而使用这些新设备都需要有广泛的基础科学的知识。另一方面, 岩石学又是矿床学、地球化学、构造地质学、水文地质、工程地质学等学科的基础。例如研究矿床首先必须研究矿体围岩性质以及标志着成矿条件的岩石组合和分布等资料; 地球化学研究, 必须通过岩石的微量元素的系统测定以阐明富含某些稀有元素的地段或矿种, 为找矿及矿产的综合利用提供依据; 构造地质学及水文工程地

质学等同样需要具有广泛的岩石学知识。

本教材共分三篇，第一篇火成岩；第二篇沉积岩；第三篇变质岩。通过岩石学的学习，要求掌握三大岩类中主要类型岩石的分类、命名原则和基本特征；较熟练地掌握常见岩石的肉眼鉴定，初步掌握偏光显微镜下鉴定岩石的基本方法和技能；了解主要类型岩石的成因及其与矿产的关系；了解三大类岩石的野外工作方法。总之，通过岩石学的学习要学好本专业的有关后继课程和今后的实际工作打下良好的基础。

四、岩石学的主要研究方法

研究岩石的基本方法包括下列几个方面：

1. 野外的地质观察：利用已有的理论知识，通过野外的仔细观察，对岩石的物质组成、结构、构造、产状、时代、各类岩石的共生组合，岩体与地质构造的关系，成因、岩相变化以及岩体与矿产的关系等方面作出初步的结论。因而，在野外对岩石的尽可能详细的观察，是全部研究工作的基础，决不能忽视。

2. 实验室的分析研究 这是在野外观察的基础上所进行的室内分析研究工作。目前岩石的实验室研究方法有光学、物理和化学等数种。

光学方法：常用的有偏光显微镜法、油浸法、费氏旋转台法。这些方法用于鉴定组成岩石的矿物成分及其相对含量；确定岩石的结构构造等，对岩石进行精确定名。

物理方法：常用的有重砂分析、染色法、伦琴射线、差热分析和电子显微镜法。这些方法主要用于沉积岩的研究。近年来还应用稳定同位素研究法解决地质学领域内的许多理论问题和实际问题。

化学方法：主要有化学分析、光谱分析、电子探针等。它们用于研究岩石的主要化学组分、微量元素的地球化学特征，进而了解岩石演化的规律和成矿关系。

3. 实验方法 就是利用人工方法再造岩石形成过程和制作人造矿物和岩石，用这种方法可以了解生成火成岩和变质岩的物理化学条件，解决一系列有关岩石成因的复杂问题，并用来验证野外观察和室内鉴定的结果。

上述的野外地质观察与室内的研究和实验两者必须紧密地结合起来，如果脱离野外工作，或者是忽视室内的研究和实验，都不能全面地了解岩石、作出正确的结论，更谈不上去发展岩石学的理论。

五、岩石学在实现四个现代化中的意义

在实现四个现代化的过程中，随着工农业生产和科学技术的不断发展，需要利用愈来愈多的矿产资源和地质资料，而自然界中的矿产资源绝大多数是存在于岩石之中，如火成岩中的铬矿、镍矿、铂矿、铜矿、铅锌矿……；沉积岩中的煤矿、石油、岩盐、磷矿、铝土矿……；变质岩中的铁矿、滑石矿、石棉矿、菱镁矿……。这些矿产与岩石都是地质作用的产物，它们在成因和分布上是紧密相关的，因此，要研究各种矿床的生成及其分布的规律性就必须研究岩石，可见研究岩石可以直接指导找矿和勘探。

有些岩石本身就是可被人们利用的矿产，如石灰岩和白云岩可作为冶金工业中常用的熔剂，石灰岩又是制造水泥的主要原料，白云岩则可作为镁质耐火材料。辉绿岩可作铸石原料。花岗岩和大理岩可作良好的建筑材料……。今后随着有关技术的发展，可供利用的

矿产资源围范将不断扩大，许多现在认为不能利用的岩石，将成为可被利用的矿产资源。

我们知道，岩石是地质历史发展的产物。在地壳演化的一定时期，发生着构造变动，形成不同的地层、岩石和矿产，人们详细地研究这些产物会发现某些岩石形成于一定地质时期、分布于一定空间部位，而元素间常常又有一定的共生规律。人们根据这些认识，可用来对区域矿产的分布作出推断预测，它是国家制定长远规划不可缺少的重要资料。

近年来，人们利用先进的科学技术，对某些岩石（如金伯利岩、玄武岩中的超镁铁岩包体）的深入研究，提供了有关地球内部物质组成等重要资料。

此外，国家建设中的许多工程设施，如水利、建筑、交通运输、农业、国防工程……，都要利用有关岩石方面的多种资料。

综上所述，可见岩石学在实现四个现代化中是具有多重要的意义。

目 录

绪言	i
一、岩石及岩石学	i
二、岩石学的发展概况	i
三、岩石学与其它科学的关系	ii
四、岩石学的主要研究方法	iii
五、岩石学在实现四个现代化中的意义	iii

第一篇 火 成 岩

第一章 火成岩的物质成分	1
第一节 岩浆与火成岩的概念	1
第二节 火成岩的化学成分	2
一、地球各圈层的物质成分	2
二、火成岩的平均化学成分	4
第三节 火成岩的矿物成分	5
一、火成岩矿物按其成因的分类	6
二、火成岩矿物按其作用的分类	7
三、火成岩矿物按其化学成分的分类	7
第四节 火成岩的矿物共生组合规律及其与化学成分的关系	8
第二章 火成岩的结构与构造	11
第一节 火成岩的结构	11
一、按结晶程度区分的结构	11
二、按矿物颗粒绝对大小区分的结构	12
三、按矿物颗粒相对大小区分的结构	12
四、按矿物颗粒自形程度区分的结构	14
五、按矿物颗粒（包括玻璃质）彼此结合方式区分的结构	14
六、火成岩结构的观察和描述方法	15
七、火成岩中矿物的结晶顺序	16
第二节 火成岩的构造	17
一、块状构造（均一构造）	17
二、斑杂构造	17
三、条带状构造	18
四、与充填方式有关的构造	18
五、流动构造	19
六、流纹构造	19
第三节 物理化学原理在岩浆结晶作用中的应用	19
一、二元系共结晶作用	20

二、二元系固溶体结晶作用	21
第四节 鲍文反应原理及其在岩石学中的意义	23
第三章 火成岩的产状	25
第一节 侵入岩的产状	25
一、整合侵入体	25
二、不整合侵入体	26
第二节 喷出岩的产状	27
一、中心喷发	27
二、裂隙喷发	28
第三节 潜火山岩(次火山岩)的产状	28
第四章 火成岩的分类	29
第一节 火成岩的几种分类	29
一、化学分类法	29
二、矿物分类法	30
第二节 本教材采用的分类	31
第五章 火成岩各论	34
第一节 橄榄岩—苦橄岩类(超基性岩)	34
一、概述	34
二、侵入岩	34
三、喷出岩	39
第二节 辉长岩—玄武岩类(基性岩)	41
一、概述	41
二、侵入岩	42
三、喷出岩	46
第三节 闪长岩—安山岩类(中性岩)	49
一、概述	49
二、侵入岩	50
三、喷出岩	52
第四节 正长岩—粗面岩类(中性岩)	54
一、概述	54
二、侵入岩	55
三、喷出岩	57
第五节 花岗岩—流纹岩类及花岗闪长岩—英安岩类(酸性岩)	58
一、概述	58
二、侵入岩	59
三、喷出岩	63
第六节 霞石正长岩—响岩类、霓霞岩—霞石岩类及碳酸盐类	66
一、霞石正长岩—响岩类(碱性中性岩)	66
二、霓霞岩—霞石岩类(碱性超基性岩)	73
三、碳酸盐类	74
第七节 脉岩类	76

一、煌斑岩	76
二、细晶岩	79
三、伟晶岩	80
第六章 火成岩的成因	82
第一节 关于母岩浆问题	82
第二节 火成岩多样性的原因	83
一、分异作用	83
二、同化混染作用	84
第三节 主要火成岩的成因概述	85
一、超基性岩的成因	85
二、基性岩的成因	85
三、中性岩的成因	86
四、酸性岩的成因	86
五、碱性岩的成因	87
第七章 查氏火成岩岩石化学计算法	89
第一节 计算原理与计算程序	89
一、正常岩石类型	91
二、铝过饱和岩石类型	92
三、碱过饱和岩石类型	93
四、碱极度过饱和岩石类型	94
第二节 投影作图及图解分析	94
一、投影作图	94
二、图解分析(判读)	96
第三节 查氏岩石化学计算的应用	97
一、岩石分类与命名的确定	97
二、成套火成岩系的分析与研究	98
第四节 各种岩石类型计算实例	100
一、正常岩石类型—河北汉诺坝玄武岩	100
二、铝过饱和岩石类型—江苏镇江石英闪长玢岩	103
三、碱过饱和岩石类型—宁夏磴口碱性岩	105
四、碱极度过饱和岩石类型—山西临汾假白榴石响岩	108
第八章 火成岩的野外工作方法	111
第一节 火成岩的肉眼鉴定	111
一、深成岩的肉眼鉴定和命名	111
二、浅成岩的肉眼鉴定和命名	113
三、喷出岩的肉眼鉴定和命名	113
第二节 侵入岩地区的工作方法	115
一、岩体产状的观察	115
二、侵入体与围岩接触关系的研究	115
三、侵入体岩相带的划分	116
四、分异和同化混染现象的辨认	117

五、原生构造的观察和测量	117
六、侵入体时代的确定	118
七、侵入体次序的确定	118
八、岩浆成因的花岗岩与变质成因的花岗岩野外鉴别标志	119
第三节 火山岩地区的工作方法	120
一、火山岩分层、层序及产状的确定	120
二、火山岩岩相的确定	121
三、火山喷发类型和火山口的确定	121
四、火山岩、潜火山岩及浅成侵入岩的鉴别标志	122

第二篇 沉积岩

第九章 沉积岩概论	123
第一节 沉积岩的概念及研究意义	123
一、沉积岩的定义	123
二、沉积岩的分布及研究意义	123
第二节 沉积岩的形成过程	124
一、沉积物的形成—母岩的风化作用	124
二、搬运作用	127
三、沉积作用	130
四、沉积物沉积后的变化—成岩作用和后生作用	134
第三节 沉积岩的物质成分	137
一、沉积岩的矿物成分及其特征	137
二、沉积岩的化学成分及其特征	138
第四节 沉积岩的构造与颜色	139
一、层理构造	139
二、层面构造	142
三、结核	145
四、缝合线	146
五、沉积岩的颜色	146
第五节 沉积岩分类	147
一、沉积岩分类的依据	147
二、沉积岩的成因分类	147
第十章 沉积岩各论	149
第一节 火山碎屑岩类	149
一、概述	149
二、火山碎屑岩的分类、命名和常见岩石类型的描述	154
三、火山碎屑岩的地质分布、研究方法及其意义	157
第二节 正常沉积碎屑岩类	157
一、概述	157
二、正常沉积碎屑岩的分类和命名	162
三、正常沉积碎屑岩的主要类型描述	163
四、正常沉积碎屑岩研究的意义及方法	168

第三节 粘土岩类	169
一、概述	169
二、粘土岩的分类	170
三、粘土岩的主要类型描述	171
四、粘土岩的研究方法及意义	172
第四节 化学岩及生物化学岩类	173
一、化学岩及生物化学岩的物质成分	174
二、化学岩及生物化学岩的结构	174
三、化学岩及生物化学岩的类型	175
第三篇 变 质 岩	
第十一章 变质岩概论	192
第一节 变质作用与变质岩	192
一、变质作用与变质岩的概念	192
二、研究变质岩的意义	193
第二节 变质作用的因素	194
一、温度	194
二、压力	195
三、具化学活动性的流体	197
第三节 变质作用的方式	198
一、重结晶作用	198
二、变形及破碎作用	198
三、变质分异作用	199
四、交代作用	200
第四节 变质岩的物质成分	200
一、变质岩的化学成分	200
二、变质岩的矿物成分	201
第五节 变质岩的结构与构造	204
一、概述	204
二、变质岩的结构	204
三、变质岩的构造	213
第十二章 变质岩各论	216
第一节 接触变质作用及其岩石	216
一、接触变质作用的概念	216
二、接触变质岩的主要类型	219
第二节 气成热液变质作用及其岩石	226
一、气成热液变质作用的概念	226
二、气成热液变质岩的主要类型	227
三、气成热液蚀变岩石的命名	230
第三节 动力变质作用及其岩石	230
一、动力变质作用的概念	230
二、动力变质岩的主要类型	230

第四节 区域变质作用及其岩石	233
一、区域变质作用及变质带的概念	233
二、区域变质岩的分类及命名	235
三、区域变质岩的主要类型	235
第五节 混合岩化作用及其岩石	243
一、混合岩化作用及混合岩的概念	243
二、混合岩的分类与命名	244
三、混合岩的分布及与矿产的关系	247
第十三章 变质相及变质相系概述	248
第一节 变质相的概念	248
第二节 变质相的分类	248
第三节 主要变质相特征简述	251
一、接触变质相	251
二、区域变质相	253
第四节 变质相系的概念	254
第十四章 变质岩的工作方法	255
第一节 变质岩的命名方法和肉眼鉴定	255
一、变质岩命名根据及命名方法	255
二、变质岩肉眼鉴定表	258
第二节 变质岩的观察与描述	258
一、变质岩的观察和描述内容	258
二、变质岩描述实例	259
第三节 变质带及变质相的研究	260
一、变质带的研究	260
二、变质相的研究	262
第四节 变质岩原岩的恢复	265
一、地质产状、岩石组合及其相互关系	265
二、矿物成分及结构构造特征	266
三、岩石化学及地球化学特征	267
四、岩石化学计算在恢复变质岩原岩中的应用	268
〔附录一〕 由氧化物重量百分数换算原子数表	276
〔附录二〕 查瓦里茨基化学分类法	284
〔附录三〕 戴里的火成岩平均化学成分及查瓦里茨基数值特征表	286
参考书目	294

第一篇 火 成 岩

第一章 火成岩的物质成分

第一节 岩浆与火成岩的概念

岩浆是地下深处的一种炽热的含有大量挥发性组分的硅酸盐熔融体；由岩浆凝固形成的岩石称为火成岩（岩浆岩）。

现代火山喷出的熔岩流是接近岩浆的物体。它实际上是喷出地表后大量失去水蒸气， CO_2 、 SO_2 等挥发性组分的岩浆。从现代火山活动及其产物—气体、熔岩流及火山碎屑，说明地下深处确有高温炽热的岩浆存在。但是岩浆在地下是经常存在的呢？还是某种特定条件下的产物？根据近代地震研究，地震震源可深达地下 750 公里以上，这就表明这样的深度不可能存在流体物质，即经常地永恒完整的岩浆层是不存在的。尽管由地热增温可说明，位于地下深处的物质处于足以使之熔融的高温状态，但是由于同时存在强大的负荷压力，使熔融的温度增高。因此，在地下各个部分组分可能与那个部位的压力、温度等热力学条件相适应处于平衡或假平衡状态而保持物质的固态，只有平衡破坏才会改变物质的物态。如地壳运动引起的断裂深达某一部位时，压力突然减低，平衡不能维持，就会导致局部地段的熔融，从而产生相应成分的岩浆。岩浆的成分与其形成的所处的地壳或地幔物质成分有关。在相应的热力学条件下，由相应的物质层（见第二节）的均匀熔融或选择熔融而形成。如花岗质层的均匀熔融或选择熔融均形成酸性岩浆；玄武岩质层均匀熔融形成基性岩浆，选择熔融形成中性岩浆；橄榄岩质层，均匀熔融形成超基性岩浆，而选择熔融则可能为基性岩浆。局部地段熔融形成的岩浆沿着应力释放的断裂而上升，形成岩浆活动。当岩浆上升到某一部位（未达地表）侵入到围岩中，逐渐冷凝固结晶则成为侵入岩，当岩浆上升到地表时，则以火山的形式表现出来，从而形成火山岩。侵入岩与火山岩都是由岩浆直接形成的火成岩。

火成岩与沉积岩、变质岩是不同的。火成岩大部分为块状结晶的岩石，部分为玻璃质到半晶质岩石；岩体以各种形状存在于地层中，与围岩一般有明显的界线；岩体中常含有围岩碎块（捕虏体），围岩与捕获的碎块有热变质现象；此外，火成岩在化学成分、矿物成分和结构、构造等方面与沉积岩、变质岩还有所不同，必须注意研究。

此外，某些具有岩浆结晶外貌的岩石，如前寒武纪的一些深成花岗质岩石，可能由非岩浆方式形成，这类岩石在变质岩中还要讨论。

第二节 火成岩的化学成分

一、地球各圈层的物质成分

根据近代地球物理资料，地球内部存在着两个明显的不连续面。一为莫霍面，一为古登堡面。莫霍面平均深度约为 20—30km；在大洋下平均 6—8km，在大陆下约为 35km，某些地区如我国青藏高原可深达 50—70km。莫霍面是地壳与地幔的分界面，其上为地壳，其下为地幔。古登堡面的平均深度为 2900km，它是地幔与地核的分界面，其上为地幔，其下为地核。这样二个不连续面将地球自内而外分为三个圈层（图 I—1），每个圈层的深度，物质成分与存在状态是不同的。

（一）地核

从地深 2900km 至地心之间称为地核。根据地震波传播情况，地核又分为外核与内核。内核由固态的 Fe—Ni—Si 合金组成。外核由可塑性的 Fe—Ni—Si 合金组成。由于外核为可塑性的流体，所以地震波纵波传播速度在此层内明显地减少。地核的化学成分，目前只是根据陨石的化学成分进行推断，尚无直接根据。

（二）地幔

从莫霍面向下至 2900km 之间称为地幔。其厚度接近于地球半径的 1/2。地幔分为上地幔与下地幔。下地幔是从地深 900km 至 2900km 之间，根据高压实验估计，硅酸盐矿物在下地幔环境下是不稳定的，因此，下地幔主要是 SiO_2 （超石英）， MgO （方镁石）及 FeO （方铁石）三种氧化物组成，此外，尚有少量的其它氧化物如 Al_2O_3 （刚玉）、 TiO_2 （金红石）等；上地幔是自莫霍面向下至地深 900km 之间，其物质成分主要由 Fe—Mg 硅酸盐组

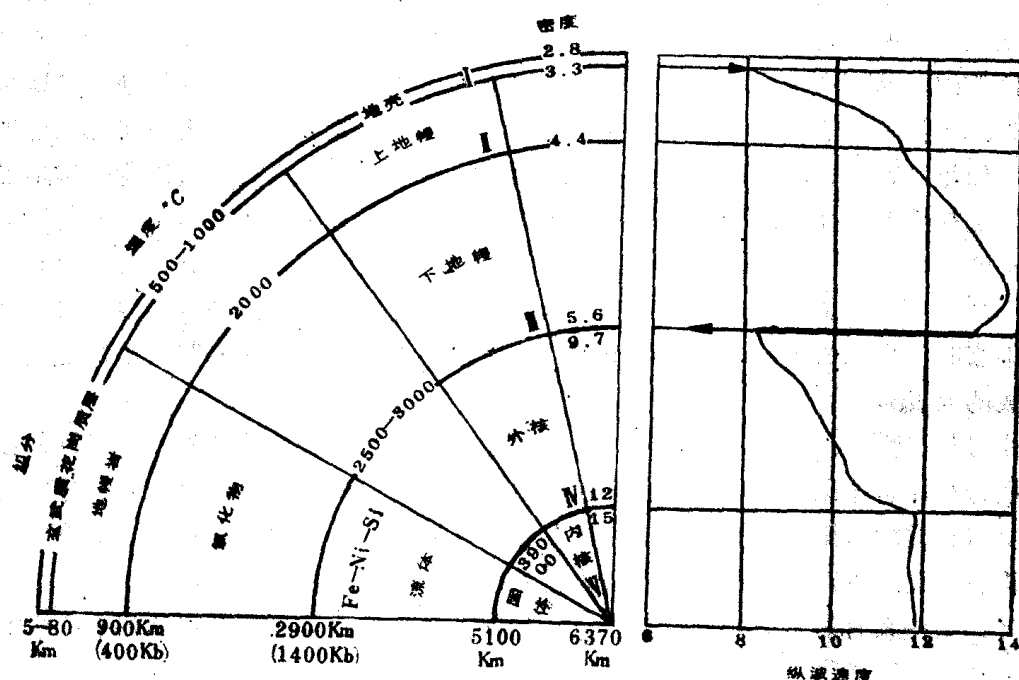


图 I—1 地球各圈层的组分及其温度、密度、地震纵波波速图解

成, 根据地球物理、地球化学和地质等方面的证据综合, 目前认为上地幔的化学成分相当于三分橄榄岩加一分玄武岩所组成 (表 I—1)。这种成分的岩石称为地幔岩。地幔岩可能的矿物组合为: 橄榄石+角闪石 (角闪石地幔岩); 橄榄石+辉石+斜长石 (斜长石地幔岩); 橄榄石+辉石+尖晶石 (辉石地幔岩); 橄榄石+辉石+石榴子石 (石榴子石地幔岩) 等四种。其中以辉石地幔岩 (二辉橄榄岩) 分布最广, 其次是石榴子石地幔岩 (存在于上地幔较深部位)。角闪石地幔岩。斜长石地幔岩则分布于较浅处 (表 I—2)。

地幔岩化学成分

表 I—1

氧 化 物	重 量 %	氧 化 物	重 量 %
SiO ₂	45.16	K ₂ O	0.13
MgO	37.49	Cr ₂ O ₃	0.43
FeO	8.04	NiO	0.20
Fe ₂ O ₃	0.46	CoO	0.01
Al ₂ O ₃	3.54	TiO ₂	0.71
CaO	3.08	MnO	0.14
Na ₂ O	0.57	P ₂ O ₅	0.06

地幔岩理想矿物成分

表 I—2

矿物成分 地幔岩类型	橄榄石	顽火辉石	透辉石	绿辉石	角闪石	斜长石	石榴子石	金红石	铬铁矿
角闪石地幔岩	65.0	17.6			31.8			0.6	2.6
斜长石地幔岩	71.9	6.5	4.7			5.9		0.6	2.6
辉石地幔岩	61.4	16.8		15.31				0.6	1.7
石榴子石地幔岩	65.2	7.8		11.42			13.3	0.6	0.7

按地热增温率计算, 上地幔最上部正常温度为 500—1000℃, 洋中脊处最高可达 1500—1600℃。在其它有利条件配合下, 上地幔最上部地幔岩可发生局部熔化, 而产生玄武岩浆 (玄武岩浆形成深度约为 60—100km)。地幔以这种岩浆活动的方式不断将轻组分向地壳迁移。而余下难熔的橄榄石在上地幔区段形成纯橄榄岩。在上地幔中, 由于地温较高, 各处重力异常明显, 必然造成固体物质熔融和迁移, 所以上地幔被视为地球深部最不稳定的地带, 是产生岩浆活动和构造运动的总根源。

(三) 地壳

地壳是地球最外层的一层薄壳, 平均厚度 20km, 约占地球半径的 1/300。地壳可进一步划分为洋壳和陆壳。洋壳平均厚度 7—8km, 主要由大洋拉斑玄武岩组成, 酸性熔岩所占比例极小。陆壳平均厚度约 30km。陆壳自下而上又可分为三层, 玄武质岩层、花岗质岩层和沉积岩盖层, 前者称为下部地壳, 后两者称为上部地壳。洋壳至今仍在活动, 它在洋中脊处不断生长, 而在大陆边缘沿贝尼奥夫带俯冲消失。洋壳俯冲到一定深度时, 可产生局部熔融, 而形成安山岩浆。余下难熔的石榴子石和辉石继续往下俯冲, 这样就造成地壳物质的不断分异。

地壳主要是由十二种元素—O、Si、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、H、P 所组成, 它们占地壳总重量 99% 以上, 称为主要造岩元素, 是组成硅酸盐矿物的主要组分。除