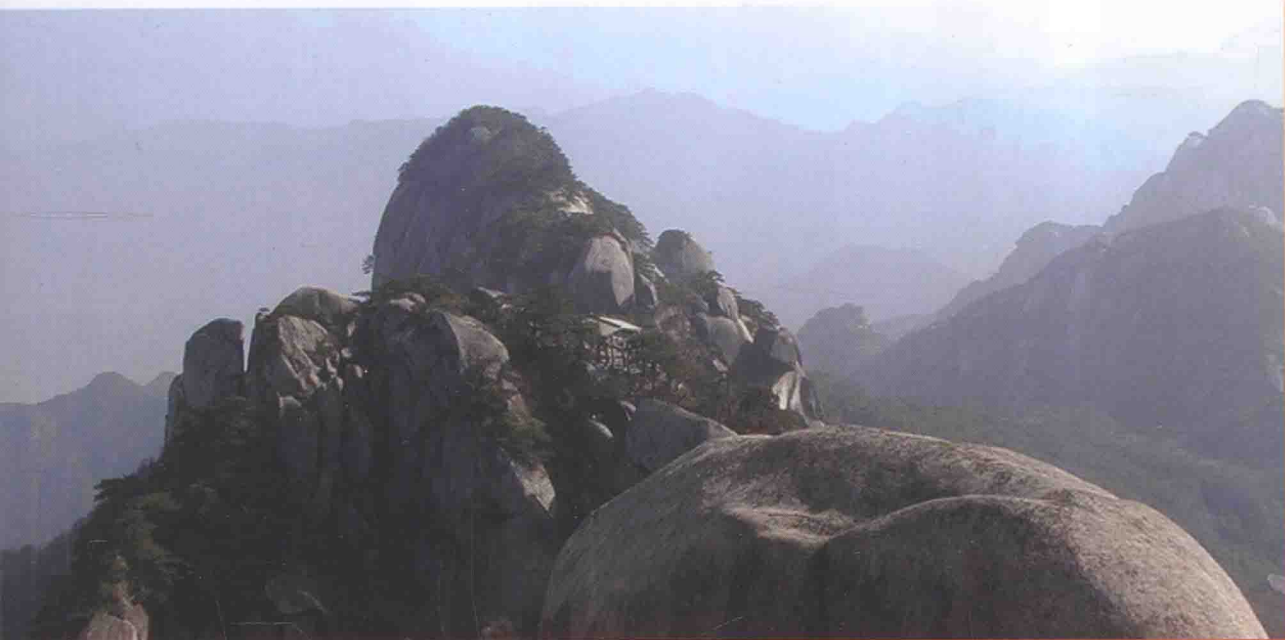




国家骨干高等职业院校
优质核心课程系列教材



国土资源调查专业 >>>

岩石鉴定

◎ 主编 彭真万 陈小勇

地质出版社



国家骨干高等职业院校优质核心课程系列教材

岩石鉴定

主 编：彭真万 陈小勇

副主编：丁 勇 游水凤

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本教材内容分为3个教学工程共29个教学项目。第一教学工程分11个教学项目25个学习任务和13次技能实习,介绍了岩浆作用,岩浆岩的分类命名,各类岩石的特征以及岩浆岩的认识方法。第二教学工程分8个教学项目19个学习任务和8次技能实习,介绍了沉积岩的形成过程,沉积岩的分类命名,各类岩石的特征以及沉积岩的认识方法。第三教学工程分10个教学项目23个学习任务和9次技能实习,介绍了变质作用,变质岩的分类命名,各类岩石的特征以及变质岩的认识方法。

本书可作为高职高专院校国土资源调查、区域地质调查与矿产普查专业的教学用书,也可作为地质类其他相关专业的选用教材,同时也可作为野外地质人员的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

岩石鉴定 / 彭真万等主编. —北京:地质出版社,
2014.3

ISBN 978-7-116-08696-8

I. ①岩… II. ①彭… III. ①岩矿鉴定-高等学校:
技术学校-教材 IV. ①P585

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第010024号

责任编辑:李凯明

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010)82324508(邮购部);(010)82324509(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)82324340

印 刷:北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.75

字 数:500千字

印 数:1—1500册

版 次:2014年3月北京第1版

印 次:2014年3月北京第1次印刷

定 价:32.00元

书 号:ISBN 978-7-116-08696-8

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006] 16号)、《教育部、财政部关于支持高等职业学校提升专业服务产业发展能力的通知》(教职成[2011] 11号)文件精神 and 《江西应用技术职业学院国家骨干高等职业院校建设项目——国土资源调查专业建设方案》的要求,依据地质找矿与勘查行业的工作任务以及我院多年教改的实践,与江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队共同开发、共同编写而成的一部工学结合的校本教材。本书的目的是使学生了解岩石鉴定的基本理论和掌握岩石鉴定的基本技能,为后续专业课的学习和从事野外地质调查与矿产勘查工作奠定基础。

岩石鉴定是依据国土资源调查专业、区域地质调查与矿产普查专业两个核心就业岗位(区域地质调查地质员岗位和矿产勘查地质员岗位)必需的专业技能,对教材内容进行编排,其最大的特点是将岩石鉴定立项为岩浆岩的认识、沉积岩的认识、变质岩的认识三个大的教学工程,每个教学工程再划分为若干个教学项目,每个教学项目又将岩石鉴定的内容化整为每个具体的学习任务,并为学生的实践训练提供方法和标准。这样的编排,对工学结合实施教学十分方便和灵活,适用于各种形式和场合。每次学习,可以根据现场情况、工作过程的长短,工作对象和性质,完成一个学习任务或一个教学项目或一个大的教学工程,从而实现理论与实践教学的相互渗透,学训结合,融“教、学、做”为一体,提升学生的工作能力。

《岩石鉴定》是基于工作过程的项目式人才培养的创新教材,突出了以项目为导向,以工作过程为主线,以任务为基础,以学生为中心,以教师(师傅)为主导的教育教学理念,使学生知道为什么学——为了工作和发展;学什么——学工作技能;怎样学——理实结合,以实践为主,在干中学、学中干。教材突出了职业与实践特色,解决了理论与实践结合的教材衔接问题。

本书由江西应用技术职业学院彭真万、丁勇、游水凤和江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队陈小勇、福建省闽北地质大队陈强编写。编者具体分工是:岩石鉴定概述、第一教学工程由彭真万编写;第二教学工程的第一、二、三、四教学项目由陈强编写;第五、六、七、八教学项目由陈小勇编写;第三教学工程的第一、二、

三、四教学项目由丁勇编写；第五、六、七、八、九教学项目由游水凤编写。全书由彭真万统编定稿。

初稿完成后，湖南工程职业技术学院徐耀鉴教授主审了全稿，从教材的构思、取材、知识体系的编排、内容的取舍、各教学项目的体例、各有关学习任务的具体内容等提出了许多宝贵的修改意见。

本书的编写是在徐耀鉴、徐汉南、任锡刚三位老师主编的《岩石学》（地质出版社，2007）的基础上进行的，引用了该教材中的大量内容，同时还参考引用了大量的前人工作成果和现行相关教材的有关内容。

本书的编写是在江西应用技术职业学院的院、系领导直接关怀和支持下完成的，陈洪冶教授审阅了本书全稿，提出了很好的修改意见。在编写过程中，与云南国土资源职业学院的同行们进行了交流，他们对本教材的编写提出了许多有益的建议。本校及兄弟院校的同事、同行对本教材的编写给予了多方面的关心和帮助，在此编者一并致以衷心的感谢。

鉴于编者学识所限，经验不足，编写时间仓促，书中难免存在错误和不妥之处，恳切希望广大读者批评、指正。

编 者

2013 年 9 月

目 录

前言

岩石鉴定概述	(1)
--------------	-----

第一教学工程 岩浆岩的认识

教学项目一 了解岩浆作用及岩浆岩的物质成分	(5)
学习任务1 了解岩浆的基本特征及岩浆作用与岩浆岩	(5)
学习任务2 掌握岩浆岩的物质组成	(8)
技能实习一 岩浆作用、岩浆岩造岩矿物的认识	(15)
教学项目二 认识岩浆岩的结构、构造	(17)
学习任务1 认识岩浆岩的结构	(17)
学习任务2 认识岩浆岩的构造	(23)
技能实习二 岩浆岩结构、构造的认识	(25)
教学项目三 识别岩浆岩的产状和相	(28)
学习任务1 识别侵入岩的野外产状和相	(28)
学习任务2 识别火山岩的野外产状和相	(32)
技能实习三 观察认识岩浆岩的产状和相	(36)
教学项目四 理解和掌握岩浆岩的分类和命名	(38)
学习任务1 理解国际地科联分类	(39)
学习任务2 掌握本书采用的分类和命名	(41)
教学项目五 认识超基性岩类岩石	(45)
学习任务1 认识橄榄岩-苦橄岩类的岩石	(47)
技能实习四 橄榄岩-苦橄岩类岩石的认识	(52)
学习任务2 认识金伯利岩	(53)
学习任务3 认识碳酸岩	(57)
学习任务4 认识霓霞岩-霞石岩类的岩石	(59)
技能实习五 金伯利岩、碳酸岩、霓霞岩-霞石岩的认识	(61)
教学项目六 认识基性岩类岩石	(63)
学习任务1 认识辉长岩-玄武岩类的岩石	(63)
学习任务2 认识碱性辉长岩-碱性玄武岩类的岩石	(69)

技能实习六 基性岩类岩石的认识	(73)
教学项目七 认识中性岩类岩石	(75)
学习任务1 认识闪长岩-安山岩类的岩石	(76)
技能实习七 闪长岩-安山岩类岩石的认识	(79)
学习任务2 认识正长岩-粗面岩类(偏碱性中性岩类)的岩石	(81)
技能实习八 正长岩-粗面岩类岩石的认识	(84)
学习任务3 认识霞石正长岩-响岩类(过碱性中性岩类)的岩石	(85)
技能实习九 霞石正长岩-响岩类岩石的认识	(89)
教学项目八 认识酸性岩类岩石	(91)
学习任务1 认识花岗岩-流纹岩类的岩石	(91)
学习任务2 认识碱性花岗岩-碱性流纹岩类的岩石	(96)
技能实习十、十一 酸性岩类岩石的认识	(99)
教学项目九 认识脉岩类岩石	(101)
学习任务1 认识煌斑岩类的岩石	(101)
学习任务2 认识细晶岩类与伟晶岩类的岩石	(103)
技能实习十二 脉岩类岩石的认识	(105)
教学项目十 认识火山碎屑岩类岩石	(107)
学习任务1 认识火山碎屑岩主要特征	(108)
学习任务2 掌握火山碎屑岩的分类和主要岩石类型的特征	(112)
技能实习十三 火山碎屑岩类岩石的认识	(115)
教学项目十一 了解岩浆的演化及主要岩浆岩的成因	(117)
学习任务1 了解岩浆的形成原因与岩浆的演化方式	(117)
学习任务2 了解主要岩浆岩的成因	(120)

第二教学工程 沉积岩的认识

教学项目一 了解沉积岩及其形成过程	(129)
学习任务1 了解母岩的风化作用	(130)
学习任务2 了解风化产物的搬运和沉积作用	(134)
学习任务3 了解沉积物的成岩作用和沉积岩的后生作用	(141)
技能实习一 认识风化、搬运、沉积、成岩作用	(143)
教学项目二 掌握沉积岩的基本特征	(145)
学习任务1 了解沉积岩的物质成分和颜色	(145)
学习任务2 认识沉积岩的构造	(148)
技能实习二 沉积岩的构造的认识	(154)
教学项目三 掌握沉积岩的分类	(156)
学习任务1 掌握沉积岩的成因分类	(156)

教学项目四 认识陆源碎屑岩类的岩石	(158)
学习任务1 掌握陆源碎屑岩的物质成分	(158)
学习任务2 掌握碎屑岩的结构	(161)
学习任务3 认识陆源碎屑岩类的主要岩石	(170)
技能实习三、四 陆源碎屑岩类岩石的认识	(180)
教学项目五 认识黏土岩类的岩石	(184)
学习任务1 认识黏土岩的矿物成分和结构、构造	(184)
学习任务2 掌握黏土岩的分类及认识主要黏土岩	(186)
技能实习五 黏土岩类岩石的认识	(189)
教学项目六 认识碳酸盐岩类的岩石	(191)
学习任务1 掌握碳酸盐岩的基本特征	(192)
学习任务2 掌握碳酸盐岩的分类和命名	(198)
学习任务3 认识碳酸盐岩各主要类型的岩石	(202)
技能实习六 碳酸盐岩类岩石的认识	(205)
教学项目七 认识其他沉积岩类	(207)
学习任务1 认识硅质岩类的岩石	(208)
学习任务2 认识铝质岩	(213)
技能实习七 硅质岩、铝质岩的认识	(217)
教学项目八 了解沉积相	(219)
学习任务1 了解大陆相中各相的特征	(221)
学习任务2 了解海陆过渡相中各相的特征	(225)
学习任务3 了解海相中各相的特征	(228)
技能实习八 观察认识冲积扇相、河流相	(233)

第三教学工程 变质岩的认识

教学项目一 了解变质作用	(237)
学习任务1 了解变质作用的因素	(238)
学习任务2 了解变质作用的方式	(242)
学习任务3 掌握变质作用的类型	(245)
技能实习一 变质作用的认识	(249)
教学项目二 了解变质岩的物质组成	(251)
学习任务1 了解变质岩的化学成分	(251)
学习任务2 掌握变质岩的矿物成分	(252)
技能实习二 变质岩特征变质矿物的认识	(255)
教学项目三 认识变质岩的结构和构造	(257)
学习任务1 认识变质岩的结构	(257)

学习任务2 认识变质岩的构造	(265)
技能实习三 变质岩结构、构造的认识	(268)
教学项目四 掌握变质岩的分类和命名	(271)
学习任务1 掌握变质岩的分类	(271)
学习任务2 掌握变质岩的命名	(272)
教学项目五 认识接触变质岩类岩石	(274)
学习任务1 认识接触热变质岩类的主要岩石	(274)
学习任务2 认识接触交代变质岩类的主要岩石	(278)
技能实习四 接触变质岩类岩石的认识	(280)
教学项目六 认识气成热液变质岩类岩石	(282)
学习任务1 熟悉气成热液变质岩的分类命名	(282)
学习任务2 认识气成热液变质岩主要岩石	(283)
技能实习五 气成热液变质岩的认识	(286)
教学项目七 认识动力变质岩类岩石	(288)
学习任务1 熟悉动力变质岩的分类和命名	(288)
学习任务2 认识动力变质岩类的岩石	(289)
技能实习六 动力变质岩的认识	(292)
教学项目八 认识区域变质岩类岩石	(293)
学习任务1 掌握区域变质岩的分类及命名	(293)
学习任务2 具面理构造的区域变质岩的认识	(295)
学习任务3 无(弱)面理构造的区域变质岩的认识	(299)
技能实习七、八 区域变质岩类岩石的认识	(302)
教学项目九 认识混合岩类岩石	(304)
学习任务1 了解混合岩的有关特征与混合岩的分类命名	(304)
学习任务2 认识混合岩主要类型的岩石	(305)
技能实习九 混合岩类岩石的认识	(308)
教学项目十 了解变质作用研究的内容和方法	(310)
学习任务1 了解变质作用期次及变质带的划分	(310)
学习任务2 了解变质相及变质相系	(315)
学习任务3 变质岩原岩的恢复	(320)
参考文献	(324)

岩石鉴定概述

一、岩石与岩石鉴定的概念

岩石是天然产出的由一种或多种矿物（包括火山玻璃、生物遗骸、胶体）组成的具有稳定外形的固态集合体。它是地球发展到一定阶段、由各种地质作用形成的产物。

岩石是以岩层或岩体形式构成地壳及地幔的固体部分，陨石与月岩也是岩石，但一般所说的岩石主要指组成地壳及上地幔的固态物质。

岩石学是地质学的一个分支，它是研究地球中（主要是地壳）岩石的一门科学。岩石鉴定主要研究岩石的分布、产状、成分、结构、构造、分类、命名及含矿性等。岩石学除研究岩石鉴定的内容以外，还要详细研究岩石的成因、演化、岩石与矿产的关系等，对其进行全面、深刻的分析研究和理论探讨，而岩石鉴定对这些内容只做基本了解。可以说，岩石学包含了岩石鉴定。

在地质研究中，岩石始终是重要的研究对象。因为山脉、岛屿、平原土层之下与江湖海的基底都是由岩石构成的，各种金属与非金属矿产，以及石油和煤等绝大多数都蕴藏于岩石中，有的岩石本身就是矿；而且岩石记录了地壳和上地幔形成、演化的历史。因此研究岩石对于进行地质调查与矿产勘查、开发地下水资源、设计工程建设，了解地壳—地幔的物质组成、起源、演化都具有十分重要的意义。

二、岩石的分类

根据形成岩石的地质作用不同，把岩石分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。一般来说，三大类岩石在成分、结构、构造及产状等方面各具特色，彼此之间有明显的区别，研究方法也不尽相同。但有时并不能截然分开，其间有的逐渐过渡，有的由于形成的地质作用不是孤立的，不能简单地归为哪一种成因。实际上，三大类岩石彼此有着密切的联系，其相互演变的关系可用图 0-1 表示，不过这种演变关系并不是简单的循环重复，而是不断地向前发展的。

三大类岩石的分布情况各不相同，沉积岩主要分布于大陆地表，占陆壳面积的 75%，但距地表越深，则岩浆岩和变质岩越多，沉

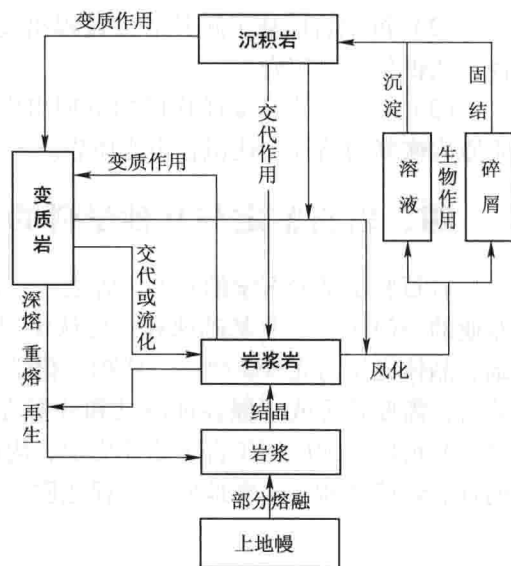


图 0-1 三大岩类相互转化示意图
(转引自于炳松等, 2012)

积岩越少。

三、岩石鉴定的研究方法

1. 野外地质调查

主要是通过野外地质填图与剖面测量,对岩石的成分、结构、构造、产状、分布、时代、生成顺序、各类岩石的共生组合、岩相变化以及岩体与矿产的关系作详细的观察描述,同时做出初步分析和推论,还应采集适当的标本样品,以供室内进一步研究。野外研究是极为重要的,它是全部研究工作的基础。

2. 室内研究

应用野外所收集的资料,在室内进行分析研究,目前采用的方法有:岩相学研究、岩石化学研究。

(1) 岩相学研究:主要是利用偏光显微镜、弗氏台、电子显微镜、X射线分析、差热分析、电子探针等方法,详细研究岩石的矿物成分、结构、构造、各种组分的相对含量,从而为确定岩石类型、成因等提供必要的资料。

(2) 岩石化学研究:主要采用全岩分析、单矿物分析、同位素、光谱分析、染色法等,研究岩石化学成分、微量元素的赋存状态和地球化学特征,以便了解岩石的演化规律和与成矿的关系。

3. 三大类岩石认识的路径

岩石鉴定的主要目的,就是对岩石进行全面的认识,综合掌握岩石各方面的特征。认识岩石,也有其内在的规律,掌握和遵循这些规律,可以收到事半功倍的效果。

(1) 岩浆岩应从了解岩浆作用、岩浆演化出发,沿着岩浆岩化学成分、矿物成分逐渐变化的路径,认识各类岩浆岩。

(2) 沉积岩应从了解其形成过程出发,沿着各种风化产物的搬运、沉积、成岩的路径,认识各类沉积岩。

(3) 变质岩应从变质作用的类型出发,沿着变质作用的因素、变质作用的方式及变质原岩恢复的路径去认识各类变质岩。

四、岩石鉴定与其他学科的关系

岩石鉴定是岩石学的基本内容之一,是国土资源调查专业、区域地质调查与矿产普查专业的一门核心专业基础课程。要认识岩石,就必须具备普通地质学、结晶与矿物学基础、晶体光学与光性矿物学、物理、化学、计算机知识等学科的知识;要对岩石进行测试分析,需要熟悉或掌握各种测试和分析方法的知识、技术及设备。同时,岩石鉴定的成果,又可广泛地应用于古生物地史学、构造地质、遥感地质、大地构造、矿床地质、矿产勘查、环境地质、水文地质、工程地质等学科,是学习这些课程必不可少的基础。

第一教学工程

岩浆岩的认识

【工程目的】

1. 理解和掌握岩浆岩的基本知识。
2. 认识各类常见的岩浆岩，掌握它们的特征。
3. 学会野外及室内认识和描述岩浆岩的方法。

【工程任务】

1. 了解岩浆岩的形成特征。
2. 掌握岩浆岩的分类、命名和各类岩石特征。
3. 正确鉴定和描述各种常见岩石。
4. 了解各类岩浆岩的分布、产状及有关矿产。

【教学方式】

1. 理论知识介绍与技能实习交叉进行。
2. 学生、教师、师傅相互提问答疑，互动讨论相结合。
3. 录像、挂图、幻灯片、标本、板书穿插使用。
4. 野外实习与室内实训互相补充。
5. 参与地勘项目与顶岗实习合二为一。

教学项目一 了解岩浆作用及岩浆岩的物质成分

【教学内容】

1. 岩浆及岩浆的基本特征。
2. 岩浆岩的物质组成。

【学习目标】

1. 了解岩浆的性质。
2. 了解岩浆作用如何形成岩浆岩。
3. 掌握岩浆岩的物质成分特点。

【知识准备】

岩浆是上地幔和地壳深处形成的，以硅酸盐为主要成分的炽热、黏稠、含有挥发分的熔融体（熔体）。

岩浆的产生与地球内部温度（增温）、压力（降压）和挥发分（加入挥发分）的变化有关。最初形成的熔体分散于固态矿物颗粒之间，随着熔融程度的增大，熔体会逐渐流动、汇聚而与固态的颗粒相分离，形成大的岩浆囊甚至成为岩浆房。在岩浆源区，熔体与固相残余的分离和聚集的过程，就称为岩浆分凝作用，随着分凝作用的进行，岩浆就可能获得更大的动力而从源区上升，侵入到地下相应的深度甚至喷出地表。

岩浆在其形成、活动和凝固的过程中，或在它演变的不同阶段，可以含有或多或少的岩石碎块及矿物晶体，并溶解一定量的挥发组分，后者在过饱和情况下可呈气相存在，因此岩浆的基本特点是有一定的化学组成、高温和能够流动。最常见、最普遍、最主要的是硅酸盐成分的岩浆，个别也见有碳酸盐、金属氧化物、金属硫化物等岩浆。

岩浆中的岩石碎块有的是上地幔或地壳深部局部熔融时难熔的原岩残留物；有的则是在岩浆上升、侵入或喷发过程中，被捕获的基岩及捕虏体；晶体有的是岩浆上升过程中早期结晶的产物，有的是被捕获岩石碎裂而成的捕虏晶，有的是岩浆来源地区难熔的残留物晶体（又称残晶）。岩浆与岩浆中的这些固态物质，都是研究岩浆活动、岩浆岩以及上地幔与地壳物质组成的主要资料。

学习任务1 了解岩浆的基本特征及岩浆作用与岩浆岩

一、岩浆的基本特征

（一）岩浆的成分

岩浆的成分主要是硅酸盐和一些挥发分。

(1) 硅酸盐：硅酸盐岩浆的化学成分千差万别，但主要由以下十余种元素按不同比例组成，它们是 O、Si、Al、Ca、Na、K、Fe、Mg、Mn、Ti、P 等。氧元素最多，因此，常以氧化物的形式表示，主要的氧化物为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 H_2O 等。其中以 SiO_2 含量最高，可以高达 40%~75%。不同成分的岩浆，其氧化物的含量也不同，但这些氧化物之间存在着一定的内在联系。一般来说，随着 SiO_2 含量的增高， K_2O 和 Na_2O 随之升高，相反 MgO 、 FeO (Fe_2O_3) 则随之降低，因此， SiO_2 含量成为岩浆酸度划分的主要依据。通常可根据 SiO_2 的含量，将岩浆划分为以下四种基本类别：①超基性岩浆 ($\text{SiO}_2 < 45\%$)；②基性岩浆 ($\text{SiO}_2 45\% \sim 53\%$)；③中性岩浆 ($\text{SiO}_2 53\% \sim 66\%$)；④酸性岩浆 ($\text{SiO}_2 > 66\%$)

(2) 挥发分：岩浆中含有大量挥发分，它们主要是 H_2O ，其次是 CO_2 、 CO 、 N_2 、 SO_2 、 SO_3 、 H_2S 、 HCl 、 HF 等。挥发分在岩浆中总量一般不超过 6%~10% (质量分数)，其中 H_2O 约占 2/3 以上，在岩浆喷发之前，处于地下深处高温高压条件下，挥发分溶解于岩浆中。挥发分的存在可以降低岩浆的黏度，降低矿物的熔点，延长岩浆的结晶时间，并结晶出含挥发分难熔矿物；更有意义的是，随着结晶作用的进行，残余岩浆越来越富含水，在一定条件下，挥发分便能携带成矿金属元素或其化合物，在适宜的地段形成气水-热液矿床。此外，火山的强烈爆发，也是由于挥发分的大量富集，突然释放造成的。

(二) 岩浆的温度

岩浆的温度，可以直接从现代火山喷出的熔岩流测定出来，也可用间接法估算。

(1) 观察现代熔岩流的温度：一般用遥测装置测定熔岩流的温度。火山熔岩的温度范围一般在 700~1300℃ 之间，玄武岩一般为 1000~1300℃，安山岩为 900~1000℃，流纹岩一般为 700~900℃，成分愈酸性，温度愈低。同一熔岩流，其不同部位温度也不同，总的趋势是在近岩流表层下部温度最低，向岩流内部温度升高，但岩流表面上的温度又急剧升高，究其原因，可能是由于熔岩流喷出地表后，气体析出，产生氧化、燃烧以及部分结晶放出潜能，多形转变放出反应热等所致。地表所测得的熔岩流温度不能代表在地壳深度或上地幔中形成的岩浆温度。近代物理化学实验表明，随着体系内水压的增加，花岗岩、玄武岩及其有关硅酸盐矿物开始熔融的温度将明显地下降，所以，地下深处正在结晶的岩浆，一般比喷出地表的岩浆（熔岩流）的温度要低，其温度仅代表岩浆的近似温度。

(2) 研究地质温度计：研究某些造岩矿物的形成温度和相变温度，可间接推测岩浆结晶时的温度，我们称为地质温度计。例如，在伟晶岩中发现有 α -石英和 β -石英，所以伟晶岩的形成温度为 575℃ 左右，火山岩中黑云母、角闪石皆见暗化现象，反映其形成温度应介于 840~1050℃。

(3) 熔化岩浆岩的方法：通过岩浆岩重熔和再结晶实验，也可得知其大致温度。如基拉韦厄玄武岩，在一个大气压下熔融后，开始结晶的温度为 1235~1160℃，完全结晶的温度是 1060℃。葛朗松的实验材料证明，花岗岩熔点为 $950 \pm 50^\circ\text{C}$ ，当压力为 $385 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时，花岗岩熔浆的流动性在 575℃ 时就非常显著，而在 700℃ 时则呈完全流动状态。有人认为岩浆结晶温度常不能高于 1170℃，许多情况下不超过 870℃。

(三) 岩浆的黏度

岩浆的重要性质之一是能够流动，具有流体的性质。岩浆的流动能力主要取决于自身

的黏度，黏度愈大，岩浆愈难流动。

岩浆的黏度与岩浆成分、温度、压力及挥发分含量等因素有关。在岩浆成分中对岩浆黏度影响最大的是 SiO_2 的含量， SiO_2 的含量愈高，岩浆的黏度越大。所以基性岩浆黏度较小，流速快，有时达 16km/h ，而酸性岩浆黏度大，流速慢，仅为几米/小时，甚至看不到流动。温度和压力也影响黏度，温度高，黏度低，温度低，黏度增大；压力大，黏度大，压力小，黏度小；挥发分也直接影响岩浆黏度，富含挥发分时，黏度降低。

二、岩浆作用与岩浆岩

（一）岩浆作用及岩浆岩

地下深处形成的岩浆，在挥发分及地应力的作用下，沿构造脆弱带上升到地壳上部或地表，岩浆在上升、运移过程中，由于物理化学条件的改变，又不断地改变自己的成分，最后凝固成岩石，这一复杂过程的总体，称为岩浆作用。由岩浆凝固而成的岩石称为岩浆岩。在岩浆冷却过程中由于失去大量挥发分，所以岩浆的成分与岩浆岩不完全相同。按岩浆侵入在地壳之中或喷出地表，可将岩浆作用分为侵入作用和喷出作用。侵入作用形成的岩石称侵入岩，喷出作用形成的岩石称喷出岩。

（1）侵入岩：是指岩浆在地表以下不同深度的部位冷凝而形成的一种岩石，由于冷却较慢，挥发分较多，所以侵入岩的矿物结晶颗粒一般较大，肉眼多能清楚地看出矿物结晶颗粒。侵入岩又可根据侵入岩形成的深度不同进一步分为深成岩和浅成岩：深成岩一般形成距地表 3km 以下，多呈大岩体产出；浅成岩形成深度小于 3km ，多呈小岩体出现。

（2）喷出岩：又称火山岩，是指岩浆沿构造裂隙上升，经火山通道喷出地表后冷凝堆积而成的岩石。从火山喷溢流出的熔浆冷却而成的岩石称熔岩；从火山爆发出来的各种碎屑物堆积而成的岩石称火山碎屑岩。喷出岩包括熔岩和火山碎屑岩两部分。但有些人称的喷出岩，仅指熔岩而言（本书采用的即为此），而火山碎屑岩多作为专门一类研究。

（二）岩浆岩的基本特征

岩浆岩有别于变质岩和沉积岩，其主要特征如下：

（1）岩浆岩大部分为块状的结晶岩石，部分为玻璃质岩石。

（2）岩浆岩中有一些特有的矿物、结构、构造，如霞石、白榴石等矿物和气孔构造和杏仁构造等。

（3）岩浆岩体和围岩间一般有明显的界线，呈各种各样的形态存在于地层中，有的平行，有的切穿围岩的层理或片理，多具淬火边。

（4）岩体中常含有围岩碎块（捕虏体），这些捕获的围岩碎块和围岩常遭受热变质作用。

（5）各地质时期形成的主要岩浆岩类，大部分都可找到与其化学成分近似的现代火山岩。

（6）岩浆岩中没有生物遗迹。

岩浆岩在地壳中以各种各样的形态占有一定的空间，它们是一定地质时期、地质结构发展到一定阶段的产物，因此，我们必须把岩浆岩当作地质体来研究，要注意岩浆岩体的

产状、时代、形成过程、演化规律以及与地壳构造运动、矿产的关系等。

学习任务2 掌握岩浆岩的物质组成

一、岩浆岩的化学成分

(一) 岩浆岩的主要造岩元素

根据地壳中元素丰度值的研究,地壳主要由元素 O、Si、Al、Fe、Ca、Mg、Na、K 组成,它们占地壳总质量的 98% 以上,称为主要造岩元素。岩浆岩的主要造岩元素也是这些元素,其中含量最多的是:O、Si、Al、Ca、Fe、Mg、Na、K、Ti,它们占岩浆岩总质量的 99.25% (表 1-1-1),占体积的 94.2%。

表 1-1-1 岩浆岩平均化学成分表

氧化物	$w_B/\%$	元素	$w_B/\%$
SiO ₂	59.12	O	46.59
TiO ₂	1.05	Si	27.72
Al ₂ O ₃	15.34	Al	8.13
Fe ₂ O ₃	3.08	Fe	5.01
FeO	3.80	Ca	3.63
MnO	0.12	Na	2.85
MgO	3.49	K	2.60
CaO	5.08	Mg	2.09
Na ₂ O	3.84	Ti	0.63
K ₂ O	3.13	P	0.15
H ₂ O ⁺	1.15	H	0.13
P ₂ O ₅	0.30	Mn	0.10
CO ₂	0.102	S	0.052
ZrO ₂	0.039	Ba	0.050
Cr ₂ O ₃	0.055	Cl	0.048
其他	0.304	Cr	0.037
		Zr	0.026
		其他	0.157
总和	100.000	总和	100.000

(据 F. W. Clark 和 H. S. Washington, 1924)

由表 1-1-1 看出, SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、FeO、MgO、CaO、K₂O、Na₂O 和 H₂O 九种氧化物最为主要,占岩浆岩平均化学成分 98% 左右。其中 SiO₂ 是岩浆岩的基本成分,据 SiO₂ 含量把岩浆岩分为超基性岩 (SiO₂ < 45%)、基性岩 (SiO₂ 45% ~ 53%)、中性岩 (SiO₂ 53% ~ 66%)、酸性岩 (SiO₂ 66% ~ 75%) 以及超酸性岩 (SiO₂ > 75%)。

在岩浆岩中,各种主要氧化物之间关系很密切,如图 1-1-1 所示,以 SiO₂ 含量为横坐标,做出相应的六种氧化物的变化曲线。可以看出,岩浆岩中各种氧化物随 SiO₂ 含量的增减呈有规律的变化:随着 SiO₂ 含量的增加,FeO 及 MgO 逐渐减少,也就是说,基