



高等学校教材

公路工程地质

(第三版)

窦明健 主编
陈洪凯 主审



人民交通出版社
China Communications Press

高等学校教材

Gonglu Gongcheng Dizhi

公路工程地质

(第三版)

赛明健 主编
陈洪凯 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本教材系统地阐述了工程地质的基础知识和基本原理,详细介绍了各类工程地质条件和问题以及工程地质分析评价方法。全书共分九章,内容涉及地质学基本知识和公路建设所需的工程地质专业知识。书中除对有关理论进行了必要的论述和介绍外,还着重对公路建设中的各类工程地质问题进行了详细地论述。

本教材适用于作为大专院校本科公路与城市道路、桥梁、隧道工程等交通土建专业教材,也可供其它相关专业师生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程地质 / 窦明健主编. —3版. —北京: 人民交通出版社, 2003.5

ISBN 7-114-04642-1

I. 公... II. 窦... III. 道路工程· 工程地质
IV. U412.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 022710 号

高等学校教材

公路工程地质

(第三版)

窦明健 主编

陈洪凯 主审

责任校对: 张莹 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 13.5 字数: 312 千

1980 年 7 月 第 1 版

1986 年 7 月 第 2 版

2003 年 4 月 第 3 版 第 1 次印刷 总第 25 次印刷

印数: 151251—158250 册 定价: 23.00 元

ISBN 7-114-04642-1

面向 21 世纪交通版

高等学校教材(公路与交通工程)编审委员会

主任委员:王秉纲(长安大学)

副主任委员:胡长顺(长安大学)

陈艾荣(同济大学)

王 炜(东南大学)

杜 颖(人民交通出版社)

委 员:周 伟(交通部交通科学研究院)

郑健龙(长沙交通学院)

张建仁(长沙交通学院)

刘小明(北京工业大学)

梁乃兴(重庆交通学院)

周志祥(重庆交通学院)

裴玉龙(哈尔滨工业大学)

黄 侨(哈尔滨工业大学)

钟 阳(哈尔滨工业大学)

黄晓明(东南大学)

叶见曙(东南大学)

赵明华(湖南大学)

郭忠印(同济大学)

杨晓光(同济大学)

王殿海(吉林大学)

徐 岳(长安大学)

符铎砂(华南理工大学)

秘 书 长:韩 敏(人民交通出版社)

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入 WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在 1998 年 7 月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养 21 世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套面向 21 世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000 年 6 月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的 12 所高校的专家学者组成面向 21 世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约 130 种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近 20 所高校的百余名教授承担约 130 种教材的主编工作。2001 年 6 月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

面向 21 世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才的需要。(2)注重学生基本素质、基本能

力的培养,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套面向21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

面向21世纪交通版
高等学校教材(公路类)编审委员会
人民交通出版社
2001年12月

第一版前言

本教材系以 1978 年 3 月交通部公路、桥隧、筑机专业教材编写大纲讨论会所确定的《公路工程地质》教材大纲为依据,并在吸取兄弟院校教学经验的基础上进行编写的。

本教材编写时,力求运用辩证唯物主义的观点,注意贯彻理论和实际相结合的原则,着重讲清工程地质的基本概念、原理和方法,紧密结合公路工程的主要地质问题取材。

本教材并用国际制与公制两种单位,但所列数据均以公制为准,国际制仅供参考。

本教材由西安公路学院李斌和左溪田主编。参加编写的还有重庆建筑工程学戴震明;河北工学院李宗惕;西安公路学院张尚文、周兰玉等。全书图件由西安公路学院王文锐描绘。编写分工如下:

概述、第一章、第二章由左溪田编写;第三章、第四章由张尚文编写;第五章、第六章由李宗惕编写;第七章由李斌、周兰玉编写;第八章由戴震明、李斌编写;第九章由戴震明编写;第十章由李斌编写。

本教材由北京工业大学黄玉田主审。全国有十一所有关高等学校参加了审稿会议,与会者对教材进行了认真的审阅,提出了许多宝贵的意见和建议。在此,一并致谢。

对本教材的缺点和错误,诚恳地希望读者提出宝贵意见。

第二版前言

本版教材是在1980年出版的高等学校试用教材《公路工程地质》的基础上,经过补充、修改而成。改编是以1982年高等院校路、桥专业教材编审委员会所确定的《公路工程地质》教材大纲为依据,同时注意吸取国内外同类教材的有益经验。

与1980年第一版教材相比,主要有如下变动:(1)体系上划分为三篇,注重加强基础知识;(2)增加地球演化、多年冻土两章;(3)对地下水一章作了较多补充;(4)对岩石、地质构造、地震、外力作用、泥石流、岩溶各章作了部分修改、补充。其余六章均沿用第一版内容,基本未动,仅个别地方作了文字上的修改。

编者在教材编委会所定编写大纲以外,增加地球演化一章,是基于更新内容、拓宽知识面的考虑,各院校可根据具体情况确定是否讲授。

和第一版一样,在编写过程中,力求运用辩证唯物主义的观点,注意贯彻理论和实际相结合的原则,着重讲清工程地质的基本概念、原理和方法,取材紧密结合公路工程的主要地质问题。

本版教材由西安公路学院李斌主编,哈尔滨建筑工程学院杨可铭主审。书中所用新图,均由西安公路学院钟孝顺描绘。

对本版教材存在的缺点和错误,诚恳地希望读者提出宝贵意见。

第三版前言

本版教材以1986年版高等学校教材《公路工程地质》(第二版)为基础,经过调整、补充和删减改编而成。改编是以2001年面向21世纪交通版高等学校教材编审委员会(公路类)所审定的教材编写大纲为依据,同时注意吸取国内外同类教材的有益经验。

公路工程是线形建筑物,要穿越不同的地质、地貌单元,与地质环境关系极为密切,易受地质条件的制约。随着国家加快交通运输基础设施建设步伐,特别是西部大开发战略的实施,公路建设进入高速发展时期,山区、不良地质条件地区的高等级公路建设规模日益加大,建设和养护中的工程地质问题迅速增加。同时,公路工程地质方面的新理论和新技术也不断出现。为适应建设形势的发展和培养新型专业人员的需要,必须对教材进行相应的调整、充实和更新。

与1986年第二版教材相比,第三版教材在内容和结构上作了以下重要的调整:

- (1)将“篇、章、节”结构层次改为常用的“章、节”层次,并将原来的十五章压缩为九章;
- (2)受课时限制,取消了“地球演化”一章;
- (3)新增了“公路工程地质问题”一章,对路基、桥梁、隧道等常见的工程地质问题进行了分析、阐述;
- (4)在“地质构造”一章中增加了“活断层”一节,并将原“地震”一章压缩为地质构造中的一节;
- (5)在“地貌”一章中增加了“第四纪松散沉积物”和“特殊土”两节;
- (6)在“岩体稳定性分析”一章中增加了“岩质边坡稳定性分析”一节;
- (7)受课时限制,取消了“地下水”一章中的“地下水的运动规律和涌水量计算”一节,在地下水类型中增加了岩溶水的内容。

教材其它部分基本沿用了第二版的框架,但在内容和文字上作了一些调整,以与公路工程实践紧密结合。

与第一版、第二版一样,编者在编写中强调地质与工程的结合、理论与实践的结合,在注意学科系统性的同时,还力求反映工程地质理论和实践的发展,关注公路工程地质的发展方向。

第三版教材由长安大学窦明健主编,重庆交通学院陈洪凯主审。

具体编写情况:窦明健编写绪论、第五章、第七章和第八章;长安大学李治平编写第一章、第二章和第四章;长安大学梁杰编写第三章、第六章和第九章。全书由窦明健统稿。

本版教材在编写过程中,得到了多方的帮助和支持,有关学校提出了许多宝贵的编写意见,在此谨表感谢。存在的不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编者
2002年11月

目 录

第一章 岩石	1
第一节 造岩矿物	1
第二节 岩浆岩	5
第三节 沉积岩	8
第四节 变质岩	12
第五节 岩石的工程地质性质	14
第二章 地质构造	22
第一节 地质年代	22
第二节 地质构造	26
第三节 阅读地质图	35
第四节 活断层	42
第五节 地震	45
第三章 风化与地表流水的地质作用	56
第一节 风化作用	56
第二节 暂时性流水的地质作用	63
第三节 河流地质作用	66
第四章 地貌与第四纪松散沉积物	73
第一节 地貌	73
第二节 第四纪松散沉积物	81
第三节 特殊土及其工程地质性质	83
第五章 地下水的地质作用	99
第一节 地下水的物理性质和化学成分	99
第二节 地下水的类型	103
第六章 岩体结构与稳定性分析	111
第一节 岩体的结构特性	111
第二节 岩体稳定性分析	119
第三节 岩质边坡稳定性分析	124
第七章 常见的不良地质现象	135
第一节 崩塌	135
第二节 滑坡	137
第三节 泥石流	145
第四节 岩溶	149
第八章 公路工程地质问题	157
第一节 路基工程地质问题	157
第二节 桥梁工程地质问题	163

第三节 隧道工程地质问题	167
第九章 公路工程地质勘探	176
第一节 公路工程地质勘察的阶段划分与内容	176
第二节 公路工程地质勘察的主要方法	178
参考文献	194

第一章 岩 石

在地质作用下产生的,由一种或多种矿物以一定的规律组成的自然集合体,称为岩石。主要由一种矿物组成的岩石,称为单矿岩,如石灰岩就是由方解石组成的单矿岩;由两种或两种以上的矿物组成的岩石,称为复矿岩,如花岗岩主要是由正长石、石英和云母等矿物组成的复矿岩。根据矿物组成,可对岩石大致进行分类。矿物的成分、性质及其在各种因素影响下的变化,都会对岩石的强度和稳定性发生影响。

自然界有各种各样的岩石,按成因,可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。由于岩石是由矿物组成的,所以,要认识岩石,分析岩石在各种自然条件下的变化,进而对岩石的工程地质进行评价,就必须先从矿物讲起。

第一节 造岩矿物

一、矿物的概念

地壳和地球内部的化学元素,除极少数呈单质存在者外,绝大多数都是以化合物的形式存在。这些具有一定化学成分和物理性质的自然元素和化合物,称为矿物。矿物是组成岩石的具有稳定物理性质和化学成分的基本单元。其中在岩石中常见矿物,称为造岩矿物,如常见的石英(SiO_2)、正长石(KAlSi_3O_8)、方解石(CaCO_3)等。

造岩矿物绝大部分是结晶质。结晶质的基本特点是组成矿物的元素质点(离子、原子或分子)在矿物内部按一定的规律排列,形成稳定的结晶格子构造(图 1-1),在生长过程中如条件适宜,能生成具有一定几何外形的晶体(图 1-2),如食盐的正立方晶体,石英的六方双锥晶体等。矿物的外形特征和许多物理性质,都是矿物的化学成分和内部构造的反映。

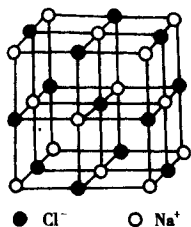


图 1-1 食盐晶格构造

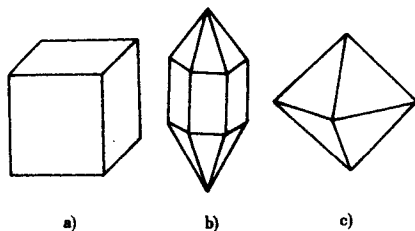


图 1-2 矿物晶体

a) 食盐晶体; b) 石英晶体; c) 金刚石晶体

自然界的矿物,都是在一定的地质环境中形成的,随后因经受各种地质作用而不断地发生变化。每一种矿物只是在一定的物理和化学条件下才是相对稳定的,当外界条件改变到一定程度后,矿物原来的成分、内部构造和性质就会发生变化,形成新的次生矿物。

矿物不但是岩石稳定的基本组成单元,而且是研究岩石生成环境和演变历史的一把重要的钥匙。

二、矿物的物理性质

矿物的物理性质,决定于矿物的化学成分和内部构造。由于不同矿物的化学成分或内部构造不同,因而反映出不同的物理性质。所以,矿物的物理性质是鉴别矿物的重要依据。准确鉴定矿物需要借助各种仪器和化学分析,但对于一般常见矿物用简易鉴定或称肉眼鉴定方法即可进行初步鉴定。简易鉴定所依据的是矿物的一般物理性质。

矿物的物理性质是多种多样的。为便于用肉眼鉴别常见的造岩矿物,这里主要介绍矿物的颜色、光泽、硬度、解理和断口等一般物理性质。

(一)颜色

矿物的颜色,是矿物对可见光波的吸收作用产生的。按成色原因,有自色、他色和假色之分。

1. 自色 是矿物固有的颜色,颜色比较固定。一般来说,含铁、锰多的矿物,如黑云母、普通角闪石、普通辉石等,颜色较深,多呈灰绿、褐绿、黑绿以至黑色;含硅、铝、钙等成分多的矿物,如石英、长石、方解石等,颜色较浅,多呈白、灰白、淡红、淡黄等各种浅色。

2. 他色 是矿物混入了某些杂质所引起的,与矿物的本身性质无关。他色不固定,随杂质的不同而异。如纯净的石英晶体是无色透明的,混入杂质就呈紫色、玫瑰色、烟色。由于他色不固定,对鉴定矿物没有很大意义。

3. 假色 是由于矿物内部的裂隙或表面的氧化薄膜对光的折射、散射所引起的,如方解石解理面上常出现的虹彩,斑铜矿表面常出现斑驳的蓝色和紫色。

(二)光泽

矿物表面呈现的光亮程度,称为光泽。矿物的光泽是矿物表面的反射率的表现,按其强弱程度,分金属光泽、半金属光泽和非金属光泽。造岩矿物绝大部分属于非金属光泽。由于矿物表面的性质或矿物集合体的集合方式不同,又会反映出各种不同特征的光泽。

1. 玻璃光泽:反光如镜,如长石、方解石解理面上呈现的光泽。

2. 珍珠光泽:光线在解理面间发生多次折射和内反射,在解理面上所呈现的像珍珠一样的光泽,如云母等。

3. 丝绢光泽:纤维状或细鳞片状矿物,由于光的反射互相干扰,形成丝绢般的光泽,如纤维石膏和绢云母等。

4. 油脂光泽:矿物表面不平,致使光线散射,如石英断口上呈现的光泽。

5. 蜡状光泽:像石蜡表面呈现的光泽,如蛇纹石、滑石等致密块体矿物表面的光泽。

6. 土状光泽:矿物表面暗淡如土,如高岭石等矿物表面所呈现的光泽。

(三)硬度

矿物抵抗外力刻划、研磨的能力,称为硬度。由于矿物的化学成分或内部构造不同,所以不同的矿物常具有不同的硬度。硬度是矿物的一个重要鉴定特征。在鉴别矿物的硬度时,通常是用两种矿物对刻的方法来确定矿物的相对硬度。硬度对比的标准,从软到硬依次由下列10种矿物组成,称为摩氏硬度。可以看出,摩氏硬度只反映矿物相对硬度的顺序,它并不是矿物绝对硬度的等级。

- | | | | | |
|-------|------|-------|------|--------|
| 1 滑石 | 2 石膏 | 3 方解石 | 4 萤石 | 5 磷灰石 |
| 6 正长石 | 7 石英 | 8 黄玉 | 9 刚玉 | 10 金刚石 |

矿物硬度的确定,是根据两种矿物对刻时互相是否刻伤的情况而定。如将需要鉴定的矿

物与标准硬度矿物中的磷灰石对刻,结果被磷灰石所刻伤而自己又能刻伤萤石,说明它的硬度大于萤石而小于磷灰石,在4~5之间,即可定为4.5。常见的造岩矿物的硬度,大部分在2~6.5左右,大于6.5的只有石英、橄榄石、石榴子石等少数几种。野外工作中,常用指甲(2~2.5)、铁刀刀(3~3.5)、玻璃(5.5~6)、钢刀刀(6~6.5)鉴别矿物的硬度。

矿物的硬度,对岩石的强度有明显影响。风化、裂隙、杂质等会影响矿物的硬度。所以,在鉴别矿物的硬度时,要注意在矿物的新鲜晶面或解理面上进行。

(四)解理、断口

矿物受打击后,能沿一定方向裂开成光滑平面的性质,称为解理。裂开的光滑平面称为解理面。不具方向性的不规则破裂面,称为断口。

不同的晶质矿物,由于其内部构造不同,在受力作用后开裂的难易程度、解理数目以及解理面的完全程度也有差别。根据解理出现方向的数目,有一个方向的解理,如云母等;有两个方向的解理,如长石等;有三个方向的解理,如方解石等。根据解理的完全程度,可将解理分为以下几种:

1. 极完全解理:极易裂开成薄片,解理面大而完整,平滑光亮,如云母。
2. 完全解理:常沿解理方向开裂成小块,解理面平整光亮,如方解石。
3. 中等解理:既有解理面,又有断口,如正长石。
4. 不完全解理:常出现断口,解理面很难出现,如磷灰石。

矿物解理的完全程度和断口是互相消长的,解理完全时则不显断口。反之,解理不完全或无解理时,则断口显著。如不具解理的石英,则只呈现贝壳状断口。

解理是造岩矿物的另一个鉴定特征。矿物解理的发育程度,对岩石的力学强度会产生不同的影响。

此外,如滑石的油腻感,方解石遇盐酸起泡等,都可作为鉴别该种矿物的特征。

三、常见的造岩矿物

常见的造岩矿物及其物理性质,见表1-1。

常见造岩矿物物理性质简表

表 1-1

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定特征
		颜 色	光 泽	硬 度	解理、断口	
石英 SiO_2	六棱柱状或双锥状、粒状、块状	无色、乳白或其它色	玻璃光泽、断口为油脂光泽	7	无解理,贝壳状断口	形状,硬度,油脂光泽
正长石 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	短柱状、板状、粒状	肉色、浅玫瑰或近于白色	玻璃光泽	6	二向完全解理,近于正交	颜色,解理,硬度
斜长石 $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8][\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]]$	长柱状、板条状	白色或灰白色	玻璃光泽	6	二向完全解理,斜交	颜色,解理,硬度
白云母 $\text{KAl}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	板状、片状	无色、灰白至浅灰色	玻璃或珍珠光泽	2~3	一向极完全解理	解理,薄片有弹性
黑云母 $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	板状、片状	深褐、黑绿至黑色	玻璃或珍珠光泽	2.5~3	一向极完全解理	解理,颜色,薄片有弹性

续上表

矿物名称及化学成分	形 状	物 理 性 质				主要鉴定特征
		颜 色	光 泽	硬 度	解理、断口	
角闪石 (Ca, Na)(Mg, Fe) ₄ (Al, Fe) [(Si, Al) ₄ O ₁₁] ₂ [OH] ₂	长柱状、纤维状	深绿至黑色	玻璃光泽	5.5~6	二向完全解理, 交角近 56°	形状, 颜色
辉 石 (Na, Ca)(Mg, Fe, Al) [(Si, Al) ₂ O ₆]	短柱状、粒状	褐黑、棕黑至深黑色	玻璃光泽	5~6	二向完全解理, 交角近 90°	形状, 颜色
橄榄石 (Fe, Mg) ₂ [(SiO ₄)]	粒状	橄榄绿、淡黄绿色	油脂或玻璃光泽	6.5~7	通常无解理, 贝壳状断口	颜色, 形状, 硬度
方解石 CaCO ₃	菱面体、块状、粒状	白、灰白或其它色	玻璃光泽	3	三向完全解理	解理, 硬度, 遇盐酸强烈起泡
白云石 CaMg[CO ₃] ₂	菱面体、块状、粒状	灰白、淡红或淡黄色	玻璃光泽	3.5~4	三向完全解理, 晶面常弯曲呈鞍状	解理, 硬度, 晶面弯曲, 遇盐酸起泡微弱
石 膏 CaSO ₄ ·2H ₂ O	板状、条状、纤维状	无色、白色或灰白色	玻璃或丝绸光泽	2	一向完全解理	硬度, 解理, 薄片无弹性和挠性
高岭石 Al ₄ [Si ₄ O ₁₀][OH] ₈	细粒状	白、灰白或其它色	土状光泽			形状, 光泽
滑 石 Mg ₃ [Si ₄ O ₁₀][OH] ₂	片状、块状	白、淡黄、淡绿或浅灰色	蜡状或珍珠光泽	1	一向完全解理	颜色, 硬度, 触摸有滑腻感
绿泥石 (Mg, Fe) ₃ Al(AlSi ₃ O ₁₀)[OH] ₈	片状、土状、鳞片状	深绿色	珍珠光泽	2~2.5	一向完全解理	颜色, 薄片无弹性有挠性
蛇纹石 Mg ₆ [Si ₄ O ₁₀][OH] ₈	块状、片状、纤维状	淡黄绿、淡绿或淡黄色	蜡状或丝绸光泽	3~3.5	无解理, 贝壳状断口	颜色, 光泽
石榴子石 (Mg, Fe, Mn, Ca) ₃ (Al, Fe, Cr) ₂ [SiO ₄] ₃	菱形十二面体、二十四面体、粒状	棕、棕红或黑红色	玻璃光泽	6.5~7.5	无解理, 不规则断口	形状, 颜色, 硬度
黄铁矿 FeS ₂	立方体、粒状	浅黄铜色	金属光泽	6~6.5	贝壳状或不规则断口	形状, 颜色, 光泽

第二节 岩 浆 岩

岩浆岩是由岩浆冷凝形成的岩石。岩浆存在于地壳的深处,是处于高温、高压下的硅酸盐熔融体,它的主要成分是硅酸盐,还有其它元素、化合物以及溶解的气体(H_2O 、 CO_2 等)。

岩浆经常处于活动状态中,当地壳发生变动或受到其它内力作用时,承受巨大压力的岩浆,就会沿着构造薄弱带上升,侵入地壳或喷出地面。岩浆在上升过程中,压力减小,热量散失,经复杂的物理化学过程,最后冷却凝结,就形成了岩浆岩。

岩浆上升侵入围岩,在地壳深处结晶形成的岩石,称为深成岩,在地面以下较浅处形成的岩石,称为浅成岩,两者统称为侵入岩。由喷出地面的熔岩凝固形成的岩石,称为喷出岩。侵入岩和喷出岩,由于生成时的物理环境不同,因而具有不同的结构和构造。

岩浆侵入体和喷出体的产出状态,如图 1-3 所示。

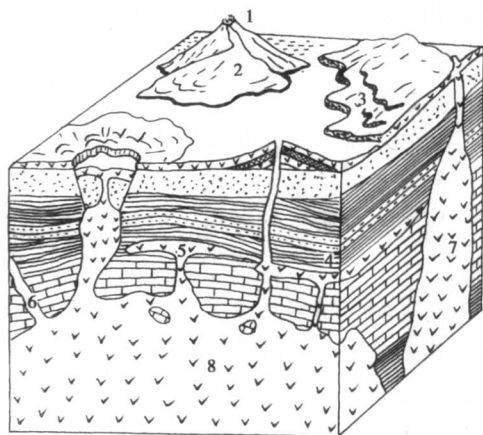


图 1-3 岩浆侵入体和喷出体示意图

1-火山锥;2-熔岩流;3-岩被;4-岩床;5-岩盘;6-岩墙;7-岩株;8-岩基

一、岩浆岩的矿物成分

组成岩浆岩的矿物,根据颜色,可分为浅色矿物和深色矿物两类:

1. 浅色矿物:有石英、正长石、斜长石及白云母等。

2. 深色矿物:有黑云母、角闪石、辉石及橄榄石等。

岩浆岩的矿物成分,是岩浆化学成分的反映。岩浆的化学成分相当复杂,但含量高、对岩石的矿物成分、岩石的类型和颜色等影响最大的是 SiO_2 。根据 SiO_2 的含量,岩浆岩可分为下面几类:

1. 酸性岩类(SiO_2 含量 $> 65\%$)

矿物成分以石英、正长石为主,并含有少量的黑云母和角闪石。岩石的颜色浅,密度小。

2. 中性岩类(SiO_2 含量 $65\% \sim 52\%$)

矿物成分以正长石、斜长石、角闪石为主。岩石的颜色比较深,密度比较大。

3. 基性岩类(SiO_2 含量 $52\% \sim 45\%$)

矿物成分以斜长石、辉石为主。岩石的颜色深,密度也比较大。

4. 超基性岩类($SiO_2 < 45\%$)

矿物成分以橄榄石、辉石为主,一般不含硅铝矿物。岩石的颜色很深,密度很大。

二、岩浆岩的结构和构造

(一) 结构

岩浆岩的结构,是指组成岩石的矿物的结晶程度、晶粒大小、晶体形状及其相互结合的情况。岩浆岩的结构特征,是岩浆成分和岩浆冷凝时物理环境的综合反映。

按岩石中矿物的结晶程度可分为:

1. 全晶质结构

岩石全部由结晶的矿物组成。这种结构是岩浆在温度缓慢降低的情况下形成的,通常是侵入岩特有的结构。

2. 半晶质结构

岩石由结晶的矿物和非晶质矿物组成。这种结构主要为浅成岩具有的结构,有时在喷出岩中也能见到。

3. 非晶质结构

岩石全部由非晶质矿物组成,又称玻璃质结构。这种结构是岩浆喷出地表迅速冷凝来不及结晶的情况下形成的,为喷出岩特有的结构。

按岩石中矿物的晶粒大小可分为:

1. 显晶质结构

岩石全部由结晶较大的矿物组成,用肉眼或放大镜即可辨认。

2. 隐晶质结构

岩石全部由结晶微小的矿物组成,用肉眼和放大镜均看不见晶粒,只有在显微镜下可识别。

3. 玻璃质结构

岩石全部为非晶质所组成,均匀致密。

按岩石中矿物晶粒的相对大小可分为:

1. 等粒结构

岩石中的矿物全部是显晶质粒状,同种主要矿物结晶颗粒大小大致相等。等粒结构是深成岩特有的结构。按矿物结晶颗粒大小可进一步划分为:

粗粒结构 矿物结晶颗粒平均直径大于 5mm;

中粒结构 矿物结晶颗粒 5 ~ 1mm;

细粒结构 矿物结晶颗粒小于 1mm。

2. 不等粒结构

岩石中同种主要矿物结晶颗粒大小不等,相差悬殊。其中晶形完好、颗粒粗大的称为斑晶,小的称为石基。按其颗粒相对大小又可分为:

斑状结构 石基为隐晶质或玻璃质。此种结构是浅成岩或喷出岩的重要特征。

似斑状结构 石基为显晶质。此种结构多见于深成岩体的边缘或浅成岩中。

(二) 构造

岩浆岩的构造,是指矿物在岩石中排列和充填方式所反映出来的外貌特征。岩浆岩的构造特征,主要决定于岩浆冷凝时的环境。常见的岩浆岩构造有:

1. 块状构造

矿物在岩石中分布比较均匀,无一定的排列方向。这种构造是花岗岩、闪长岩、辉长岩等侵入岩所具有的构造。

2. 流纹状构造

岩石中不同颜色的条纹、拉长了的气孔以及长条形矿物沿一定方向排列所形成的流动状构造。这种构造是流纹岩所具有的构造,反映岩浆喷出后的流动状态。

3. 气孔状构造

岩浆凝固时,挥发性的气体未能及时逸出,以致在岩石中留下许多圆形、椭圆形或长管形