

215997

中等专业学校教材试用本

# 地质学与地质勘探工程

(财务会计、计划统计专业用)

宣化地质学校编

仅限学校内部使用



中国工业出版社

中等专业学校教材试用本



# 地质学与地质勘探工程

(财务会计、计划统计专业用) 改

宣化地质学校编

中国工业出版社

本书是根据1961年3月地质部召开的“编写专业课教科书会议”的决议精神，进一步修订了中等地质学校财务会计、计划统计专业，所设“地质学与地质勘探工程”课程的教学大纲要求编写而成的。

全书内容共分二篇十九章。第一篇为地质学部分，包括七章，主要内容介绍：地球的构造及地质年代；地壳的物质组成；各种地质作用；矿床的形成；地质工作的基本方法及矿床的普查和勘探等基本理论知识和工作方法概述。第二篇为地质勘探工程部分，包括十二章，主要内容介绍钻探工程及坑探工程的基本知识、生产过程及施工方法，以及有关的工作组织及经济技术资料等。

本书可供中等地质学校财务会计、计划统计专业学生的试用教材，同时可供地质部门从事财经管理工作干部学习地质科学知识参考之用。

**地质学与地质勘探工程**  
(财务会计、计划统计专业用)  
宣化地质学校编

\*

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）

（北京市书刊出版事业许可证出字第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·各地新华书店经销

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张11·插页1字数260,000

1963年7月北京第一版·1963年7月北京第一次印刷

印数0001—570·定价（9--4）1.20元

\*

统一书号：K15165·1622（地质-163）

# 目 录

## 第一篇 地 质 学

第一章 緒論..... 1	§ 1. 地质作用的概念..... 13
§ 1. 地质学研究的对象任务及其分科..... 1	§ 2. 外力作用..... 14
§ 2. 地质学和地质勘探工程在国民經济中的作用..... 2	§ 3. 内力作用..... 15
§ 3. 地质經济管理工作学习地质学和地质勘探工程的目的..... 2	第五章 矿床的形成..... 19
第二章 地球的构造和地球的地質年代..... 3	§ 1. 矿床的概念和矿体形状..... 19
§ 1. 地球的形状..... 3	§ 2. 矿床的形成及其类型..... 20
§ 2. 地球的构造和物理性质..... 3	第六章 地質工作的基本方法..... 24
§ 3. 地球的地质年代..... 4	§ 1. 概述..... 24
第三章 地壳的物质組成..... 6	§ 2. 野外工作前的准备工作..... 24
§ 1. 地壳的化学成分..... 6	§ 3. 野外工作的基本方法..... 25
§ 2. 矿物..... 6	§ 4. 編写报告..... 28
§ 3. 岩石..... 9	第七章 矿床的普查和勘探..... 29
第四章 地質作用..... 13	§ 1. 概述..... 29
	§ 2. 普查和勘探方法..... 30
	§ 3. 取样、样品的加工和化驗..... 35
	§ 4. 矿产的儲量計算..... 36

## 第二篇 地质勘探工程

### (钻探部分)

第一章 钻探概述..... 40	§ 2. 岩心钻探用的工具..... 70
§ 1. 钻探发展簡史..... 40	§ 3. 岩心钻机..... 78
§ 2. 钻探工作的概念..... 41	§ 4. 岩心钻探用的水泵..... 84
§ 3. 钻进方法的分类..... 42	§ 5. 岩心钻探用的发动机..... 84
§ 4. 岩石性质与钻探的关系..... 43	§ 6. 钻塔..... 86
第二章 手搖钻探..... 46	§ 7. 清洗钻孔..... 89
§ 1. 几种簡易手搖钻探..... 47	§ 8. 岩心钻进方法..... 93
§ 2. 手搖(人力)冲击、迴轉钻探..... 48	§ 9. 岩心的采取..... 97
§ 3. 爰拜尔钻探..... 61	§ 10. 保全孔壁..... 98
§ 4. 手搖钻探的工作組織及生产定額..... 62	§ 11. 岩心钻探事故的預防与处理..... 98
第三章 鋼繩机械冲击钻探..... 64	第五章 钻探特种工作..... 99
§ 1. 概述..... 64	§ 1. 钻孔弯曲..... 99
§ 2. 钻机..... 65	§ 2. 钻孔爆破..... 102
§ 3. 钻进工具..... 65	§ 3. 钻孔止水..... 103
§ 4. 处理事故用的打捞工具..... 67	§ 4. 封孔..... 105
第四章 机械岩心钻探..... 69	第六章 钻探工作組織..... 105
§ 1. 概述..... 69	§ 1. 概述..... 105

§ 2. 钻探工作的设计.....	106	§ 2. 钻探生产管理制度.....	109
§ 3. 钻探设备的准备.....	107	§ 3. 钻探工作几种主要技术经济	
§ 4. 提高钻进效率的措施.....	108	资料.....	113
第七章 钻探的生产管理工作.....	109	§ 4. 钻探工作的保安与防火.....	117
§ 1. 岩心钻探的生产过程和工序.....	109	§ 5. 钻探发展途径.....	118
		(坑探工程部分)	
第八章 坑探工程概述.....	121	§ 7. 排水与照明.....	157
§ 1. 坑探工程的概念.....	121	第十章 槽探和井探.....	160
§ 2. 坑探工程发展简史.....	121	§ 1. 概述.....	160
§ 3. 坑道的基本概念.....	122	§ 2. 探槽的挖掘.....	160
§ 4. 坑道的种类.....	123	§ 3. 浅探井的挖掘.....	163
§ 5. 坑探工程的岩石分类.....	124	第十一章 硌探.....	166
第九章 坑道掘进程序及基本内容.....	129	§ 1. 水平与倾斜坑道的掘进.....	166
§ 1. 凿岩.....	129	§ 2. 竖井的掘进.....	169
§ 2. 爆破.....	141	第十二章 压缩空气机.....	170
§ 3. 通风.....	148	§ 1. 概述.....	170
§ 4. 装岩.....	151	§ 2. 往复式压气机的分类及主要组成	
§ 5. 运输与提升.....	152	部分.....	170
§ 6. 支护.....	154	参考书目.....	172

# 第一篇 地质学

## 第一章 緒 論

### §1 地質学研究的对象任务及其分科

**地质学**：是研究地球和地壳发展历史；研究地球的构造、成分和性质；研究地壳中矿物、岩石、矿产的形成和分布规律；研究地质历史中地表自然地理环境的变迁和生物在地球上的生活历史的一門綜合性科学。

由于生活需要，人类所要解决的大部分实际问题，主要和地球最外部——地壳有关。同时由于目前的技术科学水平和自然条件的限制，人类目前所掌握的地质资料又在地壳的上部10—20公里的深度范围内，通常是通过暴露在地表及矿井和钻孔中的岩石所获得的。因此地质学主要的研究对象是地壳。

地质学是一門富有趣味的科学，它告訴我們許多自然历史，教导我們用銳利的眼力观察四周的自然界，了解它的变化。具备了地质学的知識，尤其具备了关于地壳发展历史和生物发展历史的科学知識，即关于自然界是物质的、它是不断发展和变化的知識，有助于我們建立和捍卫辯証唯物主义世界观，清除唯心主义和宗教偏見的影响。研究地质学是帮助人們向自然界索取資源和掌握地质规律，用来发展社会主义經濟，提高人民物质文化生活，为主要目的。

由于地质学的任务繁多，随着科学的发展，地质学分成許多相互关联的学科。这些学科的第一部分是研究地球特别是地壳的組成和現狀，通常称为靜力地质学；第二部分是研究地质作用——动力地质学；第三部分是研究地球地壳的历史——历史地质学；第四部分是研究地质学的实用部分——实用地质学。当前地质学主要包括以下几个学科：

**矿物学** 研究矿物的化学成分、内部构造、形态、性质、成因产状和用途，以及其相互关系的科学。

**結晶学** 研究晶体的发生、成长、外部形态、内部构造、物理性质和其相互关系。它是界于矿物学、物理学与化学間的一門科学。

**岩石学** 研究岩石的成分、产状、成因、分布规律及其在時間上的演化规律。

**矿床学** 研究各种矿产成分、分布及其形成的地质条件和成因的规律。

**构造地质学** 研究地壳里各种岩石矿物各式各样的变形現象，推究它們的生成原因和彼此間的相互关系的科学。

**古生物学** 研究古代生物形状分类，分布、演化规律及其与生存环境的相互制約的科学。

**地层学** 研究岩石的沉积次序和地层的地质时代。

**地史学** 研究地球和地壳的历史，即研究地球上古气候、古地理、地壳运动和生物演变的历史。

**水文地质学** 研究地下水成分、性质、运动、成因、历史、儲量和利用問題。水文地

质学的資料对給水、灌溉、工程建設等有很大意义。

**工程地质学** 研究各种建筑（厂房、道路、堤坝、水庫等）的地质資料。研究工程区的岩石、地质构造和地质作用，确定这些地质資料、对该建筑物可能产生的影响。

**地质制图学** 研究进行地质测量和測制各种地质图的方法，以便了解地壳构造、矿产分布和工程地质条件等。

上述各学科是未包括全部地质学的内容，因为現代地质学是一系列学科的复杂的总体，它与許多自然科学、国民經济有着密切而广泛的联系。也正因为如此，它在社会主义建設中占有非常重要的地位。

## § 2 地質学和地質勘探工程在国民經济中的作用

地质学的誕生不过約 200 年，它純粹是从采矿工程的实践里生长出来的，反过来说，地质学的理論又指导着采矿工程的实践。地质学与其他自然科学一样与实际生活有着密切的关系。人类生活几乎沒有任何一方面与地质学无关。矿产的寻找与勘探要求具备当地地质构造知識，特别是地层、岩石、构造地质及地质制图的知識，具备矿床、找矿勘探及地质勘探工程的知識。这样才能为国家工业建設提供出所需要的大量矿产資源和各种各样的金属和非金属原料。要使埋藏在地下的丰富的地下水資源灌溉富饒的土地，供給人民生活与工业建設量多质好的水源，就需要水文地质及地下水勘探的知識。

在各种工程建設上，地质工作也起着重要作用。要兴筑水坝、水电站、修建铁路公路、开凿隧道、建筑厂房等，也需要具备地质构造及工程地质的知識，根据地质构造及岩石性质来选定建筑的位置。經久耐用的厂房，需要穩固的基底与良好的建筑石料，基底与石料的选择也是地质工作者研究的对象。地质学还具有重要的国防意义，要修建各式的地下避弹所、飞机庫、軍械庫、油庫等，也都必須具备地质构造和工程地质的知識。

总之，由上所述，我們可以看出，地质学在国民經济上具有多么重大意义。我国当前正在进行着大規模的社会主义建設，地质工作必須走在工业建設的前面，为祖国寻找和勘探出大量的煤、石油、鉄和各种有色金属、稀有金属以及其它的地下資源。因此解放后党和人民政府給予地质事业的发展以极大的关怀，地质事业获得了极大的成就。例如在矿产儲量的勘探上其中許多重要矿产儲量都已跃居世界前列，如煤、鉄、銅等，其它如錳、鎂、鋁、鉛、鋅、硫、磷等矿产也都探出它們的极为丰富的地下埋藏量。对石油和稀有金属方面发现了很多矿产地。根据世界各国已經公布資料，象我国这样各种資源都很丰富的国家是少有的。地质工作的大規模开展也大大的促进了我国地质科学研究工作的开展和大量技术干部的培养，目前我国各省都設有地质研究机构，对当前存在各种复杂的地质問題应用各种先进的科学方法从事研究；每年各地质院校为国家培养出成千上万的地质技术干部給地质战綫上培育了大量的生力軍，現在我国地质战綫上已拥有几十万人的劳动大軍，分布在祖国各地进行着辛勤的劳动，地质工作基本上适应了我国国民經济发展的需要。毫无疑问我們地质事业将随着我国社会主义建設和整个国民經济的发展，更将取得輝煌的成就。

## § 3 地質經济管理工作学习地質学和地質勘探工程的目的

地质經济管理工作是地质工作的一个組成部分，同时地质勘探的基本原則是要花費最

少的时间和資金收到最大的地质成果，也就是要多快好省地进行地质工作。因此加强地质部門的生产管理，实行經濟核算，也是一个很关键性的問題。实行經濟核算也就是說，要挖掘潛力，消灭事故，防止浪費現象，改善劳动組織，提高生产效率，降低生产成本等，以保證地质勘探工作按計劃的完成和超額完成。

为了达到上述目的，显然单有經濟理論和管理生产的业务知識是不够的，还必须具备地质学与地质勘探工程的基本科学知識。同时要作好地质經濟管理工作就要熟悉生产过程和方法，掌握生产規律，而經濟工作的分析又可以促进生产工作的发展。从这里充分的体现了地质学及地质勘探工程在經濟管理方面的重要作用，也就是我們要学习本課程的目的。

## 第二章 地球的构造和地球的地質年代

### § 1 地球的形狀

地球是一个行星，与其他八个行星（水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星）一起构成太阳系，圍繞着中心——太阳由西向东均衡地旋轉。

对于地球形狀的認識，我国古代人們就有“天圓地方”的傳說，世界其它民族也都有这种类似的說法。后来科学发达起来，很多科学家推断出，地球是以气体或液体状态由太阳中分出来的，在旋轉的影响下它形成球形，并且測出了它的半径和面积。当然地球的外形并不是絕對的圓球形，因为地球表面不是完全平的，而是有高山深海，它仅和椭球的形状相近而已。地球的赤道直径为12,755公里，两极直径为12,712公里，比赤道直径短43公里，这种精确数值測量証明，地球乃为一近椭球体的形状。地球的总面积为51,000万平方公里，体积是10,830亿立方公里。

### § 2 地球的构造和物理性質

#### 一、地球的构造

地球內部的物质构造的研究，是一項比較困难的工作。历来有許多学者根据种种方法加以研究，总起来可分为地球化学和地球物理两方面的研究結果，大致知道地球內部由地心到地表可分为三层：

(一) 鉄鎳核心：半径为3456公里，平均密度为9.6，所含物质以鉄鎳为主。

(二) 中間层：厚为1700公里，平均密度为6.4，所含物质为鉄鎳及金属氧化物和硫化物。

(三) 外层：厚为1200公里，平均密度为3.4，所含物质以橄欖岩为代表。此层又可分为三带：

1. 橄欖岩带：厚度为1100公里，压力达500000大气压，溫度自1200~1500°C，成分相当橄欖石矿物。

2. 硅鎂带：厚度为80公里，密度自2.7到3.3，压力达到20000大气压，溫度不超过1500°C，物质状态是結晶质的固体和潛柔质。成分是含鉄鎂质的硅酸盐为主。



3. 硅鋁帶：自地面到地下20公里深处，硅鋁帶构成大陆的表层，在大西洋和北冰洋底上形成薄薄的一层，在太平洋底上这一层沒有发现。密度自2.7到3.3，压力自1到14000大气压，溫度自地面溫度到700~1000°C（在深处）。物质状态为晶质的，主要由酸性岩石（花崗岩）所組成。

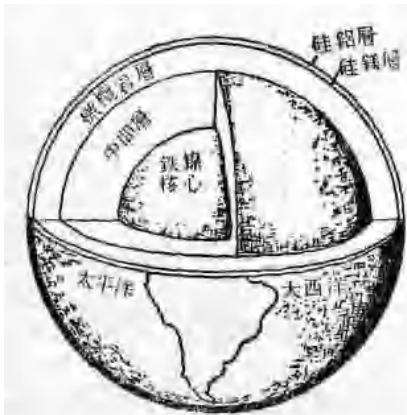


图 1 地球构造（假想图）

此外地壳上还有水圈和大气圈。水虽然沒有完全淹复地面，但是地表大部分面积为水占据。中国民間传说“三山六水一分田”，虽說不够精确，但是水比陆地面积大是早已知道的事情。經過詳細測量，整个地球表面四分之三都是水。全部海洋的水有133000万平方公里，如果地球表面无高山和深海，而是完全平的，那么水就会淹复整个地球，形成一个“水圈”平均深度可达2100米。

水圈以上就是平常所說的大气了，大气环绕地球各地也构成一圈叫作“大气圈”，大气圈厚度达500公里。

## 二、地球的物理性质

地球的物理性质总的来說，地球的质量約有 $5.98 \times 10^{27}$ 克，平均密度为5.52，但愈往深处密度愈大，如地球表面为2.66，800公里深处为3.75，2500公里深处为7.40，而地心的密度則可达9~11.3。地球的溫度，各地的差别很大，地表由于受太阳热的影响白日和夜晚溫度不同，一年四季差别也很大。两极溫度低过零度，赤道溫度高达60~70°C。地球内部的溫度随着深度的增加而增高，一般每深33米溫度增高1°C，按此計算地心的溫度将达4000~5000°C。由此我們可知道，地球内部深处的物质是比重大、有磁性和柔性以铁鎳錳为主的金属物质。

### § 3 地球的地質年代

地球生成到现在，根据許多学者估計已約有30~50万万。地球存在的最初阶段，尚无任何可靠資料以茲研究。学者們推断，地球开始时是沒有水圈的。大气的成分与現在有很大差别。地表面无水，溫度高以及大气圈的成分都使得地球上有机物的发展成为不可能。随着时间的进展，地球的演变，在地球上构成了一种适当的物理化学条件，因此使一些简单的无机物（碳、氮、氢等等）生成了碳化氢及其它一些較复杂的有机物质。以后經多次連續变质乃形成了蛋白质，由此生成了各种有生物。从这一阶段起，地球发展才作为地质年代計算，因为由于在地壳中有了植物与动物的遺骸，我們研究地史才成为可能。这些遺骸都是以化石的形式保持到今天，所謂化石就是古代的动植物硬部，如骨壳經石化，或系其痕跡，这些都是地球生物发展及其复杂历史的可靠証明。

我們对化石的系統研究确定了，地球上生物的发展是逐漸的，由简单的低級形态到最复杂的高級形态，一直到人类的出現与发展。在各个地史时代內，生存着代表这一时代的动物与植物，它們死后留下了化石及其痕跡于沉积的岩石中。这就給予将地壳过去的历史分成各种时代和判定沉积岩石相对年代的可能。例如寒武紀的三叶虫，奧陶紀和志留紀的

笔石，泥盆纪的中国石燕等等（图2，3，4）都是确定各不同年代地层的标准化石。

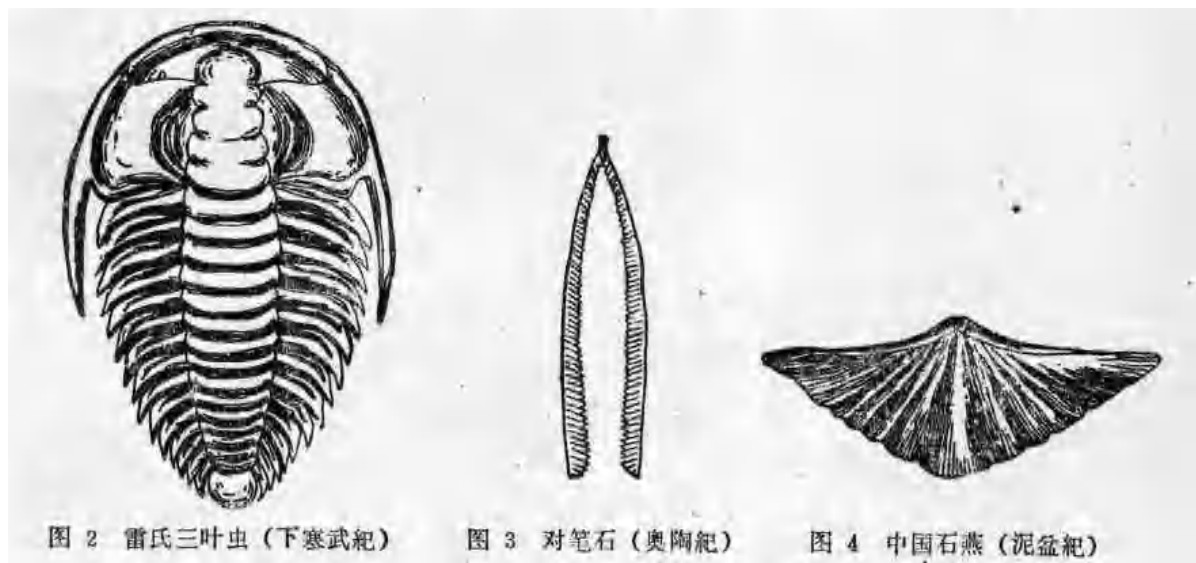


图2 雷氏三叶虫（下寒武纪）

图3 对笔石（奥陶纪）

图4 中国石燕（泥盆纪）

普通书籍分为卷、册、章、节，地史按时期分为代、纪、世、期，在这相当的地史时期中所形成的地层则分为界、系、统、阶。历史学家将人类有实物和文字记载的历史分为上古史、古代史、中古代史和近代史，同样地质学家把地球的历史分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代的五个代。兹将地史年代列表说明（表1）。

表1 地史年代表

代	纪	时 间 (百万年为单位)	主 要 的 生 物	距现在的大约年数
新 生 代	第 四 纪	1	人类的时代	100万年
	第 三 纪	59	兽类的时代	6000万年
中 生 代	白 垩 纪	70	爬行动物——龙的时代	13000万年
	侏 罗 纪	25		15500万年
	三 迭 纪	30		18500万年
古 生 代	二 迭 纪	25	成煤的时代	21000万年
	石 炭 纪	55		26500万年
	泥 盆 纪	55	鱼的时代	32000万年
	志 留 纪	} 120	无脊椎动物的时代	36000万年
	奥 陶 纪			44000万年
寒 武 纪	80	52000万年		
元 古 代	震 旦 纪		原始单细胞生物时代	12000万年
太 古 代		1580	没有生物的时代（生物的存在尚无化石证明）	202000万年
地壳局部分异，大陆开始形成				335000万年

## 第三章 地壳的物质组成

### §1 地壳的化学成分

地壳是地球最表面的一层硬壳，厚约30~80公里，是由岩石组成的，所以也叫作岩石圈。由于地壳构造变动的结果，人们能搜集到从地面到深处，曾经在地面以下16公里深处的岩石标本，进行可靠的研究。所以常把地壳的化学成分仅计算到距地面深16公里为止。

由于以地球化学分析法分析了大量的岩石，计算出在地壳中含元素的百分比。据苏联学者费尔曼计算出来的地壳平均成分（按重量百分比）如下：

表 2

氧	49.13%	钠	2.40%
硅	26.00%	镁	2.35%
铝	7.45%	钾	2.35%
铁	4.20%	氢	1.00%
钙	3.25%	其它	1.9%

由上表（表2）则告诉我们，地壳中的主要成分为氧、硅、铝、铁、钙、钠、镁、钾、氢九种元素，占地壳成分的98.13%，其中氧几乎占了一半，硅占四分之一强，这两种元素已占四分之三了。铝、铁、钙、镁、钾和氢合起来占23%左右，而其他如Cu、Pb、Sn、W、Mo…等八十多种元素合起来仅占1.87%。这些元素虽然含量少，但是在一定地质条件下可以富集，成为可供工业开采的矿床。地壳中的这些元素除了少数的几种成为单体元素外，其他都是成氧化物、硫化物，或更多数成复杂化合物的硅酸盐类存在。

### §2 矿 物

#### 一、矿物的概念

我们已经知道了，在地壳中纯的自然元素出现是很少的。除去金、铂、银、铜、硫、碲等有时会以自然元素状态出现外，绝大部分元素在地壳中都是以化合物状态出现，即由两种或两种以上元素组成，例如盐NaCl，石膏CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O。这些天然存在于地壳中的自然元素和化合物，都具有一定的化学性质和物理性质，称为矿物。矿物是构成地壳的最小单位，因为地壳是由岩石所构成，而岩石是矿物的集合体。已经知道的矿物有二千多种，但是构成岩石的矿物种类不多，不过三十多种，这三十多种的矿物叫作造岩矿物。

矿物在自然界存在的状态有三种，即固态、液态和气态，但大多数成固态（如石英、长石、云母、方解石等等）；也有的矿物成液态和气态者，如水银、水、石油则为液态矿物，煤气、硫化氢、硫磺气等则为气态矿物。

#### 二、矿物的物理性质

矿物具有一定的物理性质，它包括：形态、颜色、条痕、光泽、硬度、解理、断口、透明度、比重等。人们就可从这些特性来认识和鉴定矿物。

(一) **形态** 矿物大多数具有一定的晶体形态。晶体是指矿物中最小质点按一定的规律排列，同时具有一定外形(图5)。如食盐为立方体，方解石为菱形体，也有的矿物成柱状、锥状体等等。此外葡萄状、鲕状、块状等也是常见的形状。

(二) **颜色** 矿物是有不同的颜色，如白、黄、绿、红、蓝、黑等色。有些矿物仅有一种颜色，有的矿物有好几种颜色，这是因为矿物的颜色有：白色，这是矿物固有的颜色，如自然金是黄的，硫磺是黄的；他色，是因为含有其他杂质，使这个矿物增加了其他的颜色，如石英本来是白色或无色的，由于含有其他杂质可以是绿的、紫的、黄的和黑的等各种不同的颜色。

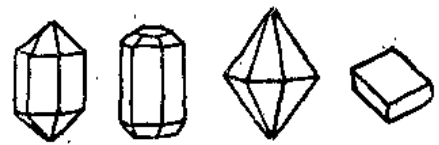


图5 结晶体

(三) **条痕** 就是矿物的粉末颜色。将矿物在条痕板(未涂釉的白瓷板)上擦划，就可将矿物的粉末留在白瓷板上，所呈现的颜色即为条痕。条痕的颜色有的与矿物本色相同，如磁铁矿都是呈黑色。而有的与矿物的颜色有显著的差别，如黄铁矿颜色是淡黄色，而条痕却是黑色。

(四) **光泽** 矿物对于光的反射和吸收的程度不同，因而面上显出不同的光泽，最常见的光泽可分为二种：(1)金属光泽，如黄铁矿；(2)非金属光泽，如石英。非金属光泽尚可分：脂肪光泽、玻璃光泽、珍珠光泽、丝绸光泽等。介于金属光泽与非金属光泽中间的叫半金属光泽。

(五) **硬度** 矿物表面抵抗刻划、挤压或摩擦的程度叫作硬度。硬度的大小是由两种矿物体相比较而得出的。甲刻乙使乙留下沟痕，则乙的硬度小于甲。为了区别矿物的硬度，选取了十种矿物用来比较硬度，叫作硬度表(表3)，分为十级如下：

表3 硬度表

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

表中硬度是指后面能刻划前面的。例如某矿物能被方解石所刻划，而不能被石膏所刻划，则可定其硬度为2.5。

(六) **解理与断口** 矿物受力后，常沿一定方向的平行面而裂开，这种性能叫作解理(图6)。如成不规则的裂开叫作断口。常见的有贝壳状的(图7)、锯齿状的等断口。

(七) **透明度** 指矿物能通过光线的程度。矿物有的可以透明，有的不能透明。能通过光线的矿物叫透明矿物，如石英，不能通过光线者叫不透明矿物，如黄铁矿、磁铁矿等。

(八) **比重** 矿物的比重就是它的重量比同体积的水所大的倍数。由于各种矿物的成分与性质的不同，它们的比重也不同。例如方解石为2.7，磁铁矿为5.2。

此外，矿物还有许多其他的物理性质，如食盐有咸味，磁铁矿有磁性等等。我们认识矿物必须从多方面的特性上加以区别，因为矿物不同，它们突出物理性质也不同。

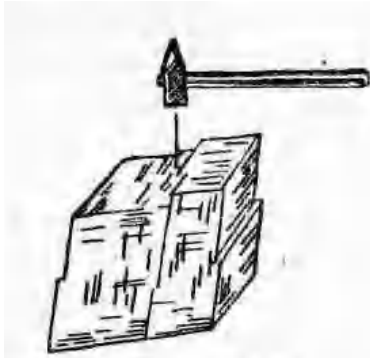


图 6 解理及解理面

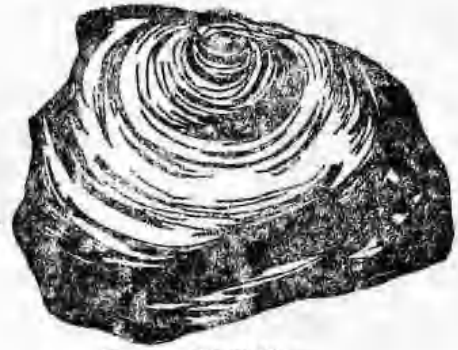


图 7 贝壳状断口

### 三、主要的造岩矿物

下面把主要的几种造岩矿物的特性，作简要的说明。

**石英** 成分是 $\text{SiO}_2$ ，是一种分布很广的矿物，单体结晶的称水晶，常成六方柱状和六方锥状，柱面上有细小横纹，在岩石中常以致密块状出现。质纯的常透明或乳白色，若含杂质则成紫色、黑色、绿色等，具玻璃光泽，断口为脂肪光泽，硬度7，贝壳状断口，比重2.6。黑色致密的非晶质石英叫燧石。

透明的石英可以用作光学仪器，玻璃仪器，极纯的水晶晶体可用于无线电工业，是极其重要的国防工业原料。

**长石类** 长石是最重要的造岩矿物，地壳的60%都是长石。长石分为两大类——正长石与斜长石。

**正长石** 成分为 $\text{KAISi}_3\text{O}_8$ ，柱状或厚板状，一般呈肉红色，玻璃光泽，解理良好，具有两组解理面相交成 $90^\circ$ ，硬度6，比重 $1.5\sim 2.6$ ，主要用途可作磁釉和制玻璃。

**斜长石** 成分为含各种不同比例的钠与钙的铝硅酸盐。斜长石与正长石物理性质相似，不过颜色大多为灰色或白色，最大的区别是两组解理面的交角成斜交（小于 $90^\circ$ ）。

**云母类** 云母最大的特点是有一列完全解理，可以剥成极薄的片。硬度 $2\sim 3$ ，比重 $2.7\sim 3.1$ 。最常见的云母种属有白云母、黑云母、絹云母等。

**白云母** 成分是 $[\text{Si}_6\text{AlO}_2]\text{K}_2\text{Al}_4(\text{OH})_4$ ，无色或白色，薄层，有弹性，面上是珍珠光泽。风化后的小片白云母，常成鳞片状叫作絹云母。

**黑云母** 成分是 $[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_2]\text{K}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_6(\text{OH})_4$ 。性质与白云母相似，但颜色为黑色或黑绿色，透明度次于白云母。

**辉石** 成分是 $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})\text{SiO}_3$ ，种类很多。具短柱状，色深绿、深褐及黑色，玻璃光泽，有两组完全解理，其交角近于 $90^\circ$ ，硬度 $5.5\sim 6$ ，比重 $2.9\sim 3.5$ 。

**角闪石** 成分与辉石相似，种类极多。晶形是长柱状，色深绿或黑色，丝绢光泽，两组解理交成 $124^\circ$ ，硬度 $5\sim 6$ ，比重 $3.1\sim 3.5$ 。

**橄榄石** 成分为 $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ，通常呈浅黄绿色、橄榄绿色，有时为黑绿色。具有玻璃光泽或油脂光泽，硬度为 $6.5\sim 7$ ，常成糖粒状。

**方解石** 成分为 $\text{CaCO}_3$ ，形状成菱形体，菱面解理发达，受打击后即发生菱形小碎体。硬度3，比重2.72，白色或乳白色。如透明叫冰州石。方解石加盐酸即起泡，透明的方解石，价值颇高，用作光学仪器。

**白云石** 成分为  $(Ca, Mg)CO_3$ ，亦成菱形体，但晶面常弯曲。亦具有良好的菱形解理，硬度 3.5~4，色白、灰、黄、棕等色。遇冷盐酸不起泡。可用于建筑材料和耐火材料。

**赤铁矿** 成分是  $Fe_2O_3$ ，呈葡萄状、肾状、鲕状或块状，颜色赤红色，条痕樱桃红色，硬度 5.6，比重 4.9~5.3。是很重要的铁矿。

**磁铁矿** 成分是  $Fe_3O_4$ ，多为块状，有时结晶呈八面体，色黑，条痕也是黑色，具弱金属光泽，硬度为 5.5~6，比重 4.9~5.2，有强烈的磁性。亦为很重要的铁矿。

**黄铜矿** 成分是  $CuFeS_2$ ，通常为致密块状，黄铜色，条痕绿黑色，金属光泽，硬度 3.5，比重 4.1~4.3。是重要的铜矿。

**黄铁矿** 成分是  $FeS_2$ ，常成立方体结晶，颜色淡黄色，条痕绿黑色，金属光泽，硬度 6~6.5，比重 4.9~5.2。

**方铅矿** 成分是  $PbS$ ，成立方体，色铅灰，条痕灰色，金属光泽，具三个方向的完全解理，硬度 2.5，比重 7.3~7.6。

## §3 岩石

### 一、岩石的概述

地壳中的矿物，每种都不是孤立地存在着，而是在一起成为集合体的岩石。因此，岩石乃是构成地壳或岩石圈的主要物质，由一种或一种以上的矿物组成的。根据它的成因，岩石可分为三大类：（一）火成岩，（二）沉积岩，（三）变质岩。

（一）**火成岩** 埋藏于地下深处的熔融物质——岩浆，因上升冷凝而成的岩石叫作火成岩。岩浆的冷凝，可以在地表以下一定的深处，这就形成了侵入岩，也可以在地面上，那就是岩浆喷出地面之后才凝固，这就形成了喷出岩。

（二）**沉积岩** 既成岩石，经过水、风、冰等外力作用加以破坏后，产生许多破碎的岩屑，这些岩屑或就地堆积，或搬运他处沉积，这些堆积物或沉积物，经过固结后成为岩石都叫作沉积岩。

（三）**变质岩** 在地壳中已成的岩石，主要是经过高温和高压的影响，使原来岩石的性质有所改变，成为一个具有新的特性的岩石，这个新岩石就叫做变质岩。

这些不同类型的岩石，由于形成的环境与过程各不相同，因之，它们表现出不同的特性，主要反映在矿物成分、结构和构造三方面。首先在矿物成分上，火成岩是岩浆的产物，因此矿物成分是比较复杂的，各种矿物都可出现，尤其常见的是长石、云母、石英、角闪石等；而沉积岩的矿物成分就比较简单多了，一般是以含石英颗粒为主要成分；变质岩则又不同，决定于它原来的岩石，如果原来的是火成岩就复杂，如果原来是沉积岩就比较简单。

**结构** 是岩石里所含矿物的情况，以及矿物与矿物间的关系，就是指矿物的颗粒的大小和形状，以及它们的排列关系。例如火成岩里的矿物大多成结晶；沉积岩的矿物，由于经过搬运磨蚀，大都是圆粒；而变质岩的矿物，常由于受了挤压，平行排列起来，有一定的方向。

**构造** 是指岩石的外貌，它决定于组成岩石的矿物总的情况。例如火成岩的构造，主

要是块状构造；沉积岩主要是层状构造；变质岩是片状构造。

## 二、火成岩

### (一) 火成岩的成分

根据火成岩 $\text{SiO}_2$ 的含量，可以把火成岩分成四类：

- (1) 酸性的—— $\text{SiO}_2$ 含量在65%以上；
- (2) 中性的—— $\text{SiO}_2$ 含量为65~52%；
- (3) 基性的—— $\text{SiO}_2$ 含量为52~40%；
- (4) 超基性的—— $\text{SiO}_2$ 含量少于40%。

但是我們在野外鑑定岩石，不可能直接看出它的化学成分，只能識別它的矿物成分。火成岩的主要造岩矿物根据顏色可分浅色和深色两大类，如表4所示：

表4 火成岩主要造岩矿物

名	称	典 型 元 素
浅 色 矿 物	石 英	Si
	钾 长 石	Al, K
	斜 长 石	Al, Na或Ca
	白 云 母	Al
深 色 矿 物	黑 云 母	Fe, Mg
	辉 石	
	角 闪 石	
	橄 榄 石	

酸性和中性岩石，以浅色矿物为主Si、Na、K、Al成分高；而酸性岩石，石英是其主矿物之一；中性岩石以长石为主，石英很少或沒有；基性岩石以深色矿物为主；超基性岩石几乎完全是深色矿物，化学成分以Fe、Mg为主。

### (二) 火成岩的結構和构造

火成岩是由岩浆冷凝而成的。由于在凝固时的环境与条件不同，产生出来的岩石就不同，有侵入岩和噴出岩的分別，当然它們的結構和构造也就不同。

**侵入岩** 岩浆在地下深处，冷凝較慢，矿物結晶均为肉眼可見的晶体，称为全晶质显晶結構。其中晶粒較粗的（直径大于3毫米）称粗粒显晶結構；晶粒中等的（直径1~3毫米）称中粒显晶結構；細粒的（直径小于1毫米）称細粒显晶結構。岩浆从地壳深处向上活动时，可能已有一些較大晶体在中途出現，仍随着岩浆涌到地壳浅处，因为冷却較快，除原先已結晶的矿物外，其余都不能从容結晶，成为細粒結晶。这样岩石中有两类結晶程度不同的矿物，一种是粗粒的結晶，称斑晶；一种是細粒結晶质的称基质。这样具有斑晶和細粒結晶基质的岩石結構称为結晶斑状結構，简称斑状結構（图8）。侵入岩的构造一般都是致密的，因而是整料块状的，称为块状构造。

**噴出岩** 岩浆活动噴出地表，由于冷凝很快，因而結晶极为細小，肉眼不能辨識，称为隐晶质結構。如果其中有先結晶的矿物作为斑晶，而基质都是隐晶质的，就称为斑状結



图8 结晶斑状结构



图9 杏仁状构造

构。岩浆喷出地面，或甚至在水中突然冷却、凝固，根本没有来得及结晶，这就称为玻璃结构或称非晶质。岩浆喷出，由于熔岩中气体的大量逸散，致使熔岩表部形成无数气泡，凝固后形成气孔状构造。当这些气孔被后生的浅色矿物质（如石英、方解石等）所填充，一个个形如杏仁，称杏仁构造（图9）。当熔岩一面流动一面凝固时，矿物有平行排列的趋势，即形成流纹构造。

### （三）主要的几种火成岩

**花岗岩** 肉红色或灰白色，主要由石英和正长石组成，有时有角闪石和云母（有时为黑云母或白云母）。为全晶质等粒结构，块状构造。与花岗岩有关的矿产如钨、锡、铋、钼等矿。

**流纹岩** 粉红色，矿物成分和花岗岩相同，但用肉眼难以识别，因为它是由极微细的晶粒形成的致密结构，甚致有部分玻璃质，有时具斑状结构，斑晶为长石和少量石英、黑云母。具流纹状构造。

花岗岩与流纹岩皆属酸性岩。花岗岩为深成岩而流纹岩为喷出岩。

**闪长岩** 颜色为灰色或深灰色，主要矿物有斜长石、角闪石，有时亦含有云母。具全晶质等粒状结构，块状构造。如其中含石英，则为中酸性称为石英闪长岩。与闪长岩有关的矿产，如铜、铁等矿。

**安山岩** 为浅灰红色，成分与闪长岩相同，是致密结构或斑状结构，斑晶为斜长石和普通角闪石，有时有气孔和杏仁状构造。

闪长岩和安山岩皆属中性岩。闪长岩为深成岩，而安山岩为喷出岩。

**辉长岩** 呈深灰色到黑色，以辉石和斜长石为主，有时含橄辉石，晶粒粗大。与辉长岩有关的矿产，如钒钛磁铁矿、铜、镍等矿。

**玄武岩** 呈黑色，致密状结构，成分与辉长岩相同，常有绿至黄绿色的橄辉石斑晶，有时具有气孔和杏仁构造。

辉长岩与玄武岩，皆属基性岩。辉长岩为深成岩，玄武岩为喷出岩，浅成岩则为辉绿岩。

**橄辉岩** 为深色岩石主要为黑绿色，主要成分是橄辉石，有时亦含辉石，晶粒粗大。属深成的超基性岩石。与橄辉岩有关的矿产，如铂、铬、金刚石等矿。



### 三、沉积岩

#### (一) 沉积岩的类型和特征

我們已經知道了，沉积岩的形成是由于地表的矿物质碎屑，經過风、水、冰及生物的作用沉积而成的岩石。但沉积岩由于形成作用的方式不同，而分为三种类型：

1. 碎屑沉积岩 由机械作用沉积所形成的，如卵石堆积而成的砾岩，砂子堆积而成砂岩，細泥沉积而成頁岩。
2. 化学沉积岩 由水溶液中溶解的矿物质，經沉淀堆积而成。如石灰岩、白云岩等。
3. 生物沉积岩 由生物遗体的碎屑堆积或由生物作用造成的岩石。如石灰岩、煤等。

沉积岩的特征也主要表现在其结构、构造上。沉积岩最大的特点是成层状的，这种成层构造叫做层状构造。成层的原因，是由于沉积物在长时期内一层复着一层的堆积起来，在不同时期，由于沉积物的成分、大小、顏色的不同，便显出了层理。另一个重要特征，沉积岩中有化石。

#### (二) 主要的几种沉积岩

**砾岩及角砾岩** 岩石碎块經水搬运磨成圓形，这些圓形砾石胶結起来，构成砾岩。未經磨圓，而是角砾状的碎石胶結起来者为角砾岩。

**砂岩** 砂粒經過胶結而成的岩石叫作砂岩。砂岩的成分多以石英为主，有时含有較多的长石。如含砂粒主要为石英顆粒，质純的称石英砂岩。如杂质有其他各种矿物的顆粒，那就随着主要的杂质而命名。如长石砂岩、云母砂岩等。砂岩也因胶結物不同也有不同的砂岩命名。如由鉄质胶結的叫鉄质砂岩，由鈣质胶結的叫鈣质砂岩。

**頁岩** 粘土质碎屑或泥土，經過胶結后形成的岩石，并且具有頁状构造（即有很薄的一层层层理，有如书頁），叫作頁岩。沿薄层极易裂开。由于所含成分不同，頁岩可有：鈣质頁岩（滴盐酸起泡），鉄质頁岩（紅色）等。

**石灰岩** 以碳酸鈣为主要成分形成的岩石。石灰岩是一种致密的具有各种顏色的岩石，通常总是浅灰色到藍灰色。它的硬度不大，小刀可以刻划，加盐酸起泡，极易辨認。

**煤** 植物遗体埋在地下，受压力、热力及生物作用逐渐炭化便成为煤。根据炭化程度不同，分为褐煤、烟煤、无烟煤。

### 四、变质岩

#### (一) 变质岩的构造

变质岩的构造，最主要的是片理构造。所謂片理，是指岩石可以順着与片状或长条状矿物相平行的面揭開。片理和层理不同的是：第一、片理是結晶岩石所特有的，而层理則是在沉积岩里才有；第二、层理是由各层不同的岩石成分所造成的，或是由各层沉积作用的間断所造成的；而片理則是岩石中的矿物受变质作用后，成平行排列所造成。有片理的岩石，如片岩、板岩。变质岩如其片状矿物、柱状矿物与粒状矿物相間成条带状排列，深色和浅色相間，則为片麻状构造。如片麻岩。

#### (二) 常見的几种变质岩

**石英岩** 砂岩受溫度或压力的影响，可以重新結晶，原来的砂粒結合在一起变成块状的样子，砂粒就看不到了。一般是白色或浅色，质密坚硬。