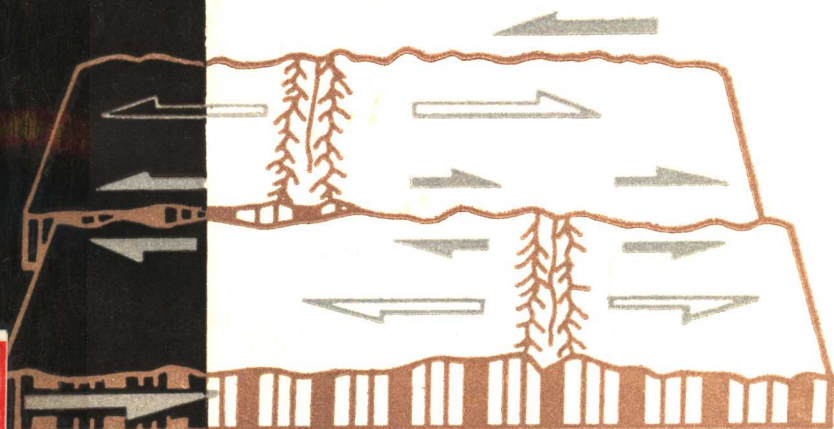


高等学校教学用书

地质学基础

刘吉祯 耿侃 李容全 编

北京师范大学出版社



高等学校教学用书

地 质 学 基 础

刘吉祯 耿侃 李容全 编

北京师范大学出版社

高等学校教学用书
地质学基础
刘吉祯 耿侃 李容全 编

•
北京师范大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
天津宝坻黎明印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.875 插页: 2 字数: 308千
1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷
印数: 1—2 000

ISBN7-303-00067-4/K·4
定 价: 2.40 元

编 委 会

主 编：赵淑梅

副主编：武吉华 郭瑞涛 冯嘉萍

编 委：赵淑梅 武吉华 褚广荣 刘吉祯 冯嘉萍
吴永莲 郑新生 高如珊 郭瑞涛 朱国荣
涂美珍 金 陵

说 明

目前，各类学校和各种形式办学所用教材供不应求，特别是中学地理教师进修教材，更是急需。为此，我们根据1984年教育部颁发的“中学教师进修高等师范专科地理专业教学大纲”（试行）编写了这套教材，包括中学地理教材教法、地球概论、地质学基础、地图概论、自然地理基础、气象学基础、中国地理和世界地理。

针对现有高等学校教材内容“偏深、偏难、偏多、偏杂”的缺陷，根据“在保证完成教学大纲规定的基本要求前提下，可以灵活掌握并作适当调整”的精神，我们编写的这套教材，力求作到浅一些、通俗一些、少一些、重点突出一些，以更好地适应当前中学教师进修的需要。

这套教材除适应中学教师进修使用外，也可供高师专科班、函授、夜大等大专班使用。

这套教材准备1987年起陆续出版，以解决当前之急需。

由于时间急迫和我们的水平所限，内容难免有错误和不妥之处，望读者指正。

北京师大高等师范专科地理专业教材
编委会

绪 论

一、地质学的研究对象、内容与分科

地质学是研究地球的一门综合性学科。当前研究的重点是固体地球的外层——地壳，研究的主要内容是：地壳的物质组成、构造变动和地壳发展历史、古生物演化以及勘查地下资源的方法等。

随着社会经济和科学技术的发展，地质学逐渐形成并发展起来。根据所研究的具体对象和研究方法上的某些差别，地质学又派生出一系列分支学科。其中主要有：

研究矿物与岩石的：矿物学、光性矿物学与结晶学、岩石学等。

研究地壳活动及发生、发展规律的：构造地质学、地质力学、新构造运动学、大地构造学、地震地质学等。

研究地层和古生物演化规律的：地层学、历史地质学、古生物学、微体古生物学等。

研究古自然地理环境变迁规律的：沉积岩相、沉积岩石学、古气候学、古地理学等。

研究矿产资源形成、分布与储藏规律的有：矿床学、石油地质学、煤田地质学、水文地质学等等。

此外，尚有深部地质学、海洋地质学、地球物理学、地球化学、有机地球化学、古生态学、同位素地质学、数学地质学、遥感地质学、以及土质学、土力学、工程地质学等总计三十余门分支学科。

二、地质学的特点和研究方法

地质学是以地壳为主要研究对象。而地壳本身是物质的，又处于永恒运动与发展之中。地壳在其运动与发展的每一阶段，都遗留下物质上的（地层、古生物、矿物与岩石）和形迹（构造等）方面的表现。根据各个区域里地壳运动与发展过程中遗留下来的物质与形迹上的表现，便可恢复相应区域各地质时期的海陆变迁、古环境变迁和生物演化特征等等。在漫长的岁月里，地壳运动与发展过程极其复杂，引起变化发展的条件与因素复杂，而且变化规模也无比庞大。因此，地质学所研究的内容主要有下述特点：

（一） 时间尺度长

推测地球年龄长达46亿年。原始海洋在39亿年前形成。经4亿年孕育期之后（即到35亿年前），原始生命才出现在海洋里。从原始生命到人类出现，又经历大约35亿年。人类在地球上出现，也不过二、三百万年。而人类有文字记载的历史，却只有几千年。因此，相对于人类历史，地质历史悠长。每一地质事件出现前，都需要长时间的量变积累过程，不同地质事件所表现出的地质阶段之间的时间尺度很长，多以万年、百万年甚至亿年计算。

（二） 区域之间差别明显

在地球上，同一区域不同地质时期有着不同地质变化过程，而不同区域相同地质时期的地质变化过程与结果，也不相同。因此，地质规律不仅有时间性，而且区域性差异明显。如在志留纪时期，我国华北是陆地，华南则是海洋。

（三） 多解性

不同地质过程，常会产生相似的地质现象，造成一种现象可有多种解释的局面。如，地壳隆起，发生海退现象。而大冰期时期，部分海水转移为冰川冰，海面下降，也引起海退，我国晚更新世晚期东海海面曾下降130~150米，就是末次冰期气候造成

的。

由于地质学有上述特点，因而它必须具备自己独特的研究方法。概括起来地质学有四大研究方法，它们是：

（一）野外观察

认识地壳发展规律，直接获取第一性资料是最基本的研究方法。在积累了大量野外观察资料的基础上，才有可能综合归纳成为理论，再用这些理论去指导生产实践活动。对于学习地质学的人来说，野外观察是掌握与理解地质学内容不可缺少 的学习环节。

（二）历史比较法

将今证古，即根据现代地质作用及所产生的结果，推断过去的地质作用及结果，这是研究地史中常常使用的方法与原则。这就要求，野外观察不仅要注意古老地质作用，还要认真观察现代地质作用，做到古今结合，将今论古，能够更准确地判断地质现象的成因和意义。这种思维方法，就是英国地质学家赖伊尔提出的现实主义原则，即“现在是理解过去的一把钥匙”。例如，现代天然盐是干燥或半干燥气候区盐湖强烈蒸发条件下形成的，那么观察到古老的含盐地层，就能够推断出当时的成盐环境。当然，“将今证古”的原则不能简单机械地套用或照搬，因为尽管物质运动与变化具有周期性，但都不是简单地重复。例如现代海百合生活于深海，而古代海百合却生活在浅海。

（三）区域对比、综合分析

由于地质现象具有多解性，即一种现象可以有多种成因解释，就必须进行区域对比、综合分析。例如，地壳运动引起的海退，总是区域性的；而冰期气候造成的海退却是全球性的。作为断裂而言，各种外营力引起的滑动伴生外动力断裂，总是延伸不远，在平面投影上呈短曲线，而地壳运动的伴生断裂，规模与延展却比较大，而且在一定地区方向性比较稳定。所以，地质研究

中必须进行区域对比，综合分析，才能得出正确结论。

（四）实验

传统实验（如矿物、岩石物理性质与化学成分分析等），为宏观地质调查研究提供了重要的微观资料，推动了地质学的发展。现代实验技术，如同位素断代实验、古地磁测量、微体古生物分析等等，不仅提供许多古地理环境信息，断代数据，而且古地磁测量等还为板块学说创立提供了依据。另一类实验，以一定模式在实验室模拟某种地质过程，即模拟实验。如地质力学模拟实验，研究一定应力场与边界条件下所产生的构造形迹特征。

三、地质学与地理学、中学地理教学的关系

地质学主要研究对象是地壳，而地壳又属于地理环境的一部分。因此，地质学与地理学关系极其密切。同时，古地理学以重建古地理环境为主要目的，现代地理环境又是由古地理环境长期发展演化而来的，所以为学习和掌握地理学必须具备地质学基础知识。

现代中学地理的教学内容，开始涉及地理环境的各个组成部分，于是从事中学地理教学时，地质学基础知识已成为教师无法回避的实际需要。不仅如此，在开展地理课外活动时，更要求教师具备一定的野外地质观察与分析能力。因此，本课程还安排了一定数量的实习内容。

目 录

绪论	(1)
一、地质学的研究对象、内容与分科	(1)
二、地质学的特点和研究方法	(2)
三、地质学与地理学、中学地理教学的关系	(4)
第一章 地壳概述	(1)
一、地壳的物质组成	(1)
二、地壳的结构	(3)
三、地质作用	(5)
四、地质年代	(7)
第二章 矿物	(10)
第一节 矿物的基本特征	(10)
一、矿物的内部构造和外表形态	(10)
二、矿物的化学性质	(16)
三、矿物的物理性质	(19)
四、肉眼鉴定矿物的方法和步骤	(27)
第二节 矿物分类和主要矿物	(28)
一、矿物分类	(28)
二、主要矿物简介	(30)
第三章 岩石	(54)
第一节 岩浆作用与岩浆岩	(54)
一、岩浆和岩浆作用	(54)
二、岩浆岩的产状	(56)
三、岩浆岩的物质成分	(60)
四、岩浆岩的结构和构造	(63)
五、岩浆岩的分类及肉眼鉴定方法	(67)
六、主要岩浆岩	(71)
第二节 沉积岩及其形成过程	(78)

一、沉积岩的形成过程	(79)
二、沉积岩的物质成分和颜色	(93)
三、沉积岩的结构和构造	(96)
四、沉积岩的分类及肉眼鉴定方法	(101)
五、主要沉积岩	(104)
第三节 变质作用与变质岩	(113)
一、变质作用的因素	(114)
二、变质岩的特征	(115)
三、变质岩的分类及肉眼鉴定方法	(119)
四、变质作用的类型和主要变质岩	(121)
第四章 矿床	(135)
第一节 矿床的概念和分类	(135)
一、有关矿床的基本概念	(135)
二、矿床分类	(138)
第二节 内生矿床	(140)
一、岩浆矿床	(140)
二、伟晶岩矿床	(147)
三、气水热液矿床	(149)
第三节 外生矿床	(155)
一、风化矿床	(155)
二、沉积矿床	(158)
三、可燃有机岩矿床	(164)
第四节 变质矿床	(169)
一、受变质矿床	(169)
二、变成矿床	(169)
第五章 地壳运动及地质构造	(172)
第一节 地壳运动概述	(172)
一、地壳运动的概念及其表现	(172)
二、地壳运动的基本形式	(177)
三、确定古构造运动的常规方法	(181)

第二节 岩石变形和岩层产状	(186)
一、应力与变形	(186)
二、岩石变形阶段	(187)
三、影响岩石变形的外界因素	(190)
四、岩层产状	(191)
第三节 褶皱构造	(195)
一、褶曲要素	(195)
二、褶曲的基本形态	(197)
三、褶曲的形态分类	(197)
四、褶曲的组合类型	(201)
五、研究褶皱构造的意义及其野外分析要点	(203)
第四节 断裂构造	(206)
一、节理	(206)
二、断层及断层要素	(208)
三、断层的分类	(210)
四、断层的组合形式	(214)
五、研究断层的意义及其野外分析要点	(216)
第六章 地球内能的释放形式	(224)
第一节 地热	(225)
一、地球内部温度的变化	(225)
二、地热的来源	(226)
三、地热资源及其分布	(229)
四、地热能的综合利用	(232)
第二节 火山	(233)
一、火山现象	(234)
二、火山机构	(234)
三、火山喷发物	(237)
四、火山类型	(240)
五、火山分布特征	(242)
六、火山与人类	(244)

第三节 地震	(245)
一、有关地震的基本概念	(248)
二、地震分类	(253)
三、地震分布规律	(256)
四、地震预报	(260)
第七章 地壳发展简史	(264)
第一节 地史的研究方法	(261)
一、古生物学方法	(265)
二、地层学方法	(267)
三、构造历史分析	(272)
四、地层单位和地质时代单位	(273)
第二节 各地质年代地史概况	(276)
一、太古代	(277)
二、元古代	(283)
三、早古生代(加里东构造阶段)	(292)
四、晚古生代(海西构造阶段)	(298)
五、中生代(印支构造运动、燕山构造运动)	(306)
六、新生代(喜马拉雅构造运动)	(317)
第八章 大地构造学说简介	(328)
第一节 地槽—地台学说	(328)
一、地槽	(329)
二、地台	(334)
三、过渡区	(338)
四、地槽褶皱带的多旋回发展	(338)
第二节 地质力学	(340)
一、地质构造三重基本概念	(341)
二、构造体系和主要类型	(343)
三、地壳运动的方式和方向	(355)
四、地壳运动的动力来源	(358)
第三节 板块构造学说	(362)

一、板块构造发展历史简述	(363)
二、板块构造的基本内容	(367)
三、板块构造与地震、岩浆活动	(383)
四、中国板块构造研究	(388)
主要参考文献	(393)

第一章 地壳概述

地壳是地球表层的固体外壳，以莫霍面为界，位于地幔之上。地壳是岩石圈的一部分，主要由硅酸盐类岩石组成，密度为 $2.6-2.9$ 克/厘米³。地壳的厚度变化很大，大陆地壳较厚，平均为 33 公里，大洋地壳较薄，平均为 7.3 公里，整个地壳平均厚度约为 17 公里。地壳与地球半径相比，不过是固体地球表面极薄的一层，其体积约为地球体积的 1% 。地壳表面凹凸不平，有陆地、海洋、高山、深谷、低地和平原，有千差万别的动、植物群落和复杂多样的自然环境。地壳与人类的生产、生活关系极为密切。

一、地壳的物质组成

（一）地壳的化学成分

地壳是由化学元素组成的。因此，研究地壳的物质组成，就必须研究化学元素在地壳中的分布和变化规律。从 19 世纪以来，人们在探索 and 计算地壳化学成分方面做了大量工作。 $1889-1924$ 年，美国 F.W. 克拉克和 H.S. 华盛顿在各地收集了五千多块岩石标本，初次做了化学分析，并计算出地壳中（ 16 公里以内） 50 种化学元素的平均重量百分比。后来 B.N. 维尔纳茨基、A.E. 费尔斯曼等人继续做了许多修正、补充工作，并根据费尔斯曼的建议，国际上把化学元素在地壳中的重量百分比，称为克拉克值。地壳中主要元素的克拉克值如表 $1-1$ 。

由表 $1-1$ 可知，在地壳中含量最多的是氧，约占地壳总重量的一半；其次是硅，占 $1/4$ 强；铝占 $1/13$ 弱。表中所列前 10 种元素占地壳总重量的 99% 以上，其余几十种元素总含量不到 1% 。可见地壳元素分布是极不均衡的。地壳中的氧、硅、铝、铁、

表 1-1 地壳中主要元素的平均含量(重量%)

元 素	据克拉克和华盛顿 (1924)	据费尔斯曼 (1933—1939)	据维诺格拉多夫 (1962)	据 泰 勒 (1964)
氧(O)	49.52	49.13	47.00	46.40
硅(Si)	25.75	26.00	29.00	28.15
铝(Al)	7.51	7.45	8.05	8.23
铁(Fe)	4.70	4.20	4.65	4.63
钙(Ca)	3.29	3.25	2.96	4.15
钠(Na)	2.64	2.40	2.50	2.36
钾(K)	2.40	2.35	2.50	2.09
镁(Mg)	1.94	2.25	1.87	2.33
氢(H)	0.88	1.00	—	—
钛(Ti)	0.58	0.61	0.45	0.57
磷(P)	0.12	0.12	0.093	0.105
碳(C)	0.087	0.35	0.023	0.02
锰(Mn)	0.08	0.10	0.10	0.095

钙、钠、钾、镁等八种元素分布最多，常组成氧化物和铝硅酸盐类矿物，是构成地壳岩石的主要成分，称为造岩元素。在国民经济中起主要作用的金属元素，除铝、铁、镁外，铜、铅、锌、钨、锡、钼等在地壳中的含量甚微，例如铜的克拉克值为0.007%、金为 $5 \times 10^{-7}\%$ 。但它们在一定的地质条件下可以富集起来，形成有经济价值的矿床。另外一些稀有分散元素，如镓、铟、锗、铋、钽等在地壳中含量极微，呈高度分散状态，很难形成独立的矿床。因此，掌握各种元素在地壳中的富集成矿规律，并把它们揭露出来，是研究地质学主要任务之一。

(二) 地壳的矿物成分

构成地壳的元素在各种地质作用下形成的单质和化合物，称做矿物。矿物是组成地壳岩石的基本单位，分布极为广泛。地壳中的矿物，除自然金(Au)、石墨(C)、自然硫(S)等少数矿物是单质元素外，绝大多数矿物是由两种或两种以上的元素组成的

化合物，并且具有一定的化学成分和物理性质。如最常见的水晶（ SiO_2 ），是由硅和氧两种元素组成的化合物，硬度大，常结晶成六方柱状的晶体，耐酸性很强；食盐（ NaCl ）是由氯和钠组成的，无色透明，有咸味等。在通常条件下，矿物均呈固态，只有极少数是液态的（自然汞）和气态的（二氧化碳）。

矿物的种类很多（约3000多种），但在地壳中的分布是不均衡的。人们把地壳中经常出现的并且是组成岩石的最主要的矿物，称为造岩矿物。最常见的造岩矿物只有二三十种，如石英、长石、云母、辉石、角闪石、方解石、高岭石、铝土矿等。

（三）地壳的岩石成分

岩石是矿物的天然集合体，是直接构成地壳的主要成分。岩石可以由一种矿物的颗粒组成，如大理岩是由方解石晶粒组成，但大多数岩石是由两种或两种以上的矿物组成，如花岗岩就是由石英、长石、云母等多种矿物晶粒组成的。岩石的种类很多，按其成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

岩浆岩是地下深处的岩浆侵入地壳或喷出地表冷却凝固而成的岩石，如花岗岩、玄武岩等。沉积岩是地壳表层的松散沉积物经固结而成的层状岩石，岩层中常含有生物化石，如砂岩、页岩、石灰岩等。变质岩是已经形成的岩石（岩浆岩和沉积岩）受到温度、压力和化学环境等因素变化的影响，在固体状态下，变质而成的一种新岩石，如石灰岩变成大理岩等。这三类岩石在地壳中的分布也不相同，在地表分布最广的是沉积岩，约占陆地总面积的75%，岩浆岩和变质岩占25%。但在地表以下16公里范围内，岩浆岩和变质岩占95%（按重量计算），而沉积岩仅占5%。

二、地壳的结构

地壳的厚度不大，但其结构很复杂。根据地壳的物质成分和地震波传播速度的资料，可将它分为两层：上层为花岗岩层，下层为玄武岩层（图1-1）。两层之间为次一级的康拉德不连续面分