

地理进修丛书

地质学基础



海洋出版社

地理进修丛书

地质学基础

教育学院系统地理教材协编组

海洋出版社

1984年 北京

地理进修丛书

根据教育部《中学教师进修高师地理专科教学计划(试行草案)》和教学大纲编写

地理进修丛书

地质学基础

教育学院系统地理教材协编组

海洋出版社出版

(北京市复兴门外大街)

北京朝阳印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 15 1/8 字数: 300 千字

1984年8月第一版 1984年8月第一次印刷

印数: 1-17,000

统一书号: 7193·0284 定价: 1.60 元

出版说明

为了适应在职中学地理教师系统进修的需要,中国地理学会教育工作委员会委托北京教育学院于一九八〇年底召开全国各省市部分教育学院(教师进修学院)会议,商讨并决定加强协作,尽快编写一套中学在职教师进修教材。会上酝酿成立了地理教材协编组,领导小组成员是瞿宁淑、白耀、黄杰民、李秀琴、王永昌。根据教育部颁布的《中学教师进修高师地理专科教学计划(试行草案)》和各门课程的教学大纲,经过两年多时间的努力,编写了一套高师地理专科试用教材,由海洋出版社陆续出版。

这是解放以来第一套中学地理教师系统进修教材。在编写过程中,得到各编写单位领导的关切和支持,从各方面提供条件,使编写工作得以顺利完成。书稿编出后,曾分别召开审稿会议,送请有关专家审阅。

由于经验和水平所限,不足之处在所难免。值得高兴的是,经过几年努力,中学地理教师长期渴盼的一套进修教材终于诞生了。此次出版幸盼得到广大读者的审查指正,以便进一步补充修订,使之臻臻完善。

编写单位

地球概论	北京教育学院、上海教育学院
地图概论	上海教育学院
地质学基础	上海教育学院、北京教育学院
气象学基础	上海教育学院、北京教育学院
自然地理基础	北京教育学院、上海教育学院
中国地理	上海教育学院、北京教育学院、福建教育学院、上海徐汇区教师进修学院、杭州教师进修学院
世界地理	辽宁教育学院、北京教育学院、广西教育学院、吉林教育学院、陕西教育学院、天津教育学院、长春教育学院、大连教育学院、黑龙江省松花江地区教育学院
中学地理教材教法	北京教育学院、天津市教育局教研室、上海教育学院

教育学院系统地理教材协编组

目 录

绪论	1
第一章 地壳概述	3
第二章 矿物	10
第一节 矿物的基本性质	10
第二节 矿物分类和重要矿物	19
第三章 岩石	34
第一节 岩浆作用与岩浆岩	34
第二节 沉积岩及其形成过程	48
第三节 变质作用与变质岩	67
第四章 矿床	78
第一节 矿床的概念和分类	78
第二节 内生矿床	81
第三节 外生矿床	93
第四节 变质矿床和复式成因矿床	106
第五章 地壳运动与地质构造	111
第一节 地壳运动与岩层变形	111
第二节 褶皱变动	118
第三节 断裂变动	123
第四节 地质构造卫星照片解译	130
第六章 地球内能及其释放形式	133
第一节 地热	133
第二节 火山	137
第三节 地震	141
第七章 地壳发展简史	151
第一节 地史的研究方法	151
第二节 太古代和早元古代	155
第三节 中、晚元古代	158
第四节 早古生代	162
第五节 晚古生代	167
第六节 中生代	174
第七节 新生代	180
第八章 大地构造学说简介	190
第一节 地槽-地台学说	190
第二节 地质力学	197
第三节 板块构造学说	207
附录: 野外工作方法基本训练	226

绪 论

一、地质学的对象、内容与分科

地质学是一门研究地球的科学。它研究的对象主要是地球的固体外壳——地壳，如地壳的物质组成、构造变动和发展历史等内容。随着生产的需要和科学的发展、研究内容的深化，地质学已分化成许多相互联系而又各自独立的学科。主要学科如下：

研究地壳物质组成的有：结晶学、矿物学、岩石学等。

研究地壳运动及其发展规律的有：构造地质学、大地构造学、地质力学等。

研究地壳发展和生物演化规律的有：历史地质学、地层学、古生物学等。

研究矿产形成和分布规律的有矿床学。

此外，还结合某些专门任务发展起一系列的应用地质学科，如勘探地质学、石油地质学、煤田地质学、水文地质学、工程地质学、地震地质学、海洋地质学等等。

二、地质学的特点和研究方法

地质学研究的对象主要是地壳。地壳是物质的，处在永远不断地运动、变化和发展的过程中。

地壳的运动，有时非常剧烈，如火山爆发和地震；但在一般情况下，地壳的运动是非常缓慢的，不能直接感知，只有经过漫长的岁月，缓慢的地壳运动，才能使地壳发生巨大的变化。海洋变成陆地，陆地变成海洋，“沧海桑田”正是对这种地壳变动的说明。在悠久的岁月里，地壳经历了一系列极其复杂的变化过程，不但引起变化的条件、因素极为复杂，而且变化规模也无比庞大。因此，地质学的研究对象具有以下几个特点：

(一)时间的悠久性

地壳形成至今已经历了数十亿年的漫长时间，多数地质变化往往要经历数百万年甚至数千万年的过程。地球上人类的出现距现在也不过二、三百万年。因此，人类的历史在地球的史书上仅占最后的一页。可见，时间的悠久性是地质学研究对象的一个显著特点。

(二)地区的差异性

巨大的地球，在不同的地区既有相同的物质基础和外界因素，但也存在着不同的物质基础和外界因素，因而发生着不同的变化过程。在漫长的地质历史过程中，虽然有其统一的发展规律，但各个地区之间存在着很大的差异。如我国华北和华南地区，由于经历不同的发展过程，地质特点就有很大的差异。因此，在研究这两个地区地史过程，既要注意它们的共性，也要分析它们的差异性，这样才能深入地、全面地找出地壳的发展规律。

(三)变动的复杂性

地球既有漫长的历史，又有广阔的空间；既包括有机界，又包括无机界。在其发展过程中充满着各种矛盾，地壳变动十分复杂。因此，在研究任何问题时必须考虑各方面因素的影响，理清矛盾，抓住重点，得出结论。

由于地质学具有以上特点,因此,它必然具有自己一些特殊的研究方法:

1. 野外观察 为了认识地壳发展规律,必须进行野外观察,取得第一性资料。将调查收集的资料进行分析研究,结合别人的研究成果,为正确分析打下良好基础。

2. 实验和模拟实验 在对资料进行全面分析研究的基础上,一方面解决部分容易解决的问题,一方面对需要验证的问题提出初步判断,拟定各种可能方案、模式,进行实验。对许多时间长、规模大、条件复杂的地质作用,要采用“模拟实验”,以便具体分析研究地质作用的过程。如在室内进行地质力学模拟实验,可以研究各种构造型式产生的条件和发展规律。

此外,为了研究矿物、岩石等的化学成分、物理性质及内部构造,必须采取各种手段进行实验和分析。目前已成功地制造出某些人造金刚石和水晶。这样做有助于了解自然界矿物、岩石、矿床的形成和分布规律。

3. 历史比较法 根据现代的地质作用推断过去的地质作用,是研究地史常用的方法。利用现在已知,推断过去的未知,就是根据对现代各种地质现象的观察和了解为基础,再根据地壳中过去地质作用的遗迹,判断过去地壳发展变化的情况。英国地质学家赖伊尔提出的:“现在是了解过去的一把钥匙”就是“推今及古”的思维方法。我国北宋学者沈括运用这个方法对地质遗迹作出了正确的判断。

我们知道,现代的天然盐是在干燥和半干燥气候区的盐湖中因湖水强烈蒸发沉积而成的;煤是在湿热气候区植物被埋藏在地下经化学分解形成的;如果我们现在看到古代岩石中的盐层、煤层,就可以推断当时的自然环境。当然,我们“推今及古”不能简单机械地类推,因为任何事物的运动发展过程都具有周期性,但绝不是完全重演。如今天的海百合生活于深海,而古生代的海百合却生活在浅海。所以在研究时必须考虑与其有关的各方面资料进行综合分析,才能得出正确的推论。

三、地质学与地理学的关系

自然地理学也是一门研究地球的科学。它的研究对象是地壳表面几个圈层相互作用的整体——地理环境。地壳是地理环境的一个组成部分,从研究对象来看,地质学和自然地理学有着非常密切的关系。所以,学习、研究地理科学必须具备一定的地质学的基础知识。地球表面海陆分布的格局、陆地和海底的地形起伏,都是长期地壳运动的结果;人类经济生活中所利用的矿产资源的形成和分布,则是在地质历史时代各种地质作用下,地壳发展演化的产物;古地理的研究则是回顾地质历史时期地理环境的面貌等等;所有这些地理课题无不需要地质学的基础知识。所以,本课程的主要内容包括:地壳的物质组成——矿物、岩石和矿床,地壳运动和地质构造,大地构造的主要学说,以及地壳发展简史等几个部分。

由于地壳具有广阔的空间,并经历过悠久的发展时间和错综复杂的变动等特点,决定了地质学的教学必须是课堂教学与野外实地观察相结合,以便做到理论联系实际,并培养学生野外考察的工作能力,这也是地理教师不可缺少的技能之一。因此,在地质学的教学中必须重视野外观察实习。

地质学的教学对培养学生辩证唯物主义世界观也有重要意义。

第一章 地壳概述

一、地壳的物质组成

(一) 矿物和岩石

地壳是由岩石构成的。在山区,岩石多裸露于地表;在低洼平坦地区,岩石则埋藏在不同厚度的疏松沉积物之下。疏松沉积物是岩石风化沉积的产物。岩石的种类很多,常见的有花岗岩、玄武岩、安山岩、砾岩、砂岩、页岩、石灰岩、大理岩、片麻岩等。

岩石是由矿物组成的,如花岗岩是由长石、石英、云母等多种矿物组成的,石灰岩主要是由方解石单一矿物组成的。所以岩石是矿物的集合体。

目前在地球上已经发现的矿物有三千多种,最常见的有五、六十种。但构成岩石的矿物只不过二、三十种,其中最主要的是长石、石英、云母、角闪石、辉石、方解石等七、八种。这些构成岩石的矿物叫做造岩矿物。矿物与人类的生产、生活关系非常密切,冶炼钢铁的铁矿石和其他金属矿,日常生活中吃的食盐,作粉笔用的石膏,作铅笔芯用的石墨,中药里的朱砂、雄黄,以及金、金刚石、硫磺等等都是矿物。

矿物是什么物质组成的呢?根据对矿物进行化学分析可知,大多数矿物是由两种或两种以上的化学元素组成的化合物,如石英是二氧化硅(SiO_2),石膏是硫酸钙(CaSO_4),方解石是碳酸钙(CaCO_3)等;只有少数矿物是单质元素,如金刚石(C)、自然金(Au)、自然硫(S)等。矿物具有固定的化学组成,因而它有一定的外表形态(晶形)和物理、化学性质。如食盐是无色透明、有咸味的四方(六面体)颗粒;石墨黑色、有滑润感、呈鳞片状;石英具有脂肪光泽、硬度很大、不溶于水 and 普通酸,晶体为六方柱及菱面体的聚形等。绝大多数矿物都是呈固体状态的,只有极少数矿物是呈液体状态,如汞。

矿物和岩石都是在地壳中或地壳表层经过一定的地质作用形成的自然物质。如花岗岩是地下岩浆冷却凝固而成的,石灰岩则主要是海洋底部沉积而成的,大理岩则是石灰岩经过变质作用而成的。在岩石形成过程中,如果条件适合,使某一种或多种矿物聚集起来,形成可开采利用的矿物集合体,这种矿物集合体所存在的地段叫做矿床。

根据形成岩石和矿床的地质作用的不同,可把岩石和矿床分成三大类:

1. 由岩浆冷却凝固而形成的岩石叫岩浆岩,在岩浆活动过程中形成的矿床叫内生矿床。
2. 由风化、剥蚀、搬运、沉积和固结成岩等一系列外力地质作用所形成的岩石叫沉积岩,形成的矿床叫外生矿床。
3. 由变质作用形成的岩石叫变质岩,形成的矿床叫变质矿床。

由上可知,一定矿床的形成与一定类别岩石的形成相联系。因此,找矿就必须认识岩石。

(二) 地壳的化学成分

十九世纪末到本世纪,人们根据岩石的化学分析资料不断地探索和计算地壳的化学

成分。F. W. 克拉克、V. M. 戈尔德施密特、A. E. 费尔斯曼、A. П. 维诺格拉多夫等先后在这方面做了大量工作。

1889年，F. W. 克拉克利用近六千块各种岩石样品的化学分析资料，求得约五十种分布较广的元素含量的平均值。1924年，F. W. 克拉克和 H. S. 华盛顿共同发表了关于16公里厚的地壳中化学元素分布量的资料，所计算的许多数值已经相当准确。为了纪念克拉克的贡献，把化学元素在地壳中含量的百分比称为克拉克值。此后，许多学者又在这方面进行了大量的工作，对放射性元素和一些稀有元素的含量也进行了测定。苏联学者 A. E. 费尔斯曼于1933—1939年也提出一个16公里厚的地壳化学元素克拉克值资料；A. П. 维诺格拉多夫于1949年和1962年相继提出关于整个地壳（莫霍面以上）化学元素的克拉克值资料。经过这些学者的工作，已经摸清化学元素分布量和迁移的一些规律，奠定了地球化学的基础。

根据地球化学分析，在地壳中已发现九十多种化学元素，它们的含量差别很大。下表所列是地壳中主要元素的平均含量百分比（克拉克值）。

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

注：克拉克、华盛顿、费尔斯曼等人的研究是根据离地表16公里以内的地壳部分所采取的几千块岩石样品，进行化学分析求出的平均值，岩石样品是按照岩石在地壳中的百分比（即岩浆岩占95%，变质岩占4%，沉积岩占1%）计算的。维诺格拉多夫、泰勒等则是考虑整个地壳部分的典型岩石（即花岗岩和玄武岩）的比值进行计算的。

由上表可知，地壳中的化学元素，含量较多的是 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H 等九种，占地壳总重量的 99% 以上；其中含量最多的是氧，约占地壳总量的 1/2；其次是硅，占 1/4 强；再次是铝，约占 1/13。其余八十多种元素的含量不到 1%，可见组成地壳的元素含量悬殊极大。绝大多数元素处于分散状态。工业上用的重要金属，除 Fe、Al 外，Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Pt 等的含量甚微，例如，铜只占 0.01%，金只占 $5 \times 10^{-7}\%$ 。但它们在一定地质作用下往往可以在一定地段富集起来，形成有价值的矿床。另外一些元素呈高度分散状态存在于地壳中，称为稀有分散元素，如钽 (Ta)、铌 (Nb)、铍 (Be)、锂 (Li)、锗 (Ge)、镓 (Ga) 等，它们很难形成独立的矿床。

大部分化学元素在地壳中是以化合物的形式出现，最常见的是硅酸盐类（如长石包

括： $K[AlSi_3O_8]$ 、 $Na[AlSi_3O_8]$ 、 $Ca[Al_2Si_2O_8]$ ），其次是氧化物（如 SiO_2 、 Fe_2O_3 等）及硫化物（如 ZnS 、 Sb_2S_3 ）、碳酸盐类（如 $CaCO_3$ ）等。地壳中硅酸盐类矿物，加上石英，可占整个地壳成分的 92%。

二、地壳的结构

1923 年奥地利气象学家康德拉发现，在大陆地壳中 20 公里深处附近，存在着一个次一级的不连续面，表明地壳按其组成物质的不同，可分为上下两层：上层为花岗岩层，下层为玄武岩层。后来，这个界面被命名为康德拉面。长期以来曾把康氏界面以上的花岗岩层称为硅铝层；把康氏面以下的玄武岩层称为硅镁层。现在另有一种看法，认为它们都应属于硅铝层，而把上地幔的橄榄岩层叫硅镁层。

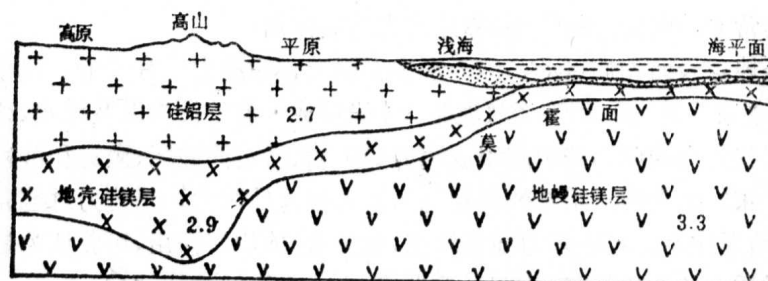


图 1-1 地壳构造示意图

地壳上层的化学成分以 O、Si、Al 为主，含 Na、K 较多；其平均化学组成和花岗岩相似，地震波的传播速度也与花岗岩中相似，因而叫做花岗岩层。该层在山区最厚可达 40 公里，平原区约为 10 余公里；在海洋地区变薄，而在太平洋中部则完全缺失。

地壳下层的主要化学成分除以 O、Si、Al 为主外，Mg、Fe、Ca 相应增多；其平均化学组成和玄武岩相似，因而叫玄武岩层。该层在地壳内连续分布，大陆和洋底都有；近年来，发现在局部地区（美国西部海岸山下）也有缺失。该层厚度在大陆平原地区可达 30 公里，在深海盆地仅 5—8 公里，其上为海洋沉积或海水直接覆盖。

综上所述，可见大陆地壳厚度较大，在玄武岩层上有花岗岩层和广泛分布的沉积岩层，即双层结构；大洋地壳厚度较小，大部分属单层结构。由于地壳物质在水平和垂直方向的不均匀性，势必导致地壳经常进行物质的重新分配、调整，成为引起地壳运动的因素之一。



图 1-2 地壳剖面图

三、地质作用

在漫长的地球历史中，组成地球的物质时刻都在运动着。地壳自形成以来，它的物质成分、构造和表面形态也一直在不断地发展和变化。在地质历史中，地球上许多大山被剥

蚀掉了,海洋的某些部分被填平了;然而又有新的大山在隆起,新的海洋在诞生。原来的岩石被风化成为砾石、砂和粘土,经过搬运和沉积,在地表又形成巨厚的沉积岩层。自地壳形成以来,没有一粒矿物,一块岩石能停留在原来的地方,保持其固有的状态。“沧海桑田”说明地壳在变动,组成地壳的物质永远处在不断地转移和重新组合的过程中,地壳构造和地表形态也永远不断地改造和演变。促使地壳的物质成分、地壳构造和地表形态不断运动、发展和变化的作用,叫做地质作用。任何地质作用的发生都需要能量。地球表层能量的主要来源是太阳能和地球内能。

地球内能包括地球内部的热能、地球的重力能和地球转动能等。有了地球内部的热能,才能形成岩浆和岩浆活动;有了地球的重力能,就可导致地球内部物质的重力分异作用;上述两种地球内能再加上地球的转动能,都可能引起地壳运动。由地球内能引起的地质营力称为内营力。内营力的作用,称为内力地质作用。

太阳能是地球表面物质运动、地表形态发展变化的动力。有了它,动植物才能生长,大气中才能发生风、云、雨等天气现象,才能形成大海的波涛以及流水、冰川等运动的水体。由于这些营力的作用能引起组成地壳的矿物、岩石的破坏、搬运和沉积,又能形成新的岩石和矿床。由太阳能引起的各种地质营力称为外营力,外营力对地壳所发生的作用,称为外力地质作用。有些外力地质作用,如流水、冰川等作用,可以认为是地球的重力能与太阳能矛盾斗争的结果,因为有了重力能,水才会往低处流动,泥沙才能沉积下来;但太阳能是矛盾的主要方面,所以仍把它们叫做外力地质作用。

内力地质作用可分为地壳运动、岩浆活动和变质作用。

外力地质作用可分为风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用。在固结成岩作用中,地球内部的热能和重力能也有重要意义,所以,它是内力和外力相结合的一种地质作用。外力地质作用又可根据营力分为流水作用、冰川作用、海水动力作用、风力作用等,这些外营力都有剥蚀、搬运、沉积三种作用。

各种地质作用既是独立的,又是相互依存的。在内力作用中,地壳运动能引起岩浆活动,地壳运动和岩浆活动又都可以引起变质作用。在外力作用中,风化作用为剥蚀作用创造了条件;有了剥蚀下来的物质才能进行搬运和沉积;沉积下来的物质又是固结成岩的基础。在内力和外力作用之间也有密切联系,地壳升高的地区容易遭受风化、剥蚀,地壳下降的低洼地区发生沉积。风化、剥蚀区使已成的岩石遭受破坏,沉积区则又会形成新的岩石。可见,对于地壳的建设作用和破坏作用是同时进行的,这是内力和外力地质作用对立统一的表现。各种地质作用的相互依存和斗争,是推动地壳不断发展的动力。

四、地质年代

(一) 地质年代和地层单位

地质年代有两种:一种称为绝对地质年代或岩层的绝对年龄,另一种称为相对地质年代或岩层的相对年龄。绝对地质年龄是指岩层从形成到现在的实际时间长短,以“年”为单位。根据现有资料,地球的年龄大约为45亿年。

相对地质年代是根据古生物的发展和岩层形成的顺序,将地壳历史划分成一些自然阶段,用以表示地质事件发生的顺序、地质历史的自然分期和地壳的发展阶段。地质工作者结合地球历史中地理环境和古生物的演化,把地球历史和相应的地层系统作了统一的

划分，建立了通用的地层系统与地质年代表。现将其划分地层系统的单位与其相应的地质年代的单位说明于下：

表 1-2 地层单位和相应地质时代单位对照表

相对地质年代单位	地 层 单 位	
	全国和国际性单位	地方性地层单位
宙	宇	群 组 段
代	界	
纪	系	
世	统	
期	阶	
时	带	

以地层中生物出现为标志，把地质时代划分为隐生宙和显生宙。然后，根据古生物的发展阶段把显生宙分为“代”，代分为“纪”，纪再分为“世”，世分为“期”，期分为“时”。它们相应的地层单位为“宇”、“界”、“系”、“统”、“阶”、“带”。

国际通用的地层和地质年代只划到“统”、“世”，以下单位仅具区域性意义。在地方性地层单位中，“组”是岩石地层单位中的基本单位，是生产实践中经常应用的地层单位。“群”是“组”的组合，也有的群不能再分为组。“段”是组的再分，常由单一的岩性构成，但组不一定都再分为段。

(二) 地层符号

在地质工作中，经常用各种专门地层符号来表示各级地层单位。其中界系的符号基本上是采用原拉丁文地层名称的第一个字母或再加上一个字母来表示。如：

太古界为 Ar、元古界为 Pt、古生界为 Pz、中生界为 Mz、新生界为 Kz。

寒武系为 $\mathcal{C}$ 、奥陶系为 O、志留系为 S 等。

下寒武统为 $\mathcal{C}_1$ 、中寒武统为 $\mathcal{C}_2$ 、上寒武统为 $\mathcal{C}_3$ 等。

阶的符号采取阶名的头一个或两个汉语拼音字母，放在统的符号之后，用小写正体。如：

上寒武统的崮山阶为 $\mathcal{C}_{3k}$ 、长山阶为 $\mathcal{C}_{3c}$ 、风山阶为 $\mathcal{C}_{3f}$ 。

群的符号是在相应的统、系、界的符号后，加上群名汉语拼音头一个字母，用小写斜体。如：

太古界密云群为 Ar_{1m}

组的符号未作统一规定，一般在统的符号后，用第一个汉语拼音字母斜体表示。如：

下寒武统馒头组 $\mathcal{C}_{1m}$ 、中寒武统张夏组 $\mathcal{C}_{2z}$ 、上寒武统风山组 $\mathcal{C}_{3f}$

跨统、跨系和时代不确定的地层单位：

$\mathcal{C}-O$ 表示包括寒武系和奥陶系的接连部分；

$\mathcal{C}+O$ 表示整个寒武系和奥陶系的总和；

$\mathcal{C}_2$ 表示整个中寒武统和上寒武统的总和；

$\mathcal{C}+O_1$ 表示整个寒武系和下奥陶统的总和；

$\mathcal{C}/O$ 表示寒武系或奥陶系。

表1-3 地质年代表

地质时代、地层单位及其代号			同位素年龄 (亿年)		构造运动	开始繁殖时期	
代(界)	纪 (系)	世 (统)	时代间距	距今年龄		植 物	动 物
新 生 代 K ₂	第四纪 Q	全新世 Q ₁ 更新世 Q ₂ Q ₃	0.02或0.03	0.02或0.03	喜马拉雅运动		←古人类出现
		上新世 N ₂	0.22—0.23				
	第三纪 N	中新世 N ₁	0.45	0.25			
		渐新世 E ₃		0.40			
	早第三纪 E	始新世 E ₂		0.60			
		古新世 E ₁	0.70				
中 生 代 M ₂	白垩纪 K	晚白垩世 K ₂ 早白垩世 K ₁	0.65	1.35	燕山运动	←被子植物	←哺乳动物
	侏罗纪 J	晚侏罗世 J ₃ 中侏罗世 J ₂ 早侏罗世 J ₁	0.45	1.80	印支运动		
	三叠纪 T	晚三叠世 T ₃ 中三叠世 T ₂ 早三叠世 T ₁	0.45	2.25	海西运动 (华力西运动)	←裸子植物	←爬行动物
古 生 代 P ₂	二叠纪 P	晚二叠世 P ₂ 早二叠世 P ₁	0.45	2.70	加里东运动		
		晚石炭世 C ₃ 中石炭世 C ₂ 早石炭世 C ₁	0.80	3.50			
	泥盆纪 D	晚泥盆世 D ₃ 中泥盆世 D ₂ 早泥盆世 D ₁	0.50	4.00		←鱼类	
	志留纪 S	晚志留世 S ₃ 中志留世 S ₂ 早志留世 S ₁	0.40	4.40			←陆生孢子植物
		奥陶纪 O	晚奥陶世 O ₃ 中奥陶世 O ₂ 早奥陶世 O ₁	0.60	5.00		
	寒武纪 e	晚寒武世 e ₃ 中寒武世 e ₂ 早寒武世 e ₁	1.00	6.00	蓟县运动		←无脊椎动物 (至今继续演化)
元 古 代 P ₁	震旦纪 Z		2.00	8.00			
				10.00			
	中 P ₁ ₂		8.00	18.00±	吕梁运动	藻菌类 ? . . .	
太古代 Ar			8.00	26.00	五台运动		
				12.00	阜平运动		原始细菌
地球初期发展阶段				38.00			
				45.00			

注: (1) 表中只列出地质时代单位。地层单位则把代、纪、世改为界、系、统,同时把早、中、晚或早、晚字样改为下、中、上或下、上,如早寒武世、中寒武世、晚寒武世所形成的地层则称为下寒武统、中寒武统、上寒武统,余类推。

(2) 更新世可以分为早更新世 Q₁, 中更新世 Q₂, 晚更新世 Q₃。

复习思考题

1. 什么是矿物?什么是岩石?二者有何区别又有何关系?
2. 组成地壳的主要化学元素是哪些?说明它们在地壳中所占的大致比例?什么是克拉克值?
3. 地壳的结构有何特点?
4. 什么是地质作用?地质作用可分为哪几种类型?
5. 什么是相对地质年代?地壳发展的历史是怎样分期的?熟记地质时期代和纪的顺序及其代表符号。

第二章 矿 物

第一节 矿物的基本性质

矿物是地壳中的化学元素在地质作用下形成的,具有一定化学成分和物理、化学性质的自然均质体,它是组成岩石或矿石的基本单位。

由于不同的矿物具有不同的化学成分和内部构造,这就决定了它们具有不同的外表形态、物理性质和化学性质。这些特征对认识矿物、鉴定矿物具有特别重要意义。

一、矿物的内部构造和外表形态

(一) 晶质和非晶质的概念

在已知的三千余种矿物中,除少数为气态或液态外,绝大多数呈固态。固态矿物按其质点(原子、离子、分子)的有无规则排列,可分为晶质矿物和非晶质矿物。在晶质矿物中,又根据肉眼对矿物晶粒能否分辨而分为显晶质和隐晶质两类。绝大多数矿物是晶质的,但非晶质矿物,尤其是其中的胶体矿物,也有一定数量。

晶质矿物,因其内部质点作规则排列,形成一定格子状内部构造,所以在适当的生长条件下(有充分的空间、缓慢结晶等),外表就呈现由一些天然平面(晶面)所包围成的几何形体,叫做晶体。不同的格子状构造形成不同形态的晶体。因为矿物晶体形态特征是其内部质点格子状构造在外部形态上的反映。例如岩盐(NaCl),由于其内部的 Na^+ 和 Cl^- 在空间的三个方向上按等距离排列,所以外表就呈现出立方体的晶形。然而在多数情况下,由于受生长条件的限制,矿物晶形的发育常是不很完善的,甚至是扭曲了的,但只要其内部质点排列规则,仍不失其结晶的实质。通常所看到的结晶矿物往往少见完善的晶形。

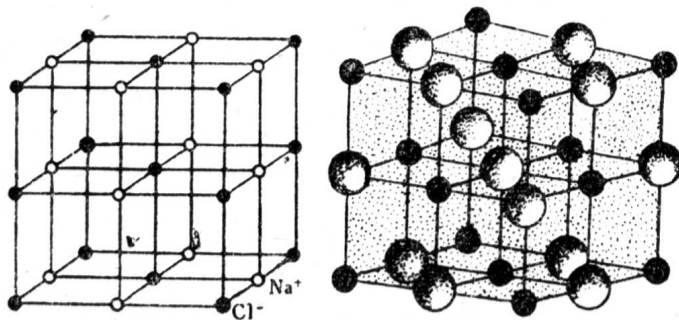


图 2-1 食盐的内部构造

●代表 Na^+ ; ○代表 Cl^-

非晶质矿物内部质点的排列没有一定的规律,因此,外表就不具有固定的几何形态。如蛋白石($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、褐铁矿($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)即是。

应该指出,晶质和非晶质并非是一成不变的。在一定温度、压力条件下是可以相互转

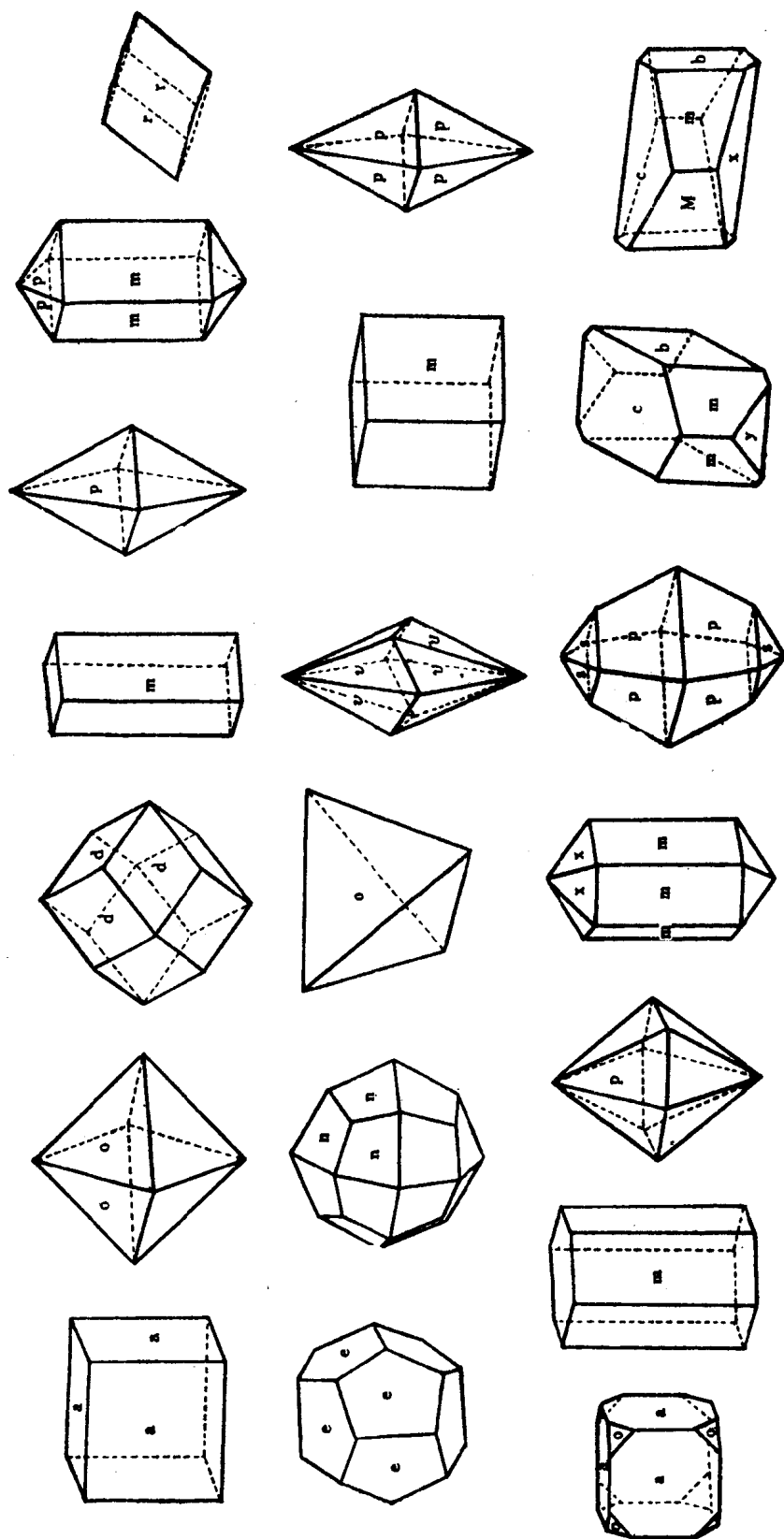


图 2-2 常见的晶体形状

化的。如结晶的铁氢氧镁石可以变为非晶体,而非晶质的蛋白石则可以转化为结晶的石英。

(二) 主要晶形

晶体形状分为两类;一类是由单一形状的晶面所组成的晶体,称为单形;如黄铁矿的立方体晶形,就是由六个同样的正方形晶面所组成的;磁铁矿的八面体晶形则由八个同样的等边三角形晶面所组成的。另一类是由数种单形聚合而成的晶体,称为聚形。如石英的晶体通常是由六方柱和菱面体两种单形聚合而成的。

同一种矿物因其形成时的物理化学条件的不同,可以出现几种不同的晶形。如磁铁矿的晶体除有八面体的单形外,还有菱形十二面体的单形以及八面体和菱形十二面体的聚形。不同的矿物又可以有相似的晶形,如岩盐、萤石、黄铁矿等都可以呈现立方体的晶形。这在鉴定矿物时是要注意的。

在晶体中常会见到两个或两个以上的晶体有规律地连生在一起,叫做双晶。通常见到的有以下三种(图 2-3):

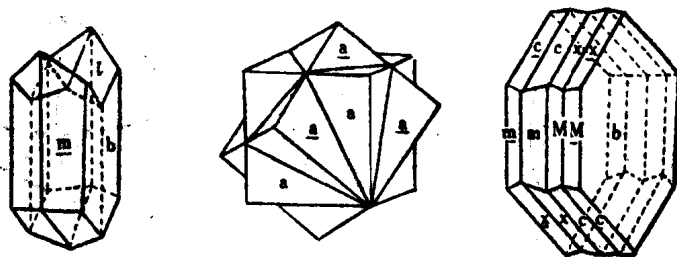


图 2-3 双晶举例

左. 石膏燕尾接触双晶; 中. 萤石穿插双晶; 右. 钠长石聚片双晶

接触双晶: 由两个相同的晶体, 与一个简单平面相接触而成, 如石膏的燕尾双晶。

穿插双晶: 由两个相同的晶体, 以一定角度互相穿插而成, 如萤石的穿插双晶。

聚片双晶: 由两个以上的晶体, 按同一规律, 彼此平行重复连生在一起而成, 如钠长石的聚片双晶。

双晶是某些矿物的重要鉴定特征之一。

矿物的晶形虽然很多, 但就其在空间的发育状况, 即结晶的习性而言, 不外以下三种:

一向延长: 晶体沿一个方向发育, 呈柱状(如角闪石)、针状(如电气石)等。

二向延长: 晶体沿两个方向发育, 呈板状(如重晶石)、片状(如云母)等。

三向延长: 晶体在空间三个方向均等发育, 呈粒状(如磁铁矿)等。

(三) 矿物集合体的形状

自然界晶质矿物很少以单独晶体出现, 而非晶质矿物则根本没有规则的单体形态, 大多数矿物是以晶体或晶粒的集合体的形态而存在。集合体的形态往往反映了矿物的生成环境, 因而, 对研究矿物的成因, 有着很大的意义。自然界中矿物集合体的形态很多, 常见的有如下几种:

1. **晶簇** 一种或多种矿物的晶体, 其一端固定在共同的基底之上, 另一端则自由发育成比较完好的晶形, 显示它是在岩石的空洞内生成的, 这种集合体的形态, 称之为晶簇,