

普通地质学

(地质类各专业适用)

武汉地质学院

普通地质教研室

再版说明

本教程是在我教研室1963年出版的《普通地质学》教程的基础上校订补充再版的。63年版教材是在我教研室历年编写的讲义、教材的基础上编写的，曾在院内及一些兄弟院校中多次使用。鉴于教材内容基本满足现行教学大纲的要求，因而决定作适当的校订后再版以满足教学上的需要。根据1980年成都教材编审委员会的决定，拟在此教材的基础上编写公开出版《普通地质学》。为此，请读者及使用单位提出宝贵意见，使教材臻于完善，在教学中发挥更大作用。

武汉地质学院普通地质教研室

1981年2月

目 录

绪 论	(I)
第一节 地质学的任务及分科	(1)
一、地质学的对象与任务	(1)
二、地质学的分科以及和其它科学的关系	(1)
第二节 地质学的研究方法	(3)
第三节 地质学的发展简史	(4)
一、远古到十八世纪地质思想的萌芽	(4)
二、科学地质学的创立时期	(5)
三、近代地质学的发展	(7)
第四节 中国地质学发展简史	(9)
一、中国古代地质思想的萌芽	(9)
二、中国近代地质学的建立	(13)
三、新中国成立后我国地质学的大发展及成就	(15)
第一章 地球的一般物理和化学特征	(16)
第一节 地球的形状、大小和表面特征	(16)
第二节 地球外部的分圈及特征	(20)
第三节 地球的弹性以及地球内部的分圈	(25)
第四节 地球的物理特性	(27)
第五节 地球各圈的物质组成及物质状态	(31)
第二章 地壳的物质组成	(32)
一、元素在地壳中的分布情况	(32)
二、矿物	(33)
三、岩石	(34)
第三章 地质年代表	(37)
第一节 相对地质年代表	(37)
第二节 地质历史中绝对地质年代的概念	(45)
第四章 地质作用概述	(48)
一、外力地质作用	(48)
二、内力地质作用	(50)
第五章 风化作用	(52)
第一节 物理风化作用	(52)
一、物理风化作用的方式	(52)

二、物理风化作用的产物·····	(54)
第二节 化学风化作用·····	(54)
一、化学风化作用的方式·····	(54)
二、矿物和岩石在化学风化作用下的变化情况·····	(58)
三、元素在地表运移的概念·····	(59)
第三节 生物风化作用·····	(60)
第四节 风化作用的速度及影响因素·····	(61)
第五节 风化壳和土壤·····	(63)
一、风化壳·····	(63)
二、土壤·····	(64)
第六章 地面流水的地质作用 ·····	(66)
第一节 地面暂时流水的地质作用·····	(67)
一、片流的地质作用·····	(67)
二、洪流的地质作用·····	(68)
第二节 河流的地质作用·····	(71)
一、河流的概述·····	(71)
二、河流的侵蚀作用·····	(75)
三、河流的搬运作用·····	(80)
四、河流的沉积作用·····	(84)
五、河流各段的地质作用·····	(84)
第三节 地面流水地质作用发展的趋势·····	(91)
一、河谷形态的发展·····	(91)
二、地面流水对大陆地形的改造·····	(93)
第七章 地下水的地质作用 ·····	(94)
第一节 地下水概述·····	(94)
第二节 地下水的地质作用·····	(99)
一、岩溶作用及岩溶地形的形成·····	(99)
二、地下水的机械潜蚀作用·····	(105)
三、地下水的沉积作用及其产物·····	(106)
第三节 地下水及岩溶对国民经济的意义·····	(108)
一、地下水的国民经济意义及地下水的寻找·····	(108)
二、溶岩与生产建设的关系·····	(109)
第八章 冰川的地质作用 ·····	(110)
第一节 概述·····	(110)
一、冰川的形成·····	(110)
二、冰川的运动·····	(111)
三、现代冰川的分布及其类型·····	(113)
第二节 冰川的地质作用·····	(115)
一、冰川的刨蚀作用及冰蚀地形·····	(115)
二、冰川的搬运作用·····	(118)

三、冰川的沉积作用和堆积地形·····	(119)
第三节 古代冰川活动的研究·····	(121)
第九章 风的地质作用 ·····	(124)
第一节 风蚀作用·····	(125)
第二节 风的搬运作用·····	(127)
第三节 风的沉积作用·····	(129)
一、风成沙粒沉积·····	(129)
二、黄土沉积·····	(133)
第十章 湖泊及沼泽的地质作用 ·····	(136)
第一节 湖泊及沼泽的地质作用概述·····	(136)
一、湖泊及沼泽·····	(136)
二、湖泊地质作用概述·····	(136)
第二节 潮湿气候区的湖泊及沼泽的沉积作用·····	(138)
一、碎屑沉积·····	(138)
二、化学沉积·····	(139)
三、生物沉积·····	(140)
第三节 干旱气候带湖泊的沉积作用·····	(143)
第十一章 海洋的地质作用 ·····	(146)
第一节 概述·····	(146)
一、海水的物理和化学特性·····	(146)
二、海水的运动·····	(149)
三、海底地形·····	(153)
四、海洋地质作用的一般特点·····	(154)
第二节 滨海区的地质作用·····	(155)
一、冲蚀作用及海岸地形的变化·····	(156)
二、搬运作用及沉积作用·····	(158)
第三节 浅海区的沉积作用·····	(163)
一、陆源碎屑沉积·····	(163)
二、化学沉积·····	(164)
三、生物沉积·····	(166)
四、地壳运动对浅海沉积物分布及组合的影响·····	(169)
第四节 半深海及深海区沉积作用·····	(170)
一、半深海区的沉积作用·····	(170)
二、深海区沉积作用·····	(171)
× × ×	
外力地质作用的一般规律性·····	(173)
自然地理环境对外力地质作用的制约性·····	(175)
第十二章 构造运动 ·····	(177)
第一节 构造运动的概念·····	(177)
第二节 现代及新构造运动的表现·····	(177)

一、升降运动的表现	(177)
二、水平运动的表现	(180)
第三节 地质历史时期构造运动的表现	(182)
一、升降运动在地质剖面中的表现	(182)
二、地壳运动在岩石变形上的表现	(184)
第十三章 构造变动	(186)
第一节 构造变动的概念	(186)
第二节 岩层的产状	(186)
一、岩层的概念	(186)
二、岩层的产状要素——走向、倾向和倾角	(187)
三、水平岩层、倾斜岩层和直立岩层的特点	(187)
第三节 岩石变形的概念	(191)
一、力和变形	(191)
二、岩石变形的特点	(192)
第四节 褶皱构造	(192)
一、褶曲的基本类型	(193)
二、褶曲要素	(193)
三、最常见的褶曲及其特征	(196)
四、褶皱的概念	(197)
五、褶皱形成时代的概念	(198)
第五节 断裂构造	(199)
一、节理	(200)
二、断层及断层要素	(201)
三、常见的断层类型	(202)
四、断层识别的一些标志	(205)
五、断层形成时代的概念	(206)
第十四章 地震	(208)
第一节 地震现象	(208)
第二节 地震的产生及传播	(210)
一、地震的类型	(210)
二、地震的传播	(211)
三、地震的烈度	(212)
第三节 地震与地质构造的关系	(216)
第四节 地震区划和地震的预测、预防问题	(220)
一、地震区划	(220)
二、地震的预测和预防问题	(221)
第十五章 岩浆作用	(222)
第一节 岩浆的喷出作用——火山活动	(222)
一、火山及其活动的一般现象	(222)
二、火山活动的产物	(226)

三、火山活动的类型·····	(230)
四、火山岩(喷出岩)的特征·····	(234)
五、火山的地理分布及研究火山意义·····	(236)
第二节 岩浆的侵入作用·····	(237)
第三节 岩浆的演化·····	(240)
一、岩浆的分异同化作用·····	(240)
二、岩浆成矿作用的概念·····	(241)
第十六章 变质作用 ·····	(244)
第一节 变质作用的因素·····	(244)
第二节 变质作用的类型·····	(246)
一、接触热变质作用·····	(246)
二、气成水热变质作用·····	(247)
三、动力变质作用·····	(248)
四、区域变质作用·····	(248)
第十七章 地壳发展的一般规律 ·····	(250)
第一节 地质作用及其发展的一般规律·····	(250)
一、地质作用间的普遍联系和相互制约·····	(250)
二、地质作用的差异性·····	(251)
第二节 地壳构造的主要特征及其发展规律·····	(251)
第三节 全球构造学——板块构造学说对地壳运动分布规律的解释·····	(252)

绪 论

第一节 地质学的任务及分科

一、地质学的研究对象及任务

地质学是研究地球的科学之一，它的研究对象是地球的固体部份，主要是研究地球的表层——地壳及其发展过程。

地质学在理论上主要研究：

1. 地壳的物质组成；
2. 引起地壳组成成分、地壳和地球内部构造，以及地表形态的形成和改变的动力过程和规律；
3. 地壳及地表古代自然地理环境的发展历史，以及古代生物的演化史。

在经济实用上主要研究：

4. 有用矿产的形成和分布的规律，矿产的寻找和勘探的方法，适宜农业、工业、交通运输等建设的场地选择和设计施工中应注意的地质问题。

由上述内容可以看出，地质学是从地球的历史和现状两方面来研究地球的。在研究地球的历史时，既研究无机界也研究有机界；在研究地球的现状时，主要是研究无机界，只有当有机界影响到无机界时，才涉及产生影响的有机界。

地质学的理论成就不仅充实了人类的知识宝库，为人类改造、利用自然提供了根据，同时还是捍卫辩证唯物主义，打击唯心主义和宗教邪说的有力工具。地质学在实用研究上的成果，对人类的生产和生活资料的取得有着极重要的作用。农业需要的水、化学肥料的原料；轻重工业、交通运输等事业，以及原子能、火箭、无线电电子等现代尖端技术所需要的原料和燃料，都是依据地质学的理论和方法从地下寻找出来的。现代地质学是任何一个国家进行建设时不可缺少的科学部门。

二、地质学的分科以及和其它科学的关系

任何一门科学的分科都是与该门科学的学科任务，生产的要求，以及当时的科学水平分不开的，纵观现代各科学的分科的总趋势是：初期分科不多，其后分科越来越细；到近代则是某门科学的一个分枝与别的有关科学相结合而形成边缘科学。

地质学在完成前述各项任务时，不仅研究的对象不同，而且采用的研究方法也必然有差别。因而与地质学的研究任务相适应，现代地质学又分出了许多互相连系，但又具有独立性的分枝学科，与地质学研究任务相适应的基本分科见表 I—1。

结晶学 结晶学是研究矿物晶体的形成、外部形态、内部构造以及晶体的物理化学性质的科学，它与矿物学的关系密切。

矿物学 矿物学是研究矿物的成分、构造和生成条件的科学。

岩石学 岩石学是研究岩石的矿物和化学成分、产状、分布、分类和成因的科学。岩石学

地质学的任务与分科关系

表 I—1

	地 质 学 的 研 究 任 务	基 本 分 科
一	地壳的物质组成	结 晶 学 矿 物 学 岩 石 学
二	引起地壳成分,构造,地表形态以及地壳和地球内部构造的形成和变化的地质作用和规律	外动力地质学 内动力地质学 (构造地质学 地质学 大地构造学)
三	地壳发展的历史	古生物学 地 层 学 地 史 学
四	农业、工业、交通运输等事业上的实用问题	矿 床 学 工程地质学 水文地质学

已进一步划分成沉积岩石学、岩浆岩石学、变质岩石学。

构造地质学 构造地质学是研究组成地壳的岩石中的各种构造形态特征、分类,以及形成的条件和过程的科学。

大地构造学 大地构造学是研究构造形态的空间分布、形成历史以及形成构造的地壳运动原因和发展规律的科学。

古生物学 古生物学是根据动植物化石来研究古代生物界的种属关系、形态特征和演化的科学。

地层学 地层学是研究岩层形成的层序和时代的科学。

地史学 地史学是研究整个地壳发展历史的科学。

矿床学 矿床学是研究可供工业开采的金属、非金属以及可燃矿产在地壳中形成、分布的规律的科学。

工程地质学 工程地质学是研究工程建筑的地质基础,以及供建筑用的土壤、岩石的工程力学性质的科学。

水文地质学 水文地质学是研究地下水的来源、水质、储量,以及运动状况和分布规律的科学。

因此,以自然界某方面为研究对象的自然科学必然也是各有专职、各有分工,并且彼此也是有联系的。同时,生产实践中提出来要求自然科学解决的问题,有时是涉及两门,或两门以上科学的研究范围的,为了阐明复杂的自然界某方面的规律,为了满足生产上多方面的要求,自然科学需要互相协作。这样就促使自然科学某些部门结合起来,形成介于两门或两门以上的边缘科学。地质学或其分科中的一门或几门与有关自然科学或其分科相结合而形成的重要边缘科学有:地球化学(地质学与化学的结合),地球物理学(地质学与物理学的结合)、地貌学(地质学与自然地理学的结合),等等。

地球化学 地球化学是研究地壳的化学成分和化学元素在地壳内的分布、组合、迁移的规律,以及元素在成矿中的结合、凝聚和扩散规律的科学。

地球物理学 地球物理学是研究发生在地壳固体(岩石)部分的物理现象及其发生变化

规律的科学。

地貌学 地貌学是研究地球表面地形形态及其成因、形成年代和发展的科学。

除此以外,地质学还包括若干属方法性的学科如探矿工程、地球物理勘探等等。

由此可见,地质学要完成本身担负的使命,一方面要不断充实完善本门的理论和技术,同时还必须大力吸收物理、化学等科学的新理论、新技术来武装自己,促进自己进一步的发展。因此,象物理、化学、数学等自然科学的基本知识不仅是学习地质学的基础之一,而且也是生产和科学研究工作中不可缺少的工具。

普通地质学不是地质学的独立分科,而是学习地质学的一门基础课程。它主要介绍动力地质学的基本概念、基本知识,有关地球整体的一些基本特征,和地质学中一些最基本的知识与工作技能,为后修课程打下基础。

第二节 地质学的研究方法

科学的研究过程,是实践到理论,理论到实践的反复过程。

人们在实践中通过观察、实验等方式发现问题,取得资料,经过分析综合,作出判断,进而建立假说,并用它来解释自然现象,在实践中检验假说的正确性,看其能否正确充分地说明研究对象。假说,或者为事实证实,于是成为正确可靠的理论;或者为事实推翻,需另立新假说;或者只有部分是正确的,还要加以补充修改。如此反复,最后才成为科学定律。地质学的研究过程,理论建立的过程也正是这样的。

地质学的观察主要是在野外进行的,在野外将研究的矿物、岩石、地形等描绘下来作为理论研究的根据。由于地质学研究的地质作用,地质现象的规模十分巨大,实验室还不能全部都复制出来,而且它们形成的条件也很复杂,同一现象、同一后果可以在不同的条件下产生,尤其地质过程的长久性是实验室条件很难具备的,地质学在研究地壳的现状时,不得不以观察为主,而实验法在目前还受到一定的限制,不能应用到地质学的各部门中,只能部分地在矿物、岩石的形成,地壳某些地形的形成和岩石变形过程等研究上使用。

这里应该指出的是,由于科学技术水平的限制,地质学中的实验现在多数是模拟实验,即只能作到与自然界存在的条件(温度、压力、时间及规模等)相似的模型实验。尽管如此,实验法在地质学中的应用范围,必然随着科学技术水平的提高而不断扩展。

随着科学技术的发展,许多观测和分析仪器尤其是精密仪器,如电子显微镜等在地质科学中的应用,运用仪器观察和分析组成地壳的物质成分及其形成,也是地质学研究方法的重要方面。

地球的历史是地质学主要研究任务之一。历史是不能重演的,实验法不能用来研究地壳发展历史,只能根据历史遗迹来恢复古代地球上有机界和无机界的演变历史。地质学用来研究地球古代历史的方法原则,叫“历史比较法”。

历史比较法的基本原理是这样的。根据大量的实际资料证明,发生在过去地质时期内的地质作用,以及由这些作用引起的地质过程和结果,与现在进行的作用和其引起的过程和结果有许多相似之处。因此,研究现代的地质作用,研究现代地质作用发生的环境及作用过程和结果(如沉积物和地形等),并将它们与保存下来的古代的岩石、生物遗体、掩埋地形等加以比较,就能大致地把地质时期发生过的地质作用和自然地理环境恢复起来。

例如,在北京周口店的某层石灰岩中发现有珊瑚化石,而珊瑚现在只能生存在热带平静清洁的浅海中,所以,周口店地区在古代某一时期曾一度是温暖的浅海区。

地球是不断发展的,不仅生存在地球上的有机界是发展进化的,而且无机界也是发展变化的。古代地质作用及其造成的后果与现代地质作用及其造成的后果的相似程度,是随着距现代的时代久远而有变化,地质时代越老的,其独具的特点也就越多,与现代的共同之处就越少。例如,在五亿年以前,生成在海洋中的含铁石英岩,就是与当时特定的大气成分及海水特性有关,而在现代的海洋中是不能形成的。所以在用现代地质作用的规律作为对比古代地质作用时,决不能机械对比,而应该考虑到有机界及无机界的发展。为地质学历史比较法奠定基础的是英国地质学家查·莱伊尔(Charles Lyell 1797—1875)。他继承了前人的成果,在他著的《地质学原理》(1730—1833)一书中第一次用丰富的资料系统地论证了古代地质作用与现代地质作用的相似性,并提出了地质学中的现实主义原理——“现在是了解过去的钥匙”。莱伊尔虽然正确地认识了古代地质作用与现代地质作用的相似性,但是他却忽略了两者之间的差异性。关于这点,恩格斯在《自然辩证法》中早已给予了正确的批评:“莱伊尔见解的缺点——至少在其最初的形式中——是在于:他认为在地球上起作用的各种力是不变的,无论在质上或量上都是不变的。地球的冷却对于他是不存在的;地球不是按照一定的方向发展着,它只是偶然地、毫无联系地变化着”^①。

第三节 地质学发展简史

科学发展史的研究,对正确地评价、批判地继承前人的成果,了解某门科学的发展规律,指明今后发展的方向和道路有着重要的意义。

科学的发展都是受社会生产力的发展、社会制度、哲学思潮以及科学资料的累积程度的影响的。地质学是从生产实践中诞生、成长起来的,矿业的发展是地质学的主要推动力,而地质学某种学术思潮的兴起和衰落则与社会制度的更替以及科学水平有关。

地质学的历史可以划分为:古代地质思想的萌芽,地质学的创立,近代地质学的发展三个阶段。由于中国的情况与西欧不一样,另立一节叙述。

一、远古至十八世纪地质思想的萌芽

地质学成为独立的科学虽然只有200年的历史,但是地质思想的萌芽却有着悠久的历史。

远古的人类在为获得生活资料与自然斗争中,逐渐地学会了有选择地利用岩石、矿物来作劳动工具和武器。世界上具有悠久历史的古老民族——印度人、巴比伦人、埃及人和希腊人等,在公元前几百年或千年前就先后学会辨别铜、金、银和铁等矿石,并掌握了开采和冶炼的技术。古代文明民族对自然界的观察以及对自然现象的解释,可以从流传下来的古老神话和哲学著作中发现。古希腊学者毕达哥拉斯(Pythagoras,约公元前571—497年)亚里士多德(Aristotel,公元前384—322年)等对火山现象、河流三角洲的形成等作过一些有价值的观察,并且正确地解释了岩石中的贝壳化石是由于古代海洋变迁和大陆运动形成的。当然,这些还算不上系统的地质知识,而只是自发的带朴素辩证唯物主义的地质思想萌芽。

在封建时代的欧洲,是教会对人们思想统治的黑暗时代。人们的生活言行要符合圣经的说教,对自然现象的解释当然更不能离开圣经的记载。当时的僧侣学者和经院哲学家们认为“地球及其上的一切都是生来就如此”,唯一能够改变地表特征的,是圣经上提到的上帝为惩罚人类而发的“大洪水”;动植物化石或者是大洪水的证据,或者是上帝毫无目的而制成

^①恩格斯:《自然辩证法》人民出版社 1959年版,第10页。

的消遣品。因为，古代希腊、罗马人有关地质作用的自发的辩证唯物主义思想被泯灭了，地质思想在这段漫长的时期内未得到发展。

文艺复兴时期，对地质作用有卓越见解的代表人物有意大利著名学者、画家利奥那多·达·芬奇（Leonardo da Vinci，公元1452—1519年），他在领导开凿运河时在岩石中发现了海生贝壳化石，由此得出该地曾经是海洋的结论，并认为山脉不是骤然升出海面的，海陆轮廓是慢慢改变的。他还认为，现在的变化可以用来了解过去。由于达·芬奇掌握了正确解释地质现象的现实主义原理，因而他坚决否认世界有过“大洪水”，并断定地球的历史是极长久的，决不是如圣经上说的，地球只有六、七千年的历史。

中世纪教会的统治者，不仅公开地大力支持歪曲地球起源及地质现象的解释以欺骗人民大众，维护教会的统治；而且还通过宗教裁判所迫害一切坚持真理，敢于提出与圣经相抵触的看法的人。例如，文艺复兴时代的波兰天文学家尼古拉·哥白尼（N·Copernicus，公元1473—1543年）在其临终时才敢发表他的太阳为宇宙中心的学说，否定了教会的地球中心说以及人为上帝骄子的邪说。哥白尼学说的继承和补充者，意大利学者基奥达·布鲁诺（Giodano Bruno，公元1548—1600年）进一步提出了星的世界是无穷的，宇宙中包含有无穷的世界，它们处在形成和破坏的循环运动状况中。由于布鲁诺反对教会的教义，因而被宗教裁判所活活烧死。

到十八世纪初期以前，虽然有部分学者继承了古代希腊、罗马人对自然现象的正确思想，但是大多数人仍坚持宗教的偏见和形而上学的观点。恩格斯在《自然辩证法》中说道：

“然而这个时代的特征是一个特殊总的观点的完成，这个总观点的中心是关于自然界的绝对的不变性的见解。不管自然界本身是怎样产生的，只要它一旦存在，那末在它存在时候它始终总是这样。”①

二、科学地质学的创立时期

中世纪末手工业的发展促进了生产力进一步提高，工场手工业的兴起，为近代工业创造了条件。十八世纪欧洲产业革命的出现，对煤、金属矿产的要求日益增加，生产促进了地质调查工作，为地质学的提高积累了大量的资料。同时，在中世纪形成的世界不变观念，在这时已受到冲击，被打开了缺口，自然界是发展的观念逐渐为人们所承认。科学地质学成立的前提具备了。公元1755年德国哲学家康德（Immanuel Kant，公元1724—1804年）出版了《自然通史和天体理论》。在这本书中康德取消了神的创造权力，提出地球和太阳系有自己的历史，它们是在时间进程中形成的，恩格斯对康德的理论给予了很高的评价，认为他打开了万物不变的僵硬自然观的第一个缺口。康德的太阳系起源的理论，对宇宙论和地质学中进步思想的发展有很重要的影响。

在地质学的创立时期，学术思想的论战对地质学的发展起了十分重要的作用。这时期对立论战的派别有：火成论者与水成论者的斗争，灾变论者与均变论者的斗争。这些学派的斗争实质上是对自然界唯物主义解释与唯心主义解释的斗争。这两种论战最后以火成论和均变论取得胜利而暂告结束，地质学也随之而成为独立的科学。

在地质学的创立过程中，魏尔纳、郝屯、斯密士、莱伊尔都有过杰出的贡献。

水成论者和火成论者的论战

水成论——认为地壳变化的主要动力是水。这一派著名代表人物为德国地质教育家魏尔

①恩格斯：《自然辩证法》人民出版社，1959年版第7页。

纳(A.G.Werner, 公元1750—1817年)。他是德国弗莱堡矿业学院的矿物学教授,在矿物的研究上作了许多工作。由于魏尔纳善于讲演的口才和丰富的知识,他的教学活动吸引了欧洲许多人前往弗莱堡学习,在他的学生中,有的后来成为德国著名的学者,如来奥波·布赫(Leopold von Buch, 公元1774—1853年)和亚历山大·洪堡德(Humbolt, 公元1769—1859年)。魏尔纳的教学活动对地质学的传播在当时起了很大作用。但是,魏尔纳在其学生中获得的权威和对他的崇拜,使得他的错误观点成为地质学发展的障碍,同时也抵消了他所致力的工作——推动地质学发展的作用。

水成论者——魏尔纳及其学生们,认为地壳上所有的岩石都是由原始海洋的混沌的海水中在全世界同时依次形成的,这些沉积物在形成后地壳就没有遭受过变化。他们否认地壳运动,认为地壳上岩层的倾斜和弯曲是岩层向下塌陷的结果,而火山则是煤和硫磺在地下燃烧的缘故。水成论者对岩石的沉积成因,以及叠置的岩石是不同时期先后形成的看法是正确的。但是他们认为一切岩石无论是沉积岩,还是花岗岩、玄武岩都是世界洪水期形成的;不承认地壳运动,认为地壳生成后无变化等观点是错误的。

火成论——认为地壳的变化动力是地内火,是水成论的对立学派。这派的代表者是苏格兰地质学家詹·郝屯(J.Hutton, 公元1726—1797年)。郝屯第一个发现了花岗岩脉穿插进沉积岩中的接触关系,他认为“从地球现在的构造中可以看到旧世界的废墟,现时组成我们大陆的地层,原先是在海水下面,而且是由先成大陆残屑所构成。同样的力量,现时还在用化学分解或机械破坏的方法,毁坏最硬的岩石,还在把物质向海里搬运,它们在那里散布开来,形成与较古地层相同的地层。它们虽然疏松地铺在海底,但是将来会受火山热的影响而发生变化和固结,最后则被隆起,破裂和扭曲”^①。由此可以看出,火成论者基本上正确地确定了岩浆岩、沉积岩、变质岩的成因,确认花岗岩是地内熔融体结晶而成的。火成论者认为地壳是处在一个没有开始没有终结的重复变化过程中,认为地球上过去的一切变化都是由类似现存作用的缓慢作用的结果。火成论者认为地壳发展是机械重复的观点虽然是片面的,但无疑要比水成论的永不变化的论点进步。

尽管火成论比水成论的观点要进步,但是由于水成论的观点与教会所提倡的“世界大洪水”说无抵触,因而水成论得到了当时教会的支持,同时由于水成论者把魏尔纳的观点视为不可更改的教条,因而阻碍了火成论正确观点的传播。直到十九世纪初叶由于魏尔纳的学生布赫和洪堡德(当时水成论的代表人物)到火山区域考察,脱离水成学派,接受了火成论的观点后,火成论才得到普遍的承认。

水成论与火成论的论战,使得用唯物主义解释地质作用的观点在地质学中得到了流传,火成论的胜利是对自然界不变性的观点一个沉重的打击。

均变论与灾变论的斗争

水成论与火成论的斗争过程中,地质学已积累了相当丰富的资料,一些基本的理论概念已初步形成,但是以地球发展史为主要研究任务之一的地质学,还缺乏确定组成地壳的岩层相对年代和正常顺序的知识,以及研究地壳发展历史的方法原则。这些重要的方法原理在十八世纪末到十九世纪初才由斯密士、居维叶、和莱伊尔等来完成。

地质学在建立研究地壳历史的方法和原则的过程中,灾变论者与均变论者展开了激烈的

^①引自C·莱伊尔:《地质学原理》第一册,科学出版社,1959年,第37页。

斗争。

斯密士 (William Smith, 公元1769—1839年) 是英国的土地丈量员, 他在开凿运河的工作中发现相邻地层中有相似的化石, 而相隔甚远的地层中所含的化石却极不相同, 他指出研究地层中的化石可以确定岩层的生成顺序。斯密士编制出了第一幅地层表——英国沉积地层表, 他独立绘出反映不同年代的地层分布的英吉利、威尔士和苏格兰的地质图, 为地层学中生物地层学及地质制图学打下基础。

斯密士利用化石来确定地层年代的观点在法国为居维叶 (G. Cuvier, 公元1769—1832年) 等证实和发展, 居维叶等编出了以生物化石为依据的地质图。但是, 居维叶认为不同时代地层中的化石的种类不同, 是由于地球曾经发生多次周期性灾难引起的, 每次大灾变都彻底改变了地表形态, 并使所有的生物毁灭; 灾变后地球上再重新繁衍生物。居维叶的灾变观点否认了地球的自然发展过程, 而把变化归之于不可知的原因。恩格斯对灾变论给予了严正的批判, 他说: “居维叶的地球革命的理论在词句上是革命的, 而在实质上是反动的。他以一整系列的重复的创造行动代替了上帝的单一的创造行动, 使神迹成为自然界的根本的原动力。”^①

反动的灾变论虽然不断地遭到进步学者的反对, 但是给予灾变论以决定性打击的是持进化论观点的英国地质学家莱伊尔^②。

莱伊尔继承了在他以前的学者的进化论观点, 以大量的实际资料论证了自然的发展历史是长期的, 并且指出为了解释地球的历史, 用不着求助于超自然的神力和灾变, 因为在人们平常看到的微小自然力——风、河流、潮汐、火山、地震等在千百万年中长期的作用, 就能够使地壳的面貌发生很大的改变, 而过去那些对地质现象的荒唐解释, 是由于人们头脑中的偏见——把漫长的地质历史缩短, 观察范围的局限性, 和不善于思维等引起的。莱伊尔不但继承了他以前的先进学者的进化论思想, 而且加以发展, 为地质学概括出研究地壳过去历史的方法原理——现实主义原理, “现在是认识过去的钥匙”。

莱伊尔的“地质学原理”一书的问世, 标志着地质学中进化论思想更进一步的发展, 莱伊尔的理论达尔文 (C.R. Darwin, 公元1809—1862年) 的有机界的进化论, 使得地质学中进化论学派获得了胜利, 地质学走上健康的发展道路。

到这时地质学不仅有独特的研究对象, 而且有了完成自己研究的重要使命——地球发展历史的方法原理。科学地质学建立了。

三、近代地质学的发展 (19世纪中叶——现在)

产业革命推动工业迅速发展, 各个新兴的工业部门向地质学提出了多方面的要求。如冶金上马丁氏炼钢法的发明, 以及冶炼合金钢的发展, 冶金工业需要大量的矿石、煤和辅助材料; 在交通上使用汽车、飞机对石油的需要也大大增加。这些都促进了地质学的发展。在这个阶段内西方各资本主义国家开展了大量的区域地质调查工作, 并先后成立了国家地质机构

^① 恩格斯: “自然辩证法” 人民出版社, 1959年版, 第10页。

^② 在莱伊尔之前, 除了本节已介绍的达·芬奇, 郝电已发现和运用现实主义原理来解释地质现象之外, 此外还有俄国的米·瓦·罗蒙诺索夫 (М. В. Ломоносов, 公元1711—1765年, 可参考1773年他著的“论地层”) 我国宋时学者沈括和朱熹 (参看中国古代地质思想萌芽一节)。

以适应生产的要求。如英国的是1835年成立的，奥地利的成立于1849年，法国的成立于1855年，等等。国家地质机构的建立说明地质学已为人们普遍重视，成为生产和生活中不可缺少的重要部门了。区域地质调查工作的开展，欧美地质学家不仅掌握了欧美大陆的区域地质资料，而且也收集了非洲、印度、印度尼西亚等地区的地质资料，为地质理论的概括作了准备。同时欧美一些地质学家还以某一地区（如欧洲的阿尔卑斯山，美洲的阿帕拉契山）为研究的基地，从事了系统的研究工作，并以这些基地的资料为主，总结出了地质学中许多部门的系统理论。显然这些理论是带有地区性的，要把这些理论的运用范围扩大，需要学术交流和地质学家的经常合作。

1878年在巴黎召开的第一次国际地质学会（现在已开了26届）就是适应这一要求而举行的。国际地质学会的活动，扩大了各国地质学家的见闻，交流了工作方法和成果，制定了地质学中一些术语和图例的使用。近代是物理和化学等科学的飞速发展时期，这些学科的新成就对地质学的发展有很大的推动。例如，门捷列夫元素周期律的发现，推动了矿物学按照化学元素来划分矿物的种类；伦琴射线引入地质学中使结晶学由外部特征的描述深入到晶体的内部；尼科尔偏光镜在显微镜上的装置，使岩石学对各种岩石鉴定方法准确精密起来，为岩石科学分类创造了前提。同时，以物理、化学的理论为根源的实验方法，在矿物、岩石的形成中也逐步得到通用。实验法在地质学中的使用，不仅提高了对矿物、岩石的生成条件的认识，尤其重要的是，它标志着地质学已开始从定性的描述阶段，向着精度高的定量阶段发展。

地质领域中各方面成就的增长，以及在其他科学新成就的促进下，地质学中着重研究某些问题的部门，先后成为具有专门研究方法的独立分科。如矿物学、结晶学、岩石学以及构造地质学等等。

随着物理、化学等科学的新成就输入地质学领域的增长以及地质学的要求，到19世纪末—20世纪初时，在地质学与这些科学的结合上出现了一个新的开端，这就是地质学或其中某一基本分科与物理、化学或它们的某一分科的系统结合，形成了一些主要的边缘科学——地球化学、地球物理学等。边缘科学的诞生是地质学中重大的事件，他标明地质学已不是初期的只从个别现象或某些方面来研究地球，而是有系统地来研究组成物质（化学元素）在地球上的运动规律；不是象初期那样研究的深度只触及地壳的表层，而是深入到地球内部了。

第二次世界大战以来，在生产力和科学技术的发展的促进下，地质学也在迅速发展。地质科学的进展主要表现为：由于运用电子显微镜等精密观测和分析仪器，以及各种精密实验仪器，并运用电子计算机处理地质数据，地质学已深入对组成地壳的物质的微观甚至超微观的研究，并通过实验手段揭示了许多地质作用、现象形成的机理，地质学进入了定量判释阶段；由于人造地球卫星、宇宙航行和遥感技术的发展，目前已能从高空对地球作反复的宏观的研究，揭示了许多在地面无法发现的反映了地球深部构造的特征的现象，为以全球观点来分析地质问题奠定基础。同时，人类也可以直接或间接的研究月球、火星、水星的地质特点，建立宇宙地质学，为深入研究地球提供资料；由于深海探测和钻探技术，深海潜水技术的进展，大大推动了海洋地质学的发展，在占地球表面的70%以上的海底取得大量地质资料，使人们摆脱了只从大陆地质资料研究地球的局面，不仅能从全球观点研究地球，同时也从海洋地质资料的总结中发展了地质理论；随着矿床勘探、水文地质、工程地质等应用科学的发展，刷新了许多地质理论，发明了不少新的勘探和研究的方法技术。在充分利用各种矿产资源的同时，还发展了研究如何合理利用资源，防止环境污染的环境地质科学。与此同时还不

断出现新的学科分支和边缘学科。

第四节 中国地质学发展简史

一、中国古代地质思想的萌芽①

我国是世界上的文明古国之一，不仅在文学艺术等方面对人类文化有过杰出的贡献，在矿产的利用和地质作用的认识上，同样显示了我们中华民族是一个勤劳智慧的民族。

我国史前时期经历了五、六十万年，在这漫长的岁月里，我们的祖先逐步认识并利用了二十一种（包括异种）矿物和三十多种岩石②，为我中华民族在世界古老文化的行列中名列前茅奠定了有力的基础。

在陕西省中部蓝田县陈家窝村和公王岭蓝田猿人（*Homo erectus lantianensis* Woo, 1964）化石层中发现的旧石器中，就有③：脉石英、石英岩、石英岩砾石、细石英砂岩和黑色燧石。在北京房山县周口店第一地点那一层距洞顶24米的堆积物里的3700多件石器中，脉石英占78%，石英砂岩占18%，燧石占3%，水晶占1%④。从这些实际材料里，明显地可以看出蓝田猿人和北京猿人（*Homo erectus pekingensis*）制作石器的取材是有所选择的。他们主要是选取硬度较大的脉石英、石英砂岩、燧石和水晶等。远在五、六十万年以前的旧石器时代早期，相距遥远的蓝田猿人和北京猿人，先后都主要选用成分为二氧化硅的矿物或岩石来作工具（石器），这决不是偶然的巧合，而是他们认识这些矿物、岩石的某些物理性质的必然结果。

人类社会经历了旧石器时代之后，就进入了中石器时代和新石器时代。从丰富的考古出土实物充分反映出畜牧业及最原始的农业逐渐代替渔猎生活，后来由于农业的发展，游牧生活又逐渐转向定居生活。随着原始社会的这种发展变化，对于作为生产工具原料的矿物、岩石的认识，无论在品种的数量和物理、化学性质方面，都随着不断地增加和深化。

在甘肃武威皇娘娘台新石器时代晚期（距今约四千多年）遗址里，出土有二十三件红铜器⑤，经分析后说明，这些铜器是取材于纯铜（自然铜）制成的。这是我们祖先（或者说人类）认识和利用的第一种金属。此后发展到商（公元前16世纪—公元前11世纪）、周（公元前11世纪—公元前771年）时期，不仅铜器的数量增多，而且已经使用铜、锡合金（青铜）来铸造各种铜器，形成了历史上的“青铜时代”。如现陈列于北京历史博物馆的“司母戊鼎”即为商代晚期的遗物。它通耳高133厘米，横长110厘米，宽78厘米，重达875公斤。这样巨型的铜器，是目前我国出土青铜器中最大的，也是世界青铜器中所罕见的。

春秋时代（公元前770年—公元前476年）末期，我国已经开始用铁（有的铁器是生铁铸造的，这比欧洲出现生铁早一千九百多年⑥！），经过战国（公元前475—公元前221年）

①本节系李仲均、王根元同志编写。

②李仲均、王根元：《我国史前人类对于矿物岩石认识的历史》，《科学通报》1975年5期，208—215页。

③戴尔俭、许春华：《蓝田旧石器的新材料和蓝田猿人文化》，《考古学报》1973年2期，1—11页。

④贾兰坡：《中国猿人》，龙门联合书局，1951年，84—85页。

⑤甘肃省博物馆：《甘肃武威皇娘娘台遗址发掘报告》，《考古学报》1960年2期。

⑥北京钢铁学院《中国冶金简史》编写小组：《中国冶金简史》，科学出版社，1978年2月，44页。

到秦（公元前221年—公元前207年）、汉（公元前206—公元前220年），铁器广泛使用，逐渐形成了历史上的“铁器时代”。

我们完全有理由推测，无论是“青铜时代”还是“铁器时代”，当时人们已经具有寻找和识别铜、铁、锡等矿石的地质知识是毫无疑问的。

关于矿产知识的记载，在我国许多古籍和各地的历代地方志中都可以找到。在春秋和战国交界时代成书的《管子》^①和稍后一些战国时成书的《山海经》^②中就有不少关于矿产的记述。《山海经》的《五藏山经》部分共记载了二百二十六处矿产，其中金矿149处，银矿12处，铜矿23处，铁矿37处，锡矿5处。这些矿藏有些地点比较明确，现在都可以证实^③。所以，《山海经》是世界上最早记载矿产的地质文献。《管子·地数》记有：“出铜之山，四百六十七山；出铁之山，三千六百九山。”“山上有赭者，其下有铁；上有铅者，其下有银；上有丹沙者，其下有钒金；上有慈石者，其下有铜金，此山之见荣者也。”这一段文字包括了金、银、铜、铁、铅、汞六种矿产，分组说明它们的上下关系，是西汉以前劳动人民通过找矿采矿实践所得出来的经验总结，在古代矿业开发史上具有特别重要的意义^④。

明代李时珍（公元1518—1593年）所著《本草纲目》于1596年出版，总结了我国历代药用矿物的知识，其中提到了二百多种矿物、岩石和化石的名称。

煤很早就被认识了。煤的名称大体上经过如下的演变：石涅（先秦，见《山海经·西次二经》）——石墨（汉、魏）——石炭（晋至元）——煤（明至今）。考古发掘表明，西汉时（公元前206—公元前8年）已用煤作为炼铁的燃料^⑤。明代宋应星（公元1587—？）在《天工开物》中把煤分为三种：明煤、碎煤和末煤。这是宋应星按照物理性状（如块度和火焰等）以及用途对煤进行分类，在当时是比较先进的。至于说到煤的产地，在许多古籍中都有记载，其中许多产地至今仍是重要的产煤基地。如宋时的《太平寰宇记》中指出：“乐平县（即今江西省乐平县）乐平山，有石如墨”；《明一统志》太平府记有：“阳曲、太原、榆次、寿阳、清县交城、静乐出产煤炭”；又顺天府记有“房山县出石炭”（即今北京门头沟煤矿）；等等。

石油，早在东汉（公元25年—220年）时就知道了。在我国古代文献中，石油这个名称首见于北宋时沈括（公元1031—1095年）所著的《梦溪笔谈》^⑥。在此以前，多称石油为石漆”。在《汉书·地理志》、晋张华《博物志》、《北史·西域传》、唐《元和郡县志》等书中，都分别记载了甘肃玉门、酒泉、敦煌；陕西延长、肤施；新疆库车、乌苏、昌吉等地盛产石油以及石油的一些性状。《梦溪笔谈》卷二十四中，开始提到“石油”这个名称。沈括说：“鄜延境内有石油，旧说高奴县出脂水，即此也。生于水际，沙石与泉水相杂，惘惘而出，土人以雉尾裹之，乃采入缶中，颇似淳漆，燃之如麻，但烟甚浓，所沾帷幕皆黑。

①《管子》一书系齐管仲弟子及再传弟子等收集管仲（公元前？—公元前645年）的言行汇集而成，其中有关矿产记载的见《地员篇》、《海王篇》和《地数篇》。

②《山海经》的成书年代，争论很多，按顾颉刚及小川琢治的看法，其中《五藏山经》部分是战国（公元前475—公元前221年）时的著作。

③见许顺湛：《〈山海经〉是一本好书》，1962年8月28日光明日报。

④夏湘蓉、李仲均、王根元：《中国古代矿业开发史》，地质出版社，1980年7月，318页。

⑤同④书，391页。

⑥同④书，391页。