

高等学校试用教材

# 地质学基础

宋春青 张振春编著

人民教育出版社

1978年·北京

地质学基础

宋春青 张振春编著

\*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

\*

1978年4月第1版 1979年2月第2次印刷

书号 12012·04 定价 1.55 元

# 目 录

## 绪 论

一、地质学的对象、内容和分科 .....	1
二、地质学的特点和研究方法 .....	2
三、地质学在地理专业中的地位和作用 .....	5
<b>第一章 地球的物理性质和圈层构造 .....</b>	<b>7</b>
第一节 地球的物理性质 .....	7
一、地球的形状和大小 .....	7
二、地球的物理性质 .....	8
第二节 地球的圈层构造和地质作用 .....	12
一、地球外部圈层 .....	12
二、地球内部圈层 .....	13
三、地质作用 .....	23
四、地质年代 .....	25

## 地壳的组成物质

<b>第二章 矿 物 .....</b>	<b>27</b>
第一节 矿物的基本特征 .....	28
一、矿物的形态 .....	28
二、矿物的化学性质 .....	37
三、矿物的物理性质 .....	42
第二节 矿物分类和重要矿物 .....	53
一、矿物分类 .....	53
二、重要矿物简述 .....	54
<b>第三章 岩 石 .....</b>	<b>96</b>
第一节 岩浆活动 .....	96

一、岩浆、岩浆活动和岩浆岩的概念 .....	96
二、岩浆的喷出作用——火山作用 .....	97
三、岩浆的侵入作用 .....	110
第二节 岩浆岩 .....	115
一、岩浆岩的化学成分和矿物成分 .....	115
二、岩浆岩的结构和构造 .....	120
三、岩浆岩的分类 .....	126
四、主要的岩浆岩 .....	130
五、岩浆岩多种多样的原因 .....	139
第三节 沉积岩的形成过程 .....	141
一、先成岩石的破坏阶段 .....	142
二、搬运作用阶段 .....	151
三、沉积作用阶段 .....	154
四、成岩作用阶段 .....	157
第四节 沉积岩 .....	159
一、沉积岩的组成成分 .....	159
二、沉积岩的颜色 .....	162
三、沉积岩的结构和构造 .....	163
四、沉积岩的分类和主要的沉积岩 .....	169
第五节 变质作用与变质岩 .....	181
一、变质作用的因素 .....	181
二、变质岩的特征 .....	181
三、变质作用的类型和主要的变质岩 .....	187
<b>第四章 矿床</b> .....	<b>203</b>
第一节 矿床的概念和分类 .....	203
一、矿床、矿石和矿体的概念 .....	203
二、矿产的工业分类 .....	204
三、矿床的成因分类 .....	207
第二节 内生矿床 .....	207
一、岩浆矿床 .....	208
二、伟晶岩矿床 .....	210
三、气化热液矿床(岩浆期后矿床) .....	211
第三节 外生矿床 .....	215

一、风化矿床 .....	215
二、沉积矿床 .....	220
三、可燃有机岩矿床 .....	222
第四节 变质矿床 .....	228
一、受变质矿床 .....	228
二、变成矿床 .....	228

## 地壳的构造变动

<b>第五章 地质构造</b> .....	<b>230</b>
第一节 地壳运动和地壳成层构造 .....	230
一、地壳运动概述 .....	230
二、确定地质历史时期地壳运动的方法 .....	236
三、水平岩层、倾斜岩层和岩层产状 .....	242
第二节 岩石变形分析的力学原理 .....	246
一、应力与变形 .....	246
二、应变椭球体及其运用 .....	254
第三节 褶皱变动 .....	258
一、褶曲要素 .....	259
二、褶曲的基本形式 .....	261
三、褶曲的形态分类 .....	262
四、褶皱构造形成的力学方式 .....	268
五、褶皱构造的野外分析方法 .....	271
六、研究褶皱构造的意义 .....	274
第四节 断裂变动 .....	275
一、节理 .....	275
二、劈理 .....	277
三、断层 .....	280
第五节 地质图的阅读和分析 .....	296
一、各种岩层产状和构造在地质图上的表现特征 .....	297
二、读地质图的步骤和方法 .....	301
<b>第六章 地质力学</b> .....	<b>303</b>
第一节 构造形迹及其力学性质鉴定 .....	304
一、构造形迹与结构面 .....	304

二、结构面的力学性质及其鉴定特征 .....	304
第二节 构造形迹的序次与等级 .....	316
一、构造形迹的序次 .....	316
二、构造形迹的等级 .....	319
第三节 构造体系 .....	320
一、构造体系的概念 .....	320
二、怎样鉴定构造体系 .....	321
三、构造体系类型的划分 .....	322
四、构造体系的复合与联合 .....	340
第四节 地壳运动问题 .....	343
一、地壳运动的方式和方向 .....	343
二、地壳运动的起源 .....	345
第五节 地质力学在地质工作中的应用 .....	350
一、地质力学在普查找矿方面的应用 .....	350
二、地质力学在水文地质方面的应用 .....	352
三、地质力学在寻找地下热水方面的应用 .....	352
<b>第七章 大地构造学说介绍 .....</b>	<b>354</b>
第一节 有关地壳运动的假说 .....	354
一、收缩说 .....	354
二、均衡说 .....	355
三、大陆漂移说 .....	356
四、对流说 .....	358
五、膨胀说 .....	359
第二节 地槽-地台学说简介 .....	360
一、地槽 .....	361
二、地台 .....	368
三、过渡区 .....	371
四、关于大地构造的若干理论问题 .....	372
五、对地槽-地台说的不同看法 .....	376
第三节 板块构造学说简介 .....	377
一、历史的回顾 .....	377
二、板块构造学说的诞生 .....	379
三、板块构造学说的论证 .....	385

四、对板块构造学说的不同看法 .....	388
<b>第八章 地震</b> .....	390
第一节 地震的成因类型 .....	391
一、构造地震 .....	391
二、火山地震 .....	393
三、塌陷地震 .....	397
四、水库地震和其他地震 .....	394
第二节 构造地震发展的一般过程和分类 .....	395
一、构造地震发展的一般过程 .....	395
二、构造地震的分类 .....	396
第三节 地震波、地震仪和地震谱 .....	397
一、地震波 .....	397
二、地震仪和地震谱 .....	399
三、震中位置和震源深度的测定 .....	402
第四节 震级和烈度 .....	404
一、震级 .....	404
二、烈度 .....	405
第五节 地震的分布规律 .....	414
一、地震的时间分布规律 .....	414
二、地震的空间分布规律 .....	416
第六节 地震预报 .....	424
一、地震区域划分 .....	425
二、地质构造分析 .....	426
三、历史地震分析 .....	429
四、地震前兆 .....	432

## 地壳的发展历史

<b>第九章 地史的研究方法和地质年代</b> .....	438
第一节 地史的研究方法 .....	438
一、地层的划分和对比 .....	439
二、岩相古地理分析 .....	445
三、构造历史分析 .....	450

第二节 地层单位和地质时代单位	451
一、地层单位	451
二、地质时代单位	454
三、地层符号	455
四、地质年代表	456
<b>第十章 各代地史概况</b>	<b>458</b>
第一节 前震旦亚代阶段	458
一、前震旦亚代的一般地史特征	459
二、世界前震旦亚代大地构造轮廓	461
三、中国前震旦亚代地史概况	463
四、前震旦亚代的自然地理特征及重要矿产	466
第二节 震旦亚代阶段	468
一、震旦亚代的一般地史特征	468
二、中国震旦亚界和古地理概况	472
三、震旦亚代的矿产	479
四、关于震旦亚界的划分和对比问题	480
第三节 早古生代阶段	482
一、动物界的第一次大发展——海生无脊椎动物时代	483
二、早古生代(加里东构造阶段)世界大地构造的轮廓和变化	487
三、早古生代中国地史概况	489
四、中国早古生代矿产	494
第四节 晚古生代阶段	495
一、晚古生代的生物界	496
二、晚古生代(海西构造阶段)世界大地构造的发展——从海洋向 陆地转化的重大变革时期	502
三、晚古生代中国地史概况	508
四、中国上古生界的特征	511
五、中国晚古生代矿产	515
第五节 中生代阶段	517
一、生物界的新发展	518
二、中生代世界大地构造的演化	523
三、中生代中国地史概况	526
四、中国东部中生界特征	531



五、中生代矿产 .....	535
第六节 新生代阶段 .....	537
一、新生代的生物界——被子植物时代和哺乳动物时代 .....	538
二、新生代阶段地壳发展的特征 .....	540
三、喜马拉雅运动和中国现代构造及地貌轮廓的形成 .....	543
四、第四纪大冰期 .....	546
五、中国第三系和第四系及有关矿产 .....	548
六、人类的出现 .....	555
参考文献 .....	561
后 记 .....	564

# 绪 论

## 一、地质学的对象、内容和分科

地质学的研究对象是地球。目前，人类的经济生活主要局限于地球表面，同时，也由于科学技术条件的限制，地质学研究的最主要对象是地球的表层，也就是地壳。

地质学研究的主要内容是：地壳的组成物质、产状、成因及其分布规律；地壳运动及其所引起的各种构造变动和发展规律；地壳的发展历史及生物演化规律；地质学在生产斗争方面的应用，等等。

所以说，地质学是研究地球，而主要是研究地壳的组成物质、构造变动和发展历史、并服务于生产斗争的科学。

随着科学技术的日新月异和生产发展的迫切要求，地质学也逐渐发展起来，并分出一系列的独立分科。主要分科有：

矿物学——主要研究矿物的化学成分、物理性质、分类、成因和用途。

岩石学——主要研究岩石的化学成分、矿物成分及其组合规律、成因和分类。

矿床学——主要研究矿床的分类、分布及其产生的规律。

构造地质学——主要研究岩层和岩体的各种构造形式、成因及其发展规律。

地质力学——运用力学的观点研究地壳构造体系和地壳运动规律。

大地构造学——主要研究地壳构造的发生、发展规律和地壳

运动的原因。

古生物学——研究古动物和古植物的分类、鉴定及其发展演化的规律。

地史学——研究地壳的发展历史及其演变规律。

此外，还有结晶学、地层学、古地理学、古气候学等。随着生产的发展，二十世纪以来，开始产生和发展一些新的学科，主要有地球物理学、地球化学以及古生化学、古生理学等。在应用地质学方面，有石油地质学、煤田地质学、水文地质学、工程地质学、地震地质学等。随着深钻技术、海洋物探、分析仪器、高温高压实验、电子计算机和遥感遥测等技术手段的应用，又出现了深部地质学、海洋地质学、同位素地质学、数学地质学和遥测地质学等分科。

## 二、地质学的特点和研究方法

地质学和其他自然科学一样，应以辩证唯物主义作为研究的指导思想。

地壳是物质的，凡物质就有运动，有运动便有变化和发展。因此，地壳是永远在运动和变化发展的。恩格斯说：“运动，就最一般的意义来说，就它被理解为存在的方式、被理解为物质的固有属性来说，它包括宇宙中发生的一切变化和过程。”<sup>①</sup>地壳的运动和变化，有时是很剧烈的（如火山、地震），但经常是非常缓慢的（如地壳升降和风、雨、流水、冰川等所引起的变化等），不过联系到悠久的历史，就会出现由量变到质变的现象，产生极为巨大的变化结果。如高山可以被削平，海洋可以被填满，岩石可以粉碎为泥砂，而泥砂又可以变成岩石，等等。

在漫长的岁月里，地壳经历了一系列极其复杂的变化过程。不

---

<sup>①</sup> 恩格斯：《自然辩证法》，见《马克思恩格斯选集》第三卷，人民出版社，1972，第491页。

但引起变化的条件和因素极为复杂,而且变化规模也无比庞大。所谓沧海桑田就正是说明地质现象是永无止境地变动着。因此,在学习中必须以唯物的观点、辩证的方法来观察和分析种种地质现象,才能得出正确的结论。

地质学的研究对象具有以下特点:

### (一) 时间的悠久性

地球和地壳自形成迄今,已有数十亿年的历史,多数地质变化也往往要经过数百万年甚至数千万年才能完成,就是地球历史上的最近一个时期——第四纪,距离现在约有二、三百万年。有人打过这样的比喻:假如整个地球的历史是一部巨厚的书,那末,人类的历史只不过占有其中的最后一卷、最后一页、最后一行而已。因此,地球历史不能和人类社会历史相比拟,学习地质学要充分考虑时间悠久性这一特点。

### (二) 地区的差异性

地球拥有巨大的空间。在不同的地方有不同的物质基础和外界因素,因而也有不同的变化过程。在漫长的地质历史中,虽然有其统一的发展规律,但各个地区的地质发展过程仍有很大的差异。例如我国华北和华南,由于地质经历不同,地质特点就有很大区别。在研究这两个地区的地质过程时既要认识它们的共性,也要分析它们的差异性,这样才能深入地全面地找出地壳发展的规律。所以不能根据一个地区的情况简单地去推测全球,而应根据各地区的具体情况,进行具体分析,才能得到一般规律和地区差异性的认识。

### (三) 变动的复杂性

地球是一个非常复杂的球体,既包括有机界,又包括无机界;既有漫长的历史,又有广阔的空间。在其发展的过程中必然充满着各种矛盾,因而决定了地壳变动的复杂性。在研究任何地质问题

时,必须考虑各方面因素的影响,并抓住它们的主要矛盾。

正是由于地壳具有广阔的空间,经历过悠久的发展时间和错综复杂的变动等特点,这就决定了地质学研究方法的特殊性。

因此,对这门科学,企图完全按研究物理、化学等方法,即主要用实验的方法来解决地质学上的问题,是不够的。因为实验室内目前还无法考虑到自然界那样复杂的情况,也不可能有自然界那样足够的时间,所获得的结论也就不能适用于所有的地区。这就决定地质学必须以观察自然界为主,把自然界当作实验室进行研究。例如,在现阶段还不可能用人工方法在实验室内造出一座火山,要研究火山活动就必须到自然界去观察当代火山喷发情况,再根据火山活动的遗迹,辩证地判断地球上过去火山活动的情况。当然,在野外观察的基础上,进行一定的室内实验和模拟实验还是非常必要的。

总之,地质学必须充分考虑这些特点采取下述研究方法:

野外观察——为了认识地壳发展的客观规律,必须进行野外调查研究。在野外调查实践中搜集和积累大量的感性材料,将这些材料加以去粗取精,去伪存真地整理和分析,综合归纳出若干规律,提高到理性认识,然后用这些理论去指导生产实践,并在实践中检验、补充、丰富和发展这些理论。“实践、认识、再实践、再认识,这种形式,循环往复以至无穷”,<sup>①</sup>这样就可以得出更深刻、更正确、更完全的反映客观事物本质的结论。这就是地质学最基本的研究方法。

实验和模拟实验——为了研究矿物、岩石等的化学成分、物理性质及内部结构,必须采取各种手段进行实验和分析工作。为了生产的实际需要和探讨某些地质现象的成因和发展规律,进行各

---

<sup>①</sup> 毛泽东:《实践论》,见《毛泽东选集》第一卷,人民出版社,1966,第273页。

种模拟实验也有日益重要的意义。如目前可以成功地制造出某些人造矿物(人造金刚石、人造石英等)和岩石,这有助于了解自然界矿物、岩石和矿床的形成和分布规律。又如在室内进行地质力学模拟实验可以得出各种构造型式产生的条件和展布规律。

历史比较法——研究地壳历史常常采用这种方法,它是凭借着对现代各种地质现象的观察和了解作为基础,再根据地壳中过去地质作用的遗迹,辩证地判断过去地壳发展的变化情况。也就是说根据现代的地质作用,推断过去的地质作用;利用现在的已知,推断过去的未知,以现在分析过去,恢复地质历史。例如,螺蚌是生于水中的,在组成高山的地层里找到了螺蚌化石,就可以判定这高山所在过去曾经是海洋或者河湖,并可得出结论,地球各处的山脉并不是开天辟地以来就存在的,而是地壳历史发展的产物。但历史发展不是简单的重复和循环,过去不会和今天完全一样,今天也不是过去的重演,所以用这种方法分析比较,必须以辩证唯物主义思想作指导,才能得出正确的结论。

### 三、 地质学在地理专业中的地位和作用

地质学和自然地理学都是以地球为研究对象的科学,只不过地质学侧重于地壳的研究;而自然地理学则以地理环境(岩石、地貌、气候、水文、土壤和有机界等)为研究对象。地球表层即地壳是地理环境的一个重要组成部分,故地质学与自然地理学有着密切的联系,它们在科学领域内同属于地学部门。

学习地质学的目的,首先在于为学习地理提供必要的地质学基础知识、理论和方法,同时这些方面,也是中学和中等师范学校地理教师在教学上所需要的。因此,本课程内容的重点,首先是讲述地壳的组成物质——主要是矿物和岩石的物理化学性质、分类、成因、用途和简易鉴定,同时也概括介绍矿床的形成和分类。其次,

为了阐明地壳是在不断运动着的这一基本事实，本课程将要讲述关于地壳运动及其所引起的各种地质构造，阅读分析地质图的方法，介绍关于地壳发展的主要学说，尤其要介绍我国地质学家李四光所创立的地质力学的基本内容，以及地震的基本知识。同时还要介绍地壳的发展简史。

地质学是一门具有重要理论意义和实践意义的自然科学，通过地质学的学习，也为今后开展有关科学研究和生产实践活动准备必要的条件。同时，学好地质学对于理解和掌握唯物辩证法，树立辩证唯物主义的世界观也是有重要意义的。因此，地质学在地理专业中是一门重要的基础课程。

# 第一章 地球的物理性质和圈层构造

## 第一节 地球的物理性质

### 一、地球的形状和大小

地球是宇宙中一颗渺小的星体，是太阳系行星家族中一个壮年的成员。它是一个巨大的实心椭球体。<sup>①</sup>

地球椭球体的主要参数如下：

赤道半径  $a$  6378.1724 公里

极半径  $b$  6356.7986 公里

平均半径 6371.229 公里

扁率  $\alpha = \frac{a-b}{a} = 1:298.3$

子午线周长 40008.6 公里

赤道周长 40075.696 公里

地球的面积 51000 万平方公里

地球的体积  $1.083320 \times 10^{12}$  立方公里

地球的质量  $5.974 \times 10^{27}$  克，大致为 600000 亿亿吨。

物体脱离的临界速度 11.2 公里/秒

赤道上点的线速度 465 米/秒

地球沿轨道运动的平均速度 29.76 公里/秒(100000 公里/小时)

地球表面是海洋与陆地并存，海洋总面积是 36100 万平方公里，约占地球总面积的 70.8%；而陆地总面积是 14900 万平方公

---

① 近来，根据一批人造地球卫星轨道资料的分析，证明地球实际上为一三轴椭球体，即地球赤道不是正圆形，而是呈椭圆形，长轴比短轴约长 430 米，长轴指向西经 20°和东经 160°的方向。同时，地球也不是以赤道面为对称的，北半球稍尖而凸出，比地球的椭球面高出 18.9 米；南半球稍肥而凹入，比地球的椭球面凹进 25.8 米。从整体看，近似“梨”的形状。



里,只占地球总面积的 29.2%,即大约 3/4 的地球表面为海洋所覆盖。陆地多集中于北半球,海洋多集中于南半球。世界上最高山是喜马拉雅山的珠穆朗玛峰 8848.13 米,最深的海沟是马里亚纳海沟-11033 米,因此,地球表面的最大高差将近 20 公里。陆地平均高度是 840 米,海洋平均深度是-3800 米。

## 二、地球的物理性质

### (一) 地球的密度和重力

用地球的体积去除地球的质量,便可得出地球的平均密度为  $5.517 \pm 0.004$  克/立方厘米,而地壳上部的岩石平均密度是 2.65 克/立方厘米,由此可推测地球内部必然有密度大于 5.517 克/立方厘米的物质。根据地震资料得知,地球内部密度是随着深度逐渐增加的(表1-1)。

地球上任一物体的重力等于该物体与地球之间的引力和由于地球自转而产生的离心力之合力。万有引力( $F$ )可用下式表示:

$$F = G \cdot \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

式中, $M_1, M_2$  为二物体的质量, $R$  为距离, $G$  为引力常数。

由此可知,重力与地球质量和物体质量的乘积成正比,与地球和物体二者质量中心的直线距离的平方成反比。地表各地的重力并不相等,随海拔和纬度的不同而发生变化。据计算:两极的重力比赤道地区大 0.53%,也就是说,把在两极重 100 公斤的东西搬到赤道地区时,则变成 99.47 公斤。

如果把地球看作一个均质体,从理论上算出地球表面各处的重力值,这种重力叫正常重力。实际上由于组成地壳物质成分的不同和结构的差异,就会引起引力和离心力变化,从而导致实际的重力不同于理论数值,这种现象称重力异常。比正常理论值大的