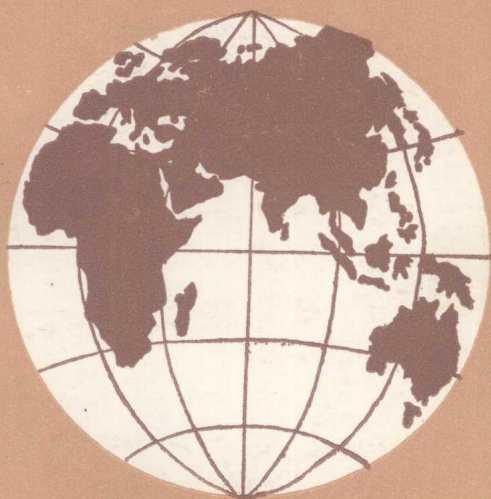


高等学校教学参考书



(上册)

(美) Arthur N. Strahler

# 自然地质学

地质出版社

高等学校教学参考书

# 自然地质学

(Physical Geology)

(上册)

(美) Arthur N. Strahler

A. N. 斯特拉莱

丘元禧 等 译

地质出版社

## 内 容 提 要

本书根据八十年代地质教学的需要,概括地介绍了传统地质学和现代地质学的基本内容,并以板块构造理论阐述全球地质的诸要素。全书共二十一章,中译本分上、下两册出版。

上册第一章概述了地质学整个领域中现代地质学的基本概念;第二章复习物质与能的知识;第三、四、五、六、七章分别介绍地壳的物质组成,矿物,三大岩类,它们的形成与岩石圈运动的关系和在地壳中的表现;第八章论述地震及地球内部;第九章介绍大洋盆地及其沉积物。在论述了上述基本问题之后,集中四章系统地阐述板块构造,如第十章,大洋岩石圈的构造;第十一章,活动大陆边缘构造;第十二章,地槽、造山带和大陆构造;第十三章,海洋盆地的张开和闭合。

下册,自第十四章至第十九章,分别论述了风化作用、地下水地质作用、流水地质作用、冰川作用、风和波浪的地质作用以及剥蚀作用与岩石构造的关系。第二十章介绍天体地质学,第二十一章介绍矿产资源地质。

本书内容丰富,文图并茂,各章之后附有要点和思考题。

本书作者 A.N.Strahler 教授从事地质教学四十余年,经验丰富,知识渊博,已出版过多种地质学基础方面的教科书。

高等学校教学参考书

自然地质学

(Physical Geology)

(上册)

(美) Arthur N.Strahler

A.N.斯特拉莱

Harper & Row出版社 1981年出版

丘元禧 等译

责任编辑:陈书田

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张: 25<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 彩图插页: 4页 字数: 604,000

1987年6月北京第一版·1987年6月北京第一次印刷

印数: 1—2,500册 定价: 4.20元

统一书号: 13038·教278

# 译 者 的 话

美国哥伦比亚大学A.N.Strahler教授编著的《自然地质学》(1981年出版),是一本内容丰富,材料新颖,论述严谨,系统性较强的教科书和教学参考书。

我们之所以把这本书译成中文奉献给我国的读者,是因为它具有几个重要的特色和长处,这就是:作者力求反映现代地质学的研究水平,把大陆地质学、海洋地质学、天体地质学以及各与地质学有关的边缘学科的最新研究成果融为一体;用板块构造理论的基本观点贯穿全书;根据事物固有的内在联系来阐述最基本的地质问题;在章节的安排上体现了以纲带目,内容的选择和阐述反映出作者多年的丰富教学经验;图文并茂、通俗易懂、启发思考;虽篇幅较大,但读起来却饶有趣味;在每章之后,列有内容要点与思考题,便于抓住重点;如此等等。因此,本书可作为我国地质院校、综合性大学地质、地理系及其它地学类专业的一本教材和参考书,亦可为地质学研究生和地质工作者学习与参考。

参加本书翻译工作的有丘元禧、钟少光、潘东、林丰青、林清浚和杨洪钧。其中林清浚译第一、二章;杨洪钧译第三章;钟少光译第四、五、七、八、十四章;丘元禧译第六、十、十一、十二、十三章;潘东和林丰青译作者前言、第十五、十六、十七、十八、十九、二十及二十一章。全书译文由邓海泉和王恕铭审校,最后由丘元禧对全书译文修改定稿。

限于我们的水平,译文中定有错误和欠妥之处,同时由于译者较多,文体不尽一致,这些都是中译本中不足之处,诚恳地希望得到批评指正。

译 者

1986年9月于中山大学

# 作者前言

为适应二十世纪八十年代的要求，自然地质学这门课程应总括传统地质学和现代地质学的全部研究范围。作为创始的传统地质学，主要是从1950年以前所积累的知识中建立起来的。传统地质学论及矿物学、岩石学、构造地质学、地层学和地貌学。我们还可以把地震学、重力学、地球化学和放射性化学的基本原理包括到传统地质学的范畴中，因为它们在1950年以前已完善地建立了起来。一些对板块构造有远见的前辈曾以有力的论证支持魏格纳的大陆漂移说，不过，发展成为现代的地质学尚要对海底和洋壳进行地球物理的研究，而真正开展这些研究是在第二次世界大战之后。

在此以前，以对陆壳的观察为基础的地质学积累了一大堆未解决的问题，例如我们怎样来解释诸如混杂岩、拗拉槽，地裂带或蛇绿岩套等奇特现象呢？确实，我们连对如火山岛弧、岩基、造山带等很平常的现象都没有令人满意的解释，因为许多基本地质问题的答案，隐藏在洋盆和大陆边缘之下的地壳和地幔之中。

根据海洋地质和板块构造研究而发展起来的现代地质学，其大部分内容是近三十年形成的，并普遍地被认为是一次重大的科学革命。以具有威力的板块构造统一地和系统地解释全球壳体的诸要素，是作者力图贯穿全书的宗旨。第一章除给予板块构造的概述外，还有地球构造、岩石种类、太阳系起源和地质年代等方面的概论。

第二章是物理学和化学的一些基本原理的论述。本章对缺乏自然科学基础的学生可以选用，对其他的学生则完全可以省略。

以下的六章是论及传统地质学的基础，包括矿物学、岩石学、地层学、构造地质学，放射性化学、地质年代学和地震学等。具备了这些仔细建立起来的地壳地质学的主要基础后，我们进而论述现代地质学。

第九章是关于洋盆、洋底和沉积物。它是为四章关于板块构造安排的活动场所。作者特别注意岩石圈板块的存在和活动，板块扩张边缘增生和沿俯冲边界消亡的地球物理证据。地槽的传统观念，按照现今沿稳定的和活动的大陆边缘观察到的，正在进行的沉积、增生、构造、岩浆的作用以及它们之间的联系的模式来改写。当我们通过地震反射测量系统这个千里眼看到爪哇海岸外侧一个增生柱的生长，并把它当作现在属于美洲陆壳一部分的弗朗斯科杂岩时，古典的均变论得到了复活。

在自然地质学与历史地质学之间划一条明确的或有意义的界线已越来越困难了。海洋盆地的张开和闭合的威尔逊旋回就是一恰当的例证，它涉及到从早古生代到现代期间内一系列的张开和闭合的地质事件。我们对关于联合古陆的分裂和其碎块的漂移而造成古大西洋闭合的历史概况毫不怀疑。传统历史学中唯一可以忽略掉而又不影响板块构造研究的是自始至终有机物的演化和生物形态的一系列变化。从另一方面来说，促使海洋沉积物形成的有机体活动，是与板块构造有关的全部地质作用整体中的一部分。

由太阳能驱使的外力作用是以后六章的论题，其中的大部分内容是传统的描述地貌学，但增加了某些流体作用的动力学见解。现代地质学在论述冰川和更新世冰川作用章节



的深度上有所体现，其中古冰川作用旋回的大量证据是通过深海钻探岩芯中氧同位素比率的变化揭示出来的。

最后的两章可视为选读的资料，但这不是说它们在自然地质学中不重要，其中一章是论及天体地质学，即星际空间地质学。二十多年来，这门学科已成为科学上巨大发现的领域，有许多地质学家已专心致志地从事这方面的探索。最后一章是矿产和能源地质的概述，并引进了板块构造来阐述矿床和石油的聚集作用。

作者特别致力于用简明的语言来解释地质学，避免使用数学，仅用了少量的基础化学。全书使用公制单位，它在许多情况下与SI制是相等的。当科学术语第一次出现时都给出了定义，同时，在本书之末附有按字母先后编排的完整词汇，以供快速查寻。在每章之末扼要表述的重点和概念，是用以加强课文和指出本章的骨架。有475张图解和图件，是介绍自然地质学整体的一部分，特别是块状图和构造剖面图，在阐明许多复杂的地质关系时极有裨益。尽心提供的图解皆十分注意表现正确比例和精确的细节。250多张照片是根据其地质内容仔细挑选出来的。

对许多入门的地质课程来说，本书提供的课文内容远远超过了半个学年或一个学期所需要的。由于每章的课文范围广泛，教师充分有权选择那些最适于课程需要的课题，至于哪些课题适于课程需要，则需由各位教师或系来做出判断，同时也取决于以下几种因素：包括本课程的教学时数和课程的目的要求，学生学习的能力和地方性的地质环境特征。在详细的目录表上标有星号的部分题目可以考虑删去不讲，其中有些内容属于略为高深的或是详尽的，还有一些是例证分析或者是环境的课题。一本教师手册（Harper and Row公司出售），教师在选择重点和有用的基础材料时可获得有益的建议。

作者非常感激审阅过部分章节的科技评论家们。文中提到的专家们为使手稿得以改进，提出了许多建议，作者按照这些建议仔细地修改了一些错误和不正确的概念。不过作者还是应对本教材的现状完全负责。另外，有几位不具名的审阅者对手稿的质量向出版社提出了各章内容和结构上的有益建议，这些建议作为自然地质学课程入门的教材在适用性上有了重大的改进。

Arthur N. Strahler

### 关于作者

阿瑟·斯特拉莱（Arthur N. Strahler）曾获得哥伦比亚大学的地质学博士学位。1941年被任命为该校教师。1958年至1967年担任地貌学教授。自1958年至1962年期间，任地质系主任。他是美国地质学会的会员，是好几本教科书的作者。这些书包括《地球科学》（The Earth Sciences），1971年第二版；《地学原理》（Principles of Earth Sciences），1976年；以及《自然地质学原理》（Principles of Physical Geology）1977。

### 有关章节的审阅者

布鲁斯·博尔特（Bruce A. Bolt），是加州大学伯克利分校地质及地球物理学系、地震学和地震观测站的教授。（审阅地震与地震学部分）。

威廉·迪金森（William R. Dickinson），是塔克森，亚利桑那州立大学地球科学系，地

质学教授。(审阅板块构造部分)。

弗雷德·多纳思 (Fred A. Donath), 是厄巴纳, 伊利诺斯州立大学地质学系的地质学教授。波利·李·诺尔顿 (Polly Lee Knowlton) 为多纳思教授的助手。(审阅构造地质学部分)。

威廉·法兰特 (William R. Farrand), 是安阿伯, 密执安州立大学地质和矿物学系的地质学教授。(审阅冰川与更新世地质部分)。

比利·格拉斯 (Billy P. Glass), 是纽瓦克, 特拉华大学地质学系的地质学教授。(审阅天体地质学部分)。

库尔特·洛 (Kurt E. Lowe), 是纽约大学, 城市学院地质学系的名誉教授也是前任系主任。(审阅矿物学与岩石学部分)。

沃尔特·皮特曼第三 (Walter C. Pitman III), 是纽约哥伦比亚大学地质科学系和拉蒙特-多尔蒂地质观测所的地质学教授。(审阅海洋磁学与板块构造部分)。

斯蒂芬·斯特里特 (Stephen S. Streeter), 是纽约哥伦比亚大学拉蒙特-多尔蒂地质观测所的副研究员。(审阅微古生物学与海洋地质学部分)。

李·苏纳 (Lee J. Suttner), 是布卢明顿, 印第安纳州立大学地质学系的地质学教授。(审阅沉积学与沉积岩石学部分)。

# 目 录

译者的话

作者前言

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一章 地质学——概述.....   | 1  |
| 自然地质学与历史地质学.....   | 1  |
| 自然地质学的课题.....      | 1  |
| 地质研究的手段.....       | 1  |
| 地质学与地球资源.....      | 2  |
| 地质学与自然灾害.....      | 2  |
| 对地质学研究的策略.....     | 3  |
| 岩石是什么?.....        | 3  |
| 地球的岩石圈层.....       | 3  |
| 岩石圈与软流圈.....       | 5  |
| 岩石圈板块.....         | 6  |
| 大陆岩石圈与大洋岩石圈.....   | 7  |
| 板块构造.....          | 7  |
| 大陆破裂和新的海洋盆地.....   | 10 |
| 岩石圈板块的全球体系.....    | 11 |
| 大陆漂移——联合古陆的解体..... | 12 |
| 岩石的三大类型.....       | 14 |
| 岩石的转化循环.....       | 18 |
| 大陆与洋盆的相对年龄.....    | 18 |
| 我们的地球和太阳系的起源.....  | 19 |
| 地质时代.....          | 22 |
| 怀疑主义者须知.....       | 22 |
| 要点与概念.....         | 23 |
| 问答题与思考题.....       | 24 |
| *第二章 物质与能——复习..... | 26 |
| 物质与能.....          | 26 |
| 物质与能量的守恒定律.....    | 27 |
| 物质的种类.....         | 27 |
| 原子和化合物.....        | 28 |
| 质量和密度.....         | 28 |
| 引力和物质.....         | 29 |



|                     |           |
|---------------------|-----------|
| 物质的状态               | 30        |
| 能的种类                | 31        |
| 物质与能的流动系统           | 35        |
| 物质的原子构造             | 36        |
| 离子                  | 40        |
| 电子共用作用              | 41        |
| 化学反应                | 42        |
| 多原子离子               | 43        |
| 极性分子                | 44        |
| 金属键                 | 45        |
| 地质中的物质与能            | 45        |
| 要点与概念               | 46        |
| 问答题与思考题             | 47        |
| <b>第三章 矿物导论</b>     | <b>48</b> |
| 地球和地壳的元素成分          | 48        |
| 矿物是什么?              | 50        |
| 矿物和岩石               | 51        |
| 矿物的化学组合             | 52        |
| 矿物的物理性质             | 52        |
| 矿物的原子构造             | 57        |
| 硅酸盐矿物               | 60        |
| *硅酸盐矿物的晶格构造         | 65        |
| 镁铁质和长英质矿物族          | 70        |
| 要点与概念               | 71        |
| 问答题与思考题             | 72        |
| <b>第四章 火成岩与火成活动</b> | <b>73</b> |
| 岩 浆                 | 73        |
| 硅酸盐岩浆的结晶作用          | 76        |
| 火成岩的结构              | 78        |
| 主要的火成岩              | 80        |
| 地壳的成分               | 82        |
| 超镁铁质岩石              | 83        |
| *正长岩组               | 83        |
| 侵入体的形态              | 83        |
| 熔岩的类型及它们的特性         | 87        |
| 熔岩流                 | 88        |
| 火山碎屑物质              | 90        |
| 火山碎屑沉积和岩石           | 90        |
| 火山作用——火山营造          | 91        |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 火成活动和板块构造.....          | 98         |
| *作为环境灾害的火山爆发.....       | 102        |
| *火山喷发预报.....            | 104        |
| 要点与概念.....              | 105        |
| 问答题与思考题.....            | 106        |
| <b>第五章 沉积物和沉积岩.....</b> | <b>107</b> |
| 第二次查看岩石循环.....          | 107        |
| 岩石风化作用.....             | 108        |
| 基岩与覆盖层.....             | 108        |
| 机械风化作用.....             | 110        |
| 化学风化作用.....             | 111        |
| 粘土矿物.....               | 113        |
| *影响矿物的酸反应.....          | 116        |
| *铝硅酸盐矿物的水解作用.....       | 118        |
| 覆盖层中的氧化物和氢氧化物矿物.....    | 119        |
| 矿物对化学破坏的敏感程度.....       | 120        |
| 沉积物与沉积岩.....            | 121        |
| 矿物颗粒的粒级.....            | 122        |
| 粒级的分选.....              | 123        |
| 沉积层的岩化作用.....           | 124        |
| 碎屑沉积物.....              | 125        |
| *重碎屑矿物.....             | 125        |
| 碎屑沉积岩.....              | 126        |
| 非碎屑沉积物和沉积岩的矿物.....      | 128        |
| *海水中的盐.....             | 130        |
| 碳酸盐岩石.....              | 131        |
| 蒸发岩所形成的地层.....          | 133        |
| 泥炭、煤和石油.....            | 134        |
| 沉积岩和岩石循环.....           | 136        |
| 要点与概念.....              | 136        |
| 问答题与思考题.....            | 138        |
| <b>第六章 地层及其变形.....</b>  | <b>139</b> |
| 地层学.....                | 139        |
| 岩石的变形.....              | 152        |
| 断层的种类.....              | 157        |
| 岩石中的节理作用.....           | 160        |
| 地层中的褶皱.....             | 161        |
| 地层穹窿.....               | 167        |
| 逆掩断层作用和阿尔卑斯构造.....      | 167        |

|                    |            |
|--------------------|------------|
| 地质学中的均一论原理         | 170        |
| 地层学和构造地质学          | 171        |
| 要点与概念              | 171        |
| 问答题与思考题            | 173        |
| <b>第七章 变质岩和陆壳</b>  | <b>174</b> |
| 变质岩的分类             | 174        |
| 变质矿物               | 175        |
| 碎裂岩                | 178        |
| 接触变质岩              | 178        |
| 区域变质岩的结构           | 179        |
| 区域变质岩的矿物分类         | 181        |
| 花岗岩化作用             | 183        |
| *热液蚀变和蛇纹岩          | 184        |
| 放射性同位素和放射性         | 185        |
| 放射生成热的分布           | 187        |
| 地球早期的热历史           | 188        |
| 测定地壳岩石的年龄          | 190        |
| 放射性年龄测定            | 191        |
| 大陆构造               | 192        |
| 地壳均衡与陆壳            | 195        |
| *重力与陆壳             | 197        |
| 陆壳的回顾              | 202        |
| 要点与概念              | 202        |
| 问答题与思考题            | 203        |
| <b>第八章 地震和地球内部</b> | <b>205</b> |
| 地球内部的压力、温度和密度      | 205        |
| 地震与断层              | 206        |
| 断层上的破裂             | 207        |
| 伴随地震的地表位移          | 208        |
| 地震仪                | 209        |
| 解释地震记录             | 212        |
| 地震波的种类             | 213        |
| 地核                 | 214        |
| 地震波速度和岩石物质         | 216        |
| 地幔的成分              | 217        |
| 上地幔的物理性质           | 217        |
| 地震波和地壳构造           | 219        |
| *在莫霍面上一个可能的相变      | 221        |
| 地震等级和能量            | 221        |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| 地震烈度表                | 224        |
| 地震的地面运动              | 226        |
| 伴随地震的地面水平变化          | 227        |
| 地震海浪或海啸              | 228        |
| 地震与板块构造              | 230        |
| *圣安德烈斯断层             | 231        |
| *地震预报                | 233        |
| *诱发地震                | 235        |
| 地震和城市                | 235        |
| *估计地震危害              | 237        |
| 回顾地震活动               | 238        |
| 要点与概念                | 238        |
| 问答题与思考题              | 240        |
| <b>第九章 大洋盆地及其沉积物</b> | <b>242</b> |
| 大洋盆地和大陆              | 242        |
| 洋底制图                 | 243        |
| 大洋盆地的地形划分            | 245        |
| 海沟和岛弧                | 250        |
| 海洋科学与地质学             | 252        |
| 世界海洋                 | 252        |
| 洋流                   | 255        |
| *水团和深海循环             | 258        |
| 深部底流                 | 259        |
| 探测洋底                 | 259        |
| 地震反射剖面               | 261        |
| 深海沉积物的陆源物质           | 263        |
| 浊流和浊积岩               | 263        |
| 平积岩                  | 265        |
| 深海沉积物的分类和成分          | 266        |
| 珊瑚礁和礁沉积              | 269        |
| 海洋地质的兴起              | 273        |
| 要点与概念                | 273        |
| 问答题与思考题              | 275        |
| <b>第十章 大洋岩石圈的构造</b>  | <b>276</b> |
| 板块边界及其接合点            | 276        |
| 全球板块系统               | 277        |
| 三联点                  | 282        |
| 转换断层的几何学             | 284        |
| 板块的旋转                | 285        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 海底扩张——证据何在? .....             | 287        |
| 地球犹如一块磁铁 .....                | 289        |
| 古地磁 .....                     | 291        |
| 地磁极性的倒转 .....                 | 291        |
| 古地磁与海底扩张 .....                | 293        |
| 转换断层运动的地震证据 .....             | 297        |
| *热流和扩张的板块 .....               | 297        |
| *海底扩张和深海沉积盖层 .....            | 299        |
| 法美联合大洋水下调查 (FAMOUS) 计划 .....  | 300        |
| 席状岩墙群和蛇绿岩套 .....              | 302        |
| 地幔柱和热点 .....                  | 302        |
| *板块的相对运动 .....                | 305        |
| *太平洋板块的地磁之谜 .....             | 306        |
| *圣安德烈斯转换边界的演变 .....           | 308        |
| 俯冲作用和大洋岩石圈 .....              | 310        |
| 要点与概念 .....                   | 310        |
| 问答题与思考题 .....                 | 311        |
| <b>第十一章 活动大陆边缘构造 .....</b>    | <b>313</b> |
| 被动的大陆边缘和活动的边缘 .....           | 313        |
| 深源地震和板块俯冲作用 .....             | 315        |
| *下降板块内部的应力方向 .....            | 317        |
| 地幔对流系统 .....                  | 319        |
| *驱动岩石圈板块的力 .....              | 321        |
| 岛弧和弧后盆地 .....                 | 323        |
| 板块俯冲作用的基本模式 .....             | 327        |
| 俯冲带中沉积物的变形 .....              | 329        |
| 俯冲作用和板块构造 .....               | 332        |
| 要点与概念 .....                   | 332        |
| 问答题与思考题 .....                 | 333        |
| <b>第十二章 地槽、造山带和大陆构造 .....</b> | <b>335</b> |
| 陆壳的构造组成 .....                 | 335        |
| 克拉通的沉积地台 .....                | 336        |
| 克拉通内部的沉积盆地 .....              | 339        |
| 传统地质学中的地槽概念 .....             | 339        |
| 现代地槽和构造活动 .....               | 343        |
| 被动大陆边缘的大西洋型地槽 .....           | 344        |
| 俯冲边界的太平洋型地槽 .....             | 347        |
| *弗朗西斯科杂岩——一个古代的混杂岩? .....     | 349        |
| 科迪勒拉型造山带 .....                | 350        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 北美的科迪勒拉造山作用.....             | 354        |
| 欧亚型造山带.....                  | 360        |
| 大陆岩石圈的构造.....                | 364        |
| 要点与概念.....                   | 365        |
| 问答题与思考题.....                 | 366        |
| <b>第十三章 海洋盆地的张开和闭合.....</b>  | <b>367</b> |
| 魏格纳的联合古陆.....                | 367        |
| 极移和大陆漂移.....                 | 370        |
| 联合古陆的地质证据.....               | 373        |
| 联合古陆的解体.....                 | 378        |
| 大陆裂开的机制.....                 | 379        |
| 断臂、三角洲和拗拉槽.....              | 380        |
| 海洋盆地张开作用和闭合作用的阶段——威尔逊旋回..... | 381        |
| 大洋盆地的闭合.....                 | 385        |
| 加里东造山带和海西造山带.....            | 386        |
| 大西洋盆地的张开.....                | 388        |
| *北美的一个古拗拉槽.....              | 389        |
| 大陆边缘的演化.....                 | 391        |
| *北美东部的三叠纪盆地.....             | 392        |
| *大西洋大陆边缘构造.....              | 393        |
| 回顾全球板块构造.....                | 395        |
| 要点与概念.....                   | 395        |
| 问答题与思考题.....                 | 396        |

注：有 \* 符号的章节为选读的内容。

# 第一章 地质学——概述

地质学是研究行星地球的科学。对你们中的大多数来说，可能这里探讨关于研究对象的一些含有相当精确概念的第一门地质课程。岩石和矿物，一直在以各种方式不断地组合着和变化着，因此，它们是地质课程中的基本组成部分。你们还可能知道时间尺度在地质学中与其在天文学中同样十分重要，地质学必然论及有关我们行星历史中一些数十万年甚至是数十亿年期间的事件。

## 自然地质学与历史地质学

你们许多人知道地质学要研究化石——古代动植物在岩石中保留下来的遗迹，并且知道地质年代中的生物显示从原始形态到近代种类的有次序的演化。地质学中研究古生物及其演化进程的分支称为历史地质学。本书则侧重于另一分支——自然地质学，它研究地球的物理与化学性质以及岩石中发生的物理与化学变化。因为这些变化与事件发生在由岩石所记录的整个地质时期内（大约三十八亿年），因此，研究自然地质学便要经常参考历史地质学的时间单位和地质事件。为了描述大陆和海洋盆地的生长与分裂以及山脉的反复建造与破坏，我们须要研究地质年代表及其长时序的时间单位。

## 自然地质学的课题

我们所要介绍的自然地质学，包括如下的一些主要课题：

构成固体地球的物质。岩石与矿物；它们按化学成分与物理性质的分类；它们随着时间的推移而产生及变化的方式。

岩石构成的构造单元，例如各种规模的岩层或块状岩体。规模最大的构成是从内核到外壳组成整个地球的各岩石圈层。较小规模的构成是地壳中的大陆和海洋盆地。更小规模的则是在大陆及海洋盆地内部的岩石单元。

巨大的内力作用使岩体弯曲与破裂。这些作用所涉及规模的范围也是很大的，可见于整个大陆的运动，和仅仅几厘米厚的岩层的揉皱。

热在地下很深的不同地点聚集并导致岩石熔融。当这种熔融的岩石向地表移动时，使围岩的性质发生巨大变化，岩浆固结为新的岩体或形成大的火山山链。

受流水（河流）、风、冰川冰和波浪等外力侵蚀引起出露于大气中的岩石变化。各种大小和形状的地貌特征均可根据这些物理与化学的作用去解释，它们从太阳的辐射获得能量。

## 地质研究的手段

如果没有一些利用物理学与化学原理的科学手段和方法，我们便不能研究上述课题。



例如，我们必须了解放射性的性质，即某种元素的原子经过自发的内部变化而变成另一种元素的原子，并在这一变化过程中释放出能量。放射性成为确立地质事件绝对年龄的钥匙；放射性还让我们能解释，为什么在地球内部能够聚集起这么多的热量，足以使岩石熔融并推动像大陆这样大的岩块运动的原因。

地震波现象的知识是重要科学手段的第二个例子。在地球外层的某个地点，由于岩石突然破裂所发射出的地震波在地球表面传播几千公里并且通过地球的内部。当这些波被记录下来时，地震波的传播路径可用来解释深处岩石的物理性质及成层情况，这种深度用其它任何方法都是达不到的。

## 地质学与地球资源

人们可能认为现今技术发达的社会中所存在的能源供应短缺、核武器对人类的大量杀伤以及由于都市化和污染所造成的自然环境的破坏等问题似乎与地质学无关。实际上地质学却深深地被卷入所有这些问题之中。几乎我们全部重要的能源来自何处？答曰：石油、天然气、煤、铀矿，全部产于地球外壳的岩石中。我们加工制造的各种产品所用的金属又来自何处？答曰：来自地壳岩石中经过地质作用所形成的矿石。

新油田与新矿床的探查已成为一种推动力，促使发展地质科学所需研究手段的研制。地球物理勘探就是一个恰当的实例。你们可能知道，油田勘探的一个重要方法就是研究人工爆炸所产生的冲击波在地壳中的传播。这些人工地震波不仅导致发现含油构造，而且还可以给出关于这些岩层纯科学意义的信息。地下核爆炸试验也产生地震波，地质工作者研究这些地震波以得到地壳深部构造的线索。

## 地质学与自然灾害

现今城市扩大和市郊向农村发展时，制定城市规划要取得地质学的帮助。运用我们对近地表岩石和土壤的物理性质的知识，许多自然灾害是能够避免的。但遗憾的是人类与地球的相互作用并不总是有益的。通过本书你将会见到一些简短的说明由于人类的活动而招致发生一些无用且有害的地质结果的情况。尽管这一课题尚未深入开展，但你们将对地质学所起的环境作用得到一些认识。

另一方面，地质作用本身常给予人类及其建筑物带来严重的灾害。火山爆发和地震是熟知的一对灾害，长久以来它们给人们的生命财产造成了巨大损失。我们将叙述这些灾害，特别着重于地震。洛杉矶和旧金山两大城市面对一个巨大地震的威胁，它很可能对人类的生命造成可怕的牺牲并造成历史上空前的财产毁坏。我们中的大部分人宁可不去想这一不测事件，而地质学家却正努力研究地震预报的技术，预报何时何地会发生破坏性地震。欣悉苏联与中华人民共和国也都正在进行深入细致的科研工作以改进地震预报的方法。这项与时间竞赛有关的信息正在进行着国际交流——这是一场没有一个国家会有所失，而全人类都将有所得的竞赛。

## 对地质学研究的策略

某些人的逻辑认为研究地质学应首先从最大的形态开始，然后研究越来越小的细节。按这个程序，我们应首先研究整个地球的总体构造，然后是大陆及海洋盆地的特性，再后是火山及山脉的地貌特征，最后研究各类岩石与矿物。而矿物的原子构造将是最终的研究项目。但是，本书只是在第一章描述我们这个行星地质一些概略轮廓以及地球随时间变化的时候，才遵守这个程序。从第二章开始，我们就颠倒了这个程序，首先详细研究矿物的原子构造，接下去的章节逐渐研究到岩石和由岩石组成的较大岩体，最后才研究大陆与海洋盆地的特性。

为什么对地质学的认真研究应该由矿物和岩石开始，这是有充分理由的。我们不可能在不了解组成岩石的各类矿物物质的化学成分及物理性质的情况下，而能对较大的岩石单元和岩石组合进行有意义的分析。对能够直接观察到的和通过实验室研究验证的微小细节加以注意，对于推动现代地质科学的发展是必不可少的。根据观察各个地方的矿物及岩石在化学成分上及物理构造上的细微差别，地质学家就能够直接地得出了在很大规模内所发生的有关作用及变化的推论。由实验室观测验证过的物理与化学原理，已被地质学家应用于大岩体及其运动与变化的过程。

## 岩石是什么？

大多数人见到过许多种类的岩石，并且对它们的物理性质有相当全面的了解。岩石由矿物物质组成，与由动植物所生成的有机物质不同，换句话说，岩石是由无机物组成的。岩石是由固态矿物组成的，大多数岩石是由几种不同的矿物结合而成的。通常，矿物以单独的小颗粒出现，因此岩石是矿物颗粒的自然混合物。

那么，矿物是什么呢？对这个问题在第三章中将给予一个很好的答案，给“矿物”一词以一个完善的科学定义。第二章将复习物质与能量的性质，以便你们能够利用物理与化学的基本原理去研究矿物。

地质学家对所有的固体矿物物质，无论是出露于地表的还是埋藏于薄层土壤和植被之下的都使用岩石这个词。尽管大部分岩石通常都很坚硬，除非用锤子或十字镐很难将其打碎，但是也有些岩石很松软，用手指就能轻易地将其粉碎。通常，与有生命的东西以及人造的物体相比，岩石是极其古老的。几乎所有固体岩石的年龄都至少有一百万年，而大多数则有几亿或几十亿年。关于这一点，我们也会遇到明显的例外：熔融的熔岩在这一瞬间正从某一座火山喷发，几乎就在我们眼前凝固为极坚硬的、致密的岩石。

## 地球的岩石圈层

地球与太阳系的其它三个内行星（水星、金星、火星）一样均为主要由氧、硅、铝和铁等元素的化合物组成的岩石质球状星体。四个外行星（木星、土星、天王星、海王星）与四个内行星有很大的差别，它们比内行星大得多，而且主要是由氢及氦组成的。