



普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 普通地质学

黄定华 主编

P5  
L10.1



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 普通地质学

黄定华 主编



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材，主要介绍“普通”即典型地质作用与过程，讲清“典型”地质现象与产物。本书内容包括地球的形成、物质组成与演化；内、外动力地质作用；资源、环境与可持续发展等大。本书尝试将经典内容和现代观念有机结合起来，从新的视角来重新介绍和思考有关行星地球、固体地球、流体地球和社会地球的基本地质问题，使之既能继承过去的科学传统，又能反映当代地质学的变革特征。

初学者在学习本课程前多未接触过地质学；而地质学的研究对象、时空尺度和思维方式与日常体验又有明显不同。本书也特别考虑了这一特点，力图以鲜活而生动，通俗而不失准确的叙述，使读者既能流畅地审阅其字面含义，更能顺利地理解其科学精神。

本书可供高等院校地质、地球物理、地球化学、地理、海洋、环境等类专业学生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

普通地质学/黄定华主编. —北京: 高等教育出版社,  
2004.12

ISBN 7-04-015589-3

I. 普... II. 黄... III. 地质学-高等学校-教材  
IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109175 号

策划编辑 徐丽萍 责任编辑 田军 封面设计 张楠 责任绘图 尹文军  
版式设计 张岚 责任校对 王效珍 责任印制 宋克学

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京地质印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004 年 12 月第 1 版
印 张	22.25	印 次	2004 年 12 月第 1 次印刷
字 数	410 000	定 价	25.60 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号: 15589-00

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

# 前言

普通地质学 (physical geology) 作为培养地质科学工作者的入门课程, 在整个 20 世纪的地质教育中都起着不可或缺的作用。进入新世纪的地质学亟需一种既能涵盖传统特色, 又能兼顾当代地质科学进展的入门教材。应该说, 国内外地质教育界对此都已作出了敏感的反应和努力尝试。

国内教材同国外教材的一个主要区别在于: 国外教材往往面广量多, 体裁庞大且论述全面。此外由于图件印刷精美, 文字娓娓道来, 观之令人赏心悦目, 也容易使读者产生亲和感。与之相比, 国内教材更注重体系的完整和严谨, 文字的简明, 因而在一定程度上难免有“八股式”的呆板和欠生动活泼之弊。此外, 国内教材多互相包容, 也往往因此而千人一面, 缺少鲜明的个性。

在认真对比了近 30 种国内外同类或相关教材的课本或编写提纲, 并对中国地质大学近年来普通地质学课程的授课对象、过程、结果和反馈意见进行了全面分析之后, 我们认为, 作为现代地质学的入门教材, 新编教材应该包括传统知识、经典内容、现代视角和鲜活的叙述。这是因为:

(1) 普通地质学必须以介绍“普通”(即典型)地质作用与过程、讲清“普通”地质现象与产物为主要任务, 否则就谈不上作为地质学的入门课程。这也正是普通地质学的一贯的传统观念。

(2) 作为一门相对成熟的地质基础课, 普通地质学的基本框架已经十分宽广且相对稳定, 合理涵盖了地质学各个基础领域。与后续课程既有联系, 也有所区别和侧重。故新教材要解决的关键问题并非是作内容上的大改动, 而应是如何将已有的经典内容和新增内容有机地组织起来, 使之既能继承普通地质学过去的教学传统, 又能反映当代地质学的变革特征。

(3) 20 世纪 80 年代以来, 地球动力系统的概念已逐渐渗透到现代地质学的方方面面, 促进了人们重新审视和思考地质事件与地质过程之间、地球各个圈层之间、地质作用与其它自然作用之间的内在联系, 也使人们对一些似曾相识、或已然熟视无睹的地质问题有了新的更加深入的认识。因此有必要从新的视角出发, 重作诠释, 才能更加准确地揭示地质学的科学内涵。

(4) 许多初学者在学习此门课程之前几乎从未接触过地质学, 而地质学的研究对象、时空尺度和思维方式与人们的日常经验与常识又有着明显不同。因此一般性的、过于简约的表达方式, 不足以让他们真正理解其特征。新教材必须特别考虑这一特点, 以鲜活而生动, 通俗而不失准确的叙述, 使学生既能流

畅地理解其字面含义，更能顺利地理解其科学精神。

综上所述，一本高质量的现代地质学入门教材，应该考虑地质学的基本风格，抓住地质学的思维方式，吸收中外教材的取材优点，重点介绍成熟和经典的基础地质学内容。并针对我国教育传统和学生特征，以易于接受的叙述方式传递给读者。只有具备这种特色的教材，才能成为适应新世纪挑战的地质学入门教材。

中国地质大学自从建校以来，在50年的发展历程中，经过几代人的辛勤耕耘，淀积了深厚的地质教育底蕴。从20世纪50年代至今，曾先后袭用、学习和参考苏联、欧美、日本、澳大利亚等国和国内各种体系的同类书籍，编写了多种普通地质学教材。经过长期使用，不懈探索和反复修改，形成了为国内地质教育界认可的独特风格。这些都为新教材的编写奠定了必要和充分的基础。

本教材由多人参加编写。其中黄定华编写了绪论，第一、二、十一章；陈北岳编写了第三、八章；叶俊林编写了第四、五、十二章；蔡鹤生编写了第六章，陈秀琴编写了第七、九、十章；桑隆康编写了第十三、十四章，孟高头编写了第十五章。研究生杨丹为教材查阅了大量图片和资料，编辑了目录、参考文献和术语汇编。初稿完成后由胡家杰、刘本培主审，黄定华统编定稿。编写过程中，各位编者都奉献了多年研究和教学的精华，尽管如此，书中仍然难免不足之处，真诚希望不断获得来自教、学双方的及时反馈和同行专家的批评指正。

中国地质大学（武汉）地球科学学院组织并资助了教材编写，高等教育出版社理科分社和中国地质大学（武汉）教务处提供了多种帮助，谨此致以衷心感谢。

教材中有多幅图片取自各互连网站，在此特致深切谢意。

作者 2004年8月

# 目 录

绪 论 .....	(1)
第一节 地质学的基本任务和主要特点 .....	(1)
一、现在是进入过去的钥匙 .....	(1)
二、现实类比与历史分析 .....	(2)
三、地质时空观 .....	(2)
第二节 地质学的研究内容和研究方法 .....	(3)
第三节 地球系统和地质作用 .....	(5)
一、地球系统 .....	(5)
二、地质作用 .....	(6)
第四节 普通地质学的课程体系和教学安排 .....	(6)
第一章 地球的形成与演化 .....	(8)
第一节 宇宙起源与天体系统 .....	(8)
一、宇宙大爆炸 .....	(8)
二、银河系 .....	(10)
三、太阳系 .....	(12)
第二节 地球形成与生命演化 .....	(19)
一、地球的形成 .....	(19)
二、地球上的生命起源 .....	(21)
三、生物圈的形成与发展 .....	(22)
四、地质年代表 .....	(27)
第二章 地球的物理性质和圈层结构 .....	(30)
第一节 地球的密度和弹性 .....	(30)
一、地球的质量和密度 .....	(30)
二、固体潮与地球的弹性 .....	(31)
三、地球的振荡 .....	(32)
四、地球的黏性 .....	(33)
第二节 地球的重力 .....	(34)

一、地球上的重力分布	(34)
二、重力均衡	(35)
三、地球的压力	(36)
<b>第三节 地球的磁场</b>	(37)
一、地球磁场的基本特征和地磁要素	(37)
二、地磁场起源的成因假说	(39)
三、地磁场反转与大陆漂移	(40)
<b>第四节 地球内部的圈层结构和圈层耦合</b>	(42)
一、地球内部的圈层结构	(42)
二、壳—幔耦合	(46)
三、地核差异旋转	(47)
<b>第五节 地球的能量和地震</b>	(48)
一、地球的驱动力和地球过程	(48)
二、地球内部的温度	(49)
三、地球的能量	(50)
四、地幔部分熔融	(51)
五、地震	(51)
<b>第三章 地球的物质组成</b>	(53)
<b>第一节 地球(地壳)中的矿物</b>	(53)
一、矿物的形态和物理性质	(53)
二、矿物的分类	(56)
<b>第二节 地壳中的岩石</b>	(59)
一、沉积岩	(59)
二、岩浆岩与变质岩	(61)
三、岩石的相互转化过程	(62)
<b>第三节 地球的化学组成</b>	(62)
一、地壳的物质组成	(62)
二、地幔的物质组成	(63)
三、地核的物质组成	(63)
四、元素的地球化学分类	(64)
五、地球的化学演化	(66)
<b>第四节 圈层间物质能量交换及元素迁移富集</b>	(66)
一、不同圈层的能量交换	(66)
二、不同圈层的物质交换	(67)
三、地壳—地幔的元素迁移和富集	(68)



<b>第四章 风化作用</b> .....	(71)
<b>第一节 概述</b> .....	(71)
<b>第二节 物理风化</b> .....	(71)
一、冰劈作用 .....	(72)
二、温差风化 .....	(72)
三、盐类结晶和潮解作用 .....	(73)
四、干湿变化引起的胀缩作用 .....	(73)
五、层裂 .....	(73)
六、根劈作用 .....	(73)
七、人为机械破坏作用 .....	(74)
<b>第三节 化学风化</b> .....	(74)
一、溶解 .....	(75)
二、水解 .....	(75)
三、碳酸化 .....	(75)
四、氧化 .....	(75)
五、生物化学风化作用 .....	(76)
<b>第四节 风化作用的产物</b> .....	(76)
一、物理风化的产物 .....	(76)
二、化学风化的产物 .....	(76)
<b>第五节 影响风化的主要因素</b> .....	(79)
一、岩石性质对风化的影响 .....	(79)
二、气候因素对风化的影响 .....	(80)
三、地形对风化的影响 .....	(80)
<b>第六节 风化壳</b> .....	(81)
一、残积物、土壤和风化壳的概念 .....	(81)
二、风化壳的结构 .....	(81)
三、土壤 .....	(82)
四、风化壳的类型 .....	(82)
<b>第五章 风的地质作用</b> .....	(85)
<b>第一节 概述</b> .....	(85)
<b>第二节 风的剥蚀作用</b> .....	(86)
一、吹蚀作用 .....	(86)
二、磨蚀作用 .....	(87)
三、风蚀作用的产物 .....	(87)
<b>第三节 风的搬运作用</b> .....	(89)

(17) 一、风的搬运方式.....	(89)
(17) 二、风的搬运特点.....	(90)
<b>第四节 风的沉积作用</b> .....	(91)
(17) 一、风的沉积作用特点.....	(91)
(17) 二、风的沉积物.....	(92)
<b>第六章 地下水的地质作用</b> .....	(97)
<b>第一节 地下水的贮存</b> .....	(97)
(17) 一、岩石中的空隙.....	(97)
(17) 二、地下水的存在形式.....	(100)
(17) 三、地下水的基本类型.....	(100)
(17) 四、地下水的化学成分和物理性质.....	(104)
(17) 五、地下水的补给、径流与排泄.....	(106)
<b>第二节 地下水运动的特点</b> .....	(106)
<b>第三节 地下水的潜蚀作用</b> .....	(108)
(17) 一、机械冲刷作用.....	(108)
(17) 二、化学溶蚀作用及岩溶地貌.....	(109)
<b>第四节 地下水的搬运作用与沉积作用</b> .....	(114)
(17) 一、地下水的搬运作用.....	(114)
(17) 二、地下水的沉积作用.....	(115)
<b>第五节 地下水的其它地质作用</b> .....	(117)
(18) 一、地下水在岩浆活动和岩石变质过程中的作用.....	(117)
(18) 二、地下水的成矿作用.....	(118)
(18) 三、地下水在油气田形成中的作用.....	(119)
<b>第七章 冰川的地质作用</b> .....	(122)
<b>第一节 冰川的形成、类型和运动特点</b> .....	(123)
(18) 一、冰川的形成.....	(123)
(18) 二、冰川的类型.....	(126)
(18) 三、冰川的运动特征.....	(130)
<b>第二节 冰川的刨蚀作用</b> .....	(133)
(18) 一、刨蚀作用方式.....	(133)
(18) 二、刨蚀地形.....	(134)
<b>第三节 冰川的搬运作用</b> .....	(136)
(18) 一、冰碛物来源和分布.....	(136)
(18) 二、冰川搬运力、搬运量和搬运方式.....	(136)

第四节 冰川的沉积作用 .....	(137)
一、冰碛物特点 .....	(137)
二、冰碛地形 .....	(137)
第五节 冰水的地质作用 .....	(139)
一、冰水的来源与分布 .....	(139)
二、冰水的沉积物与沉积地形 .....	(139)
第六节 冰期和间冰期 .....	(140)
<b>第八章 地面流水的地质作用</b> .....	(142)
第一节 地面流水的分类和运动特点 .....	(142)
一、地面流水的来源和种类 .....	(142)
二、流水的动能 .....	(142)
三、水动力因素与底形(床砂形态) .....	(143)
四、流水运动特点 .....	(146)
第二节 地面暂时流水的地质作用 .....	(147)
一、雨蚀作用 .....	(147)
二、面流的地质作用 .....	(147)
三、洪流的地质作用 .....	(149)
第三节 河流的侵蚀作用 .....	(150)
一、河流概述 .....	(150)
二、河流的垂直侵蚀作用(下蚀作用) .....	(153)
三、河流的向源侵蚀作用 .....	(156)
四、河流侧向侵蚀作用 .....	(157)
第四节 河流的搬运作用 .....	(159)
一、机械搬运作用 .....	(160)
二、化学搬运作用 .....	(161)
第五节 河流的沉积作用 .....	(162)
一、河漫滩及其冲积物特征 .....	(162)
二、心滩及其冲积物特征 .....	(164)
三、三角洲及其冲积物特征 .....	(164)
第六节 影响河流地质作用的因素 .....	(168)
一、气候与地理因素对河流的影响 .....	(168)
二、地壳运动及海平面变化对河流的影响 .....	(168)
三、人类活动对河流的影响 .....	(171)

<b>第九章 海洋的地质作用</b> .....	(174)
<b>第一节 海水的动力</b> .....	(174)
一、海水的机械动力 .....	(174)
二、海水的化学动力 .....	(181)
三、海水的生物动力 .....	(183)
<b>第二节 海洋环境分区</b> .....	(184)
一、滨海 .....	(184)
二、浅海 .....	(185)
三、半深海 .....	(185)
四、深海 .....	(186)
<b>第三节 海洋的剥蚀作用</b> .....	(186)
一、基岩海岸的剥蚀作用 .....	(186)
二、浅海、半深海和深海的剥蚀作用 .....	(189)
<b>第四节 海洋的搬运作用</b> .....	(190)
一、进流、退流和沿岸流的搬运作用 .....	(190)
二、潮流和洋流的搬运作用 .....	(190)
三、浊流和风暴流的搬运作用 .....	(191)
<b>第五节 海洋的沉积作用</b> .....	(191)
一、滨海的沉积作用 .....	(192)
二、浅海的沉积作用 .....	(197)
三、半深海的沉积作用 .....	(201)
四、深海的沉积作用 .....	(202)
<b>第十章 湖泊和沼泽的地质作用</b> .....	(206)
<b>第一节 湖泊的地质作用</b> .....	(206)
一、湖泊的分类 .....	(206)
二、湖泊地质作用特点 .....	(208)
三、湖泊沉积作用 .....	(209)
<b>第二节 沼泽的地质作用</b> .....	(215)
一、沼泽的分类 .....	(216)
二、沼泽的地质作用 .....	(217)
<b>第十一章 岩石圈板块运动与地质作用</b> .....	(219)
<b>第一节 板块运动的发现</b> .....	(219)
一、垂直运动与槽台学说 .....	(219)
二、水平运动与大陆漂移 .....	(220)

三、海底扩张与板块运动 .....	(223)
<b>第二节 板块运动的基本理论 .....</b>	<b>(225)</b>
一、板块理论的要点 .....	(225)
二、板块运动的威尔逊旋回 .....	(225)
三、板块的边界类型 .....	(228)
<b>第三节 板块运动的机制 .....</b>	<b>(228)</b>
一、地幔对流 .....	(229)
二、质疑地幔对流 .....	(229)
三、热点的发现和解释 .....	(230)
四、超地幔柱模型 .....	(231)
五、内核偏移与圈层耦合模型 .....	(232)
<b>第十二章 构造运动及地质构造 .....</b>	<b>(235)</b>
<b>第一节 构造运动及其一般特征 .....</b>	<b>(235)</b>
一、构造运动的概念 .....	(235)
二、构造运动的基本特征 .....	(236)
<b>第二节 构造运动的证据 .....</b>	<b>(237)</b>
一、测量证据 .....	(237)
二、地貌标志 .....	(237)
三、地质证据 .....	(238)
<b>第三节 地质构造 .....</b>	<b>(240)</b>
一、地质构造空间位置的测定 .....	(241)
二、水平构造 .....	(244)
三、倾斜构造 .....	(244)
四、褶皱 .....	(245)
五、断裂 .....	(247)
<b>第四节 地震构造 .....</b>	<b>(251)</b>
一、概述 .....	(251)
二、地震的震级和烈度 .....	(252)
三、地震的成因类型 .....	(253)
四、地震发生的断层弹性回跳模型 .....	(254)
五、地震效应 .....	(255)
六、地震的地理分布 .....	(258)
七、地震的预防和预报 .....	(258)
<b>第十三章 岩浆作用 .....</b>	<b>(261)</b>
<b>第一节 岩浆及岩浆作用的概念 .....</b>	<b>(261)</b>

(833)一、概述 .....	(261)
(833)二、岩浆的基本特征 .....	(262)
<b>第二节 火山作用</b> .....	(264)
(833)一、火山喷发 .....	(264)
(833)二、火山 .....	(271)
(833)三、火山岩的产状 .....	(275)
<b>第三节 侵入作用</b> .....	(277)
(833)一、岩浆侵入的证据 .....	(278)
(833)二、岩浆的形成和侵入 .....	(279)
(833)三、侵入岩产状 .....	(281)
<b>第四节 火成岩</b> .....	(284)
一、火成岩的简略分类和最常见类型 .....	(284)
(833)二、火成岩的基本特征 .....	(285)
(833)三、代表性的火成岩 .....	(288)
(833)四、火山碎屑岩 .....	(289)
(833) .....	
<b>第十四章 变质作用</b> .....	(292)
<b>第一节 变质作用的基本概念</b> .....	(292)
(833)一、变质作用的定义 .....	(292)
(833)二、变质作用机制 .....	(293)
(833)三、变质作用因素 .....	(295)
<b>第二节 变质作用的基本类型</b> .....	(297)
(833)一、动力变质作用 .....	(298)
(833)二、接触变质作用 .....	(298)
(833)三、区域变质作用 .....	(298)
(833)四、混合岩化作用 .....	(298)
<b>第三节 变质岩</b> .....	(298)
(833)一、变质岩的基本特征 .....	(298)
(833)二、代表性的变质岩 .....	(302)
(833) .....	
<b>第十五章 环境地质与地质灾害</b> .....	(304)
<b>第一节 环境地质系统的主要特性</b> .....	(304)
(833)一、环境、环境问题、环境地质与可持续发展 .....	(304)
二、研究环境与地质灾害的重要意义 .....	(305)
(833)三、环境地质工作的主要特点 .....	(306)
<b>第二节 主要环境与环境地质问题</b> .....	(307)

一、环境污染问题 .....	(308)
二、水资源问题 .....	(309)
三、土地沙漠化与水土流失问题 .....	(309)
<b>第三节 发生地质灾害的主要影响因素</b> .....	(310)
一、地形因素 .....	(311)
二、地质因素 .....	(311)
三、气象因素 .....	(311)
四、人类工程活动 .....	(311)
<b>第四节 主要地质灾害及其防治措施</b> .....	(312)
一、滑坡 .....	(312)
二、崩塌 .....	(315)
三、泥石流 .....	(317)
四、地面沉降 .....	(319)
五、我国的地质减灾对策与行动 .....	(320)
<b>中英文词汇对照表</b> .....	(323)
<b>参考文献</b> .....	(334)

# 绪 论

在你阅读居维叶的地质学著作时，是否曾投身于无限广阔的时间和空间里？被他的天才所指引。你是否曾像被一只魔术师的手托住那样，飞越一个无边无际的过去的深渊……拜伦诚然用文字描述了人类精神的激动状态；但是，我们不朽的科学家却用白骨重建了各个时代的世界，像卡谟那样，他用牙齿重新建筑了城市，用煤块复原了隐蔽整个动物学秘密的千万座森林，而且从一只巨大毛象的脚，重新找到了巨兽群生活的痕迹。这些形象都一一站立起来，逐渐变大，和谐地布满了与它们身躯相适应的各个地域。

——巴尔扎克

## 第一节 地质学的基本任务和主要特点

### 一、现在是进入过去的钥匙

地质学以固体地球为研究对象。本页篇头巴尔扎克的一段叙述，已突出了地质学的基本任务和基本特征，那就是：用过去遗留下来的地质证据，来研究过去发生的地质事件，以恢复过去的地质过程。问题在于，当事件在过去发生时，我们“不在现场”，未能亲历亲见；而遗留下来的证据，多经受时间的改造和破坏，早已残缺不全；影响事件和过程的主要因素，又往往各式各样，有多种可能。因此，地质学家面临的任务和解决问题的条件，常常和福尔摩斯、波洛接手的案件一样，时常令人绞尽脑汁。即便如此，这些问题仍时常得不到解答。

19 世纪初期，达尔文的好友、英国地质学家莱伊尔（Charles Lyell, 1797—1875）想出了一个办法，认为可以通过观测现在正在进行的地质事件，来研究过去曾经发生的地质过程，也就是“将今论古”。其理由有三：第一，改变地球面貌的自然力量在全部地质历史上就性质和强度而言都是相同的；第二，这些改变地球面貌的自然力量起的作用虽然缓慢，却从不间断；第三，正是这些力量缓慢地、然而不间断地累积作用，才导致了地球面貌的巨大改变。由此三



点，莱伊尔推断现在的地质过程和过去的地质过程在性质上是一致的，即使有些许速率和强度的差异，也不致造成“将今论古”时的推断错误。

“将今论古”思想后来被另一位地质学家盖基（Geikie）用一句话概括为“现在是进入过去的钥匙”（The Present is the Key to the Past），至今成为地质学研究的基本原理。

## 二、现实类比与历史分析

用现在的眼光看，莱伊尔提出的三点理由只强调了地质作用的同一性和渐变性，忽略了地质作用的趋异性和突变性。前一个方面使我们有可能运用将今论古原理，去发现地质事件和地质过程的某些特征和规律；后一个方面则提醒我们在进行具体研究时，还需要注重现实类比和历史分析。换句话说，今天发生的地质过程和过去有相似之处，但绝非雷同，甚至可以完全不同。不能断然把今天的地质产物和过去的地质记录划上等号。比如在距今4亿年前的泥盆纪时，总鳍鱼正在试图从水中爬上陆地来生活，而今天幸存的总鳍鱼却只有在深海里才悠哉游哉。可见将今论古原理像一把双刃剑，它在帮助我们刺穿隔离时空的地质帷幕之际，也容易误伤了自己。故而在运用它的时候，一定要注意对具体情况，作具体分析。

## 三、地质时空观

一刹那为一念，二十念为一瞬，二十瞬为一弹指，二十弹指为一罗预，二十罗预为一须臾，一日一夜有三十须臾。

——古印度梵典《僧只律》

将佛学的时间观与我们熟悉的人类时间相比，可以看出：一须臾为48分钟，一罗预为2分24秒，一弹指为7.22秒，一瞬为0.361秒，而“一念”之“差”，原来只有0.01805秒。计时精确如斯，使人来不及一闪念。但若将我们熟悉的人类时间与地质时间相比，则人类的上百万年，不过是后者的一瞬之间（图0-1）。

图0-1是美国航空航天局地球系统委员会列出的基本地球过程。图中的竖直点划线，将地质学研究的主要事件和过程分隔在图的右上方。这些地质事件和过程，计时的下限是百万年。因此在地质学家眼中，一个事件如果经过了数千万年，算是正常；要是在百万年内就从开场到谢幕，那一定会被看成是一次“迅雷不及掩耳”的突变。喜马拉雅山脉从海底上升为世界屋脊，平均每年大约抬升0.2毫米，被称为快速抬升的典型；大西洋在7千万年前的扩张，被