

## UTURON 塑料直接电镀



### 优点:

1. 革命性的ABS塑料直接电镀方
2. 无需使用化学沉镍或化学沉铜后可直接镀铜。
3. 流程及时间可缩短达百分之三
4. 生产线亦可缩短。
5. ABS塑料可上挂进行粗化等前无需更换挂具。
6. 省却化学沉镍、沉铜的麻烦操
7. 镀层的结合力、防腐能力、热统工艺无异。
8. 操作简单，控制亦容易。
9. 可直接代入传统工艺，无需更
10. 能减少耗水量及废水处理量
11. 可减少设备成本的投资。



**安美特化学**  
Atotech Asia P

地址: 香港九龙柯士  
贸易大厦2楼  
电话: (852) 27220108  
传真: (852) 27213540



**安美特(广州)**  
Atotech (Guangz

地址: 中国广州经济  
二路73号  
邮编: 511356  
电话: (020) 82975160  
传真: (020) 82975170

公司

林路126号乙座  
0233  
(01)64708872-5  
(01)64087636

南京分公司

南京市中山北路178号  
苏华商务楼七层A3座  
邮编: 210009  
电话: (025)6632428  
传真: (025)3329724

重庆分公司

重庆市九龙坡区石桥铺  
科圆一路3号渝高大厦14-3  
邮编: 400039  
电话: (023)68638767 68638294  
传真: (023)68616479

天津分公司

天津市南开区金  
七层C、D单元  
邮编: 300190  
电话: (022)2762  
传真: (022)2736

机械院武汉材料保护研究所  
中国腐蚀与防护学会  
中国表面工程协会  
中国机械工程学会表面工程分会 主办

材料保护杂志社

出版

2 2002.V

高等学校教材

# 普通地质学

中国地质大学  
徐成彦 赵不亿 主编

地质出版社

## 内 容 提 要

本书是高等学校地质类专业用的普通地质学教材。全书约50余万字，内容广泛，取材新颖。为便于学生初学，本书着重于基本概念、基本理论的阐述，文字力求通俗简明。为与地质科学的发展相适应，在内容上适当吸取了国内外的一些最新资料。

本书主要内容包括地球的基本知识；地壳演变发展的各种动力作用过程（内、外力地质作用）；岩石圈（主要是地壳）的运动规律及其演变的概念；太阳系的有关特点及地球的起源问题等。并简要介绍了环境地质的有关内容。

※ ※ ※

本书由张宝政、段光贤、李叔达主审，经地质矿产部普通地质学教材编审委员会于1985年8月召开的全体会议审稿同意作为高等院校地质类专业的教学用书。

### 高 等 学 校 教 材 普 通 地 质 学

徐成彦 赵不亿 主 编

责任编辑：张荣昌 颜怀学

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）

新华书店总店科技发行所发行

开本：787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>印张：22,875字数：538,000

1988年6月北京第一版·1988年6月北京第一次印刷

印数：1—12,000册 定价：3.80元

ISBN 7-116-00142-5/P·126

# 前 言

《普通地质学》是高等院校地质类专业开设的第一门专业基础课。

为满足教学要求，本书着重基本概念和基本理论的阐述，并注意与当前地质科学发展相适应和与中国地质实际相结合。

本书的主要内容包括有关地球的基本知识，各种动力地质作用的基本原理和过程（包括其产物特征），地壳或岩石圈的运动规律及其发展演化的基本概念，太阳和行星地质的一般知识，以及地球的起源问题等，并简要介绍了环境地质的基本内容。

本书是在我院过去教材的基础上经过反复修编而成的。1985年8月在昆明由地质矿产部普通地质教材编审委员会全体会议审议，与会代表对书稿进行了详细评审。会后作者根据评审意见作了全面修改。1986年4月在武汉经主审张宝政、段光贤、李叔达和责任编辑颜怀学、张荣昌等组成的评审小组进行了详细审议，并决定由主编修改定稿后交付出版。

本书由中国地质大学（武汉）普通地质教研室集体编写，其详细分工如下：绪论及第一、二、五、七、八、九、十二、十三、二十二章由赵不亿编写；第四、十四、十五、十八、十九、二十章由徐成彦编写；第三、十六、十七章由李鸿儒编写；第十一章由沈锡昌编写；第六章由郭步英编写；第十章由马丽芬编写；第二十一章由胡家杰编写。由主编徐成彦、赵不亿统纂，并根据评审意见进行了全面修改和完成定稿。

在本书编写过程中，承蒙主审和参加审议同志们的详细评阅并提出许多宝贵意见；并得到我院其他各教研室和兄弟院校及有关生产、科研单位的大力支持和提供资料，在此一并表示衷心感谢。

本书绘图工作由我院绘图室王润斋、崔宁、方敏、林露西、唐核之完成。我室王京名负责照片的翻拍及加工。曾克锋、黄颖、薛秦芳等为本书作了图版编录等许多具体工作。

由于我们水平有限，书中尚可能存在一些缺点和错误敬请读者批评指正。

编者 1986年8月

# 目 录

绪 论 .....	1
第一节 地质学的研究内容 .....	1
第二节 地质学的研究方法 .....	2
第三节 我国地质工作者的光荣任务 .....	5
第四节 普通地质学的任务和内容 .....	6
第一章 地球 .....	7
第一节 地球的形状、大小和表面形态 .....	7
一、地球的形状和大小 .....	7
二、地球的表面形态 .....	8
第二节 地球的外部圈层 .....	15
一、大气圈、大气环流及气候带 .....	15
二、水圈及水的循环 .....	18
三、生物圈 .....	19
第三节 地球的物理性质 .....	20
一、地球的重力和重力异常 .....	20
二、地球的密度和压力 .....	22
三、地磁场 .....	23
四、地 热 .....	26
五、地球的弹塑性 .....	28
第四节 地球内部的构造及其物质组成特点 .....	29
一、圈层构造 .....	29
二、各圈层的物质状态 .....	30
第二章 地 壳 .....	35
第一节 地壳的结构和类型 .....	35
一、大陆地壳 .....	35
二、大洋地壳 .....	37
第二节 地壳均衡概念 .....	38
第三节 地壳的物质组成 .....	40
一、元素在地壳中的分布 .....	40
二、矿物 .....	41
三、岩石 .....	45
第三章 地质年代 .....	49
第一节 地质年代的确定方法 .....	49
第二节 相对地质年代 .....	49
一、相对地质年代的确定 .....	49
二、地质年代单位和地层单位 .....	51

三、地质历史上生物的发展和演化简介 .....	52
第三节 同位素地质年代的概念 .....	56
<b>第四章 地质作用概述</b> .....	59
第一节 地质作用的一般概念 .....	59
第二节 外力地质作用 .....	59
一、外力地质作用的类型 .....	60
二、外力地质作用的程序 .....	60
第三节 内力地质作用 .....	62
一、内力地质作用的能源 .....	62
二、内力地质作用的类型 .....	63
<b>第五章 风化作用</b> .....	65
第一节 风化作用的概念 .....	65
第二节 物理风化作用 .....	65
一、物理风化作用的方式 .....	65
二、物理风化作用的产物 .....	67
第三节 化学风化作用 .....	68
一、化学风化作用的方式 .....	68
二、矿物和岩石在化学风化中的变化 .....	70
三、元素在地表的迁移 .....	72
四、化学风化作用的产物 .....	73
第四节 生物风化作用 .....	73
第五节 风化作用的速度及其影响因素 .....	74
一、气候条件对风化作用速度的影响 .....	74
二、地形对风化作用的影响 .....	75
三、岩石性质对风化强度的影响 .....	75
第六节 风化壳和土壤 .....	76
一、风化壳 .....	77
二、土壤 .....	80
<b>第六章 地面流水的地质作用</b> .....	82
第一节 概述 .....	82
第二节 地面暂时流水的地质作用 .....	84
一、片流的地质作用 .....	84
二、洪流的地质作用 .....	85
第三节 河流概述 .....	86
一、河谷和水系 .....	87
二、河流的水文状况 .....	88
第四节 河流的侵蚀作用 .....	88
一、下蚀作用 .....	89
二、侧蚀作用 .....	92
第五节 河流的搬运作用 .....	94
一、河流搬运作用的方式 .....	95

二、河流对碎屑颗粒的机械搬运方式 .....	95
三、河流的机械搬运能力和搬运量 .....	97
四、碎屑颗粒在搬运过程中的机械分异现象 .....	98
五、河流的化学搬运作用 .....	99
第六节 河流的沉积作用 .....	99
一、河流沉积作用的原因及冲积物的一般特点 .....	100
二、各河段的沉积作用及其冲积物特点 .....	100
第七节 地壳运动对河流地质作用的影响及地面流水对陆地面貌改造的趋势 .....	106
一、河流阶地和深切河曲 .....	106
二、准平原和夷平面 .....	106
<b>第七章 地下水的地质作用</b> .....	108
第一节 概述 .....	108
一、地下水的储存及运动条件 .....	108
二、地下水的运动特点 .....	110
三、地下水的基本类型 .....	111
四、地下水的化学成分和物理性质 .....	114
第二节 地下水的潜蚀作用 .....	114
一、机械潜蚀作用 .....	114
二、岩溶作用和岩溶地形的形成过程 .....	115
第三节 地下水的搬运作用和沉积作用 .....	120
一、地下水的搬运作用 .....	120
二、地下水的沉积作用 .....	120
第四节 古岩溶 .....	122
<b>第八章 冰川的地质作用</b> .....	124
第一节 概述 .....	124
一、冰川的形成 .....	124
二、冰川的运动 .....	125
三、冰川的类型 .....	127
第二节 冰川的刨蚀作用 .....	129
一、刨蚀作用的方式 .....	129
二、刨蚀作用形成的地形 .....	130
第三节 冰川的搬运作用 .....	133
第四节 冰川的沉积作用 .....	134
一、冰川的沉积作用 .....	134
二、冰水的沉积作用 .....	135
第五节 古代冰川活动 .....	136
<b>第九章 风的地质作用</b> .....	139
第一节 概述 .....	139
第二节 风沙运动特点 .....	140
第三节 风蚀作用 .....	141
第四节 风的搬运作用 .....	143

第五节 风的沉积作用	145
一、风的沉积作用的特点	145
二、风的沉积物	145
<b>第十章 湖泊及沼泽的地质作用</b>	151
第一节 湖泊概述	151
一、湖泊的成因	151
二、湖水来源、成分及湖泊分类	152
三、湖水的运动	153
第二节 湖泊的地质作用	153
一、湖泊地质作用概述	153
二、潮湿气候区湖泊的沉积作用	154
三、干旱气候区湖泊的沉积作用	158
第三节 沼泽的地质作用	160
一、沼泽的成因	160
二、沼泽的沉积作用及煤的形成	161
<b>第十一章 海洋的地质作用</b>	163
第一节 海洋的特征	163
一、海水的化学、物理性质和海洋生物	163
二、海水的运动	166
三、海洋的环境分区	171
第二节 海洋的剥蚀作用	173
一、海蚀作用的概念	173
二、基岩海岸的海蚀作用	173
三、砂质海岸的改造	175
四、潮流和洋流的剥蚀作用	176
五、海平面的变动与海岸线变迁	177
第三节 海洋的搬运作用	177
一、海洋搬运作用的方式	177
二、海水的各种搬运作用	178
第四节 海洋的沉积作用	179
一、海洋沉积物的来源	179
二、滨海的沉积作用	179
三、浅海的沉积作用	182
四、半深海的沉积作用	186
五、深海的沉积作用	187
第五节 浊流及其地质作用	190
一、浊流的形成和分布	190
二、浊流的侵蚀和搬运作用	190
三、浊流的沉积作用	191
<b>第十二章 块体运动</b>	192
第一节 概述	192



第二节	崩塌	192
第三节	滑坡	193
第四节	蠕动	195
第五节	泥石流	197
<b>第十三章</b>	<b>硬结成岩作用</b>	199
第一节	外力地质作用的一般规律	199
一、	各种外力地质作用的统一性和差异性	199
二、	自然地理环境对外力地质作用的制约性	200
三、	地壳运动对外力地质作用的制约性	201
第二节	硬结成岩作用	201
一、	压固作用	201
二、	胶结作用	202
三、	重结晶作用	202
<b>第十四章</b>	<b>构造运动和地质构造</b>	203
第一节	构造运动的概念和类型	203
一、	构造运动的概念	203
二、	构造运动的类型	203
第二节	现代及新构造运动的表现	204
一、	升降运动的表现	204
二、	水平运动的表现	206
第三节	地质历史时期构造运动的表现	208
一、	升降运动在地质剖面中的表现	208
二、	地壳运动在岩石变形上的表现	211
三、	构造变动的概念及类型	211
第四节	岩层产状	212
一、	岩层	212
二、	岩层的产状要素	212
三、	水平岩层、倾斜岩层和直立岩层	213
第五节	岩石变形的概念	214
一、	应力和变形	214
二、	岩石变形的特点	215
第六节	褶皱构造	216
一、	褶皱的基本类型	216
二、	褶皱要素	217
三、	最常见的褶皱类型及其特征	218
四、	褶皱的形成时代	221
五、	褶皱与矿产的关系	222
第七节	断裂构造	222
一、	节理	223
二、	断层要素及断距	224
三、	常见的断层类型	226

四、断层的识别标志 .....	227
五、断层形成的时代及研究断层的意义 .....	230
第八节 构造运动的规律 .....	231
一、构造运动的空间分布特征 .....	231
二、构造运动的历史发展规律 .....	231
○ 第十五章 岩浆作用 .....	233
第一节 岩浆及岩浆作用的概念 .....	233
第二节 岩浆的喷出作用——火山活动 .....	234
一、火山及其活动的一般现象 .....	234
二、火山活动的产物 .....	236
三、火山喷发的类型 .....	241
四、火山和人类 .....	244
第三节 岩浆的侵入作用 .....	244
第四节 岩浆的演化 .....	247
一、岩浆的分异作用 .....	247
二、同化混染作用 .....	248
第五节 岩浆活动的基本规律 .....	249
一、火山活动的空间分布规律 .....	249
二、侵入活动的空间分布规律 .....	250
第十六章 地震作用 .....	252
第一节 地震的概念 .....	252
一、震源、震中、震中距 .....	252
二、地震波及其传播 .....	253
三、震级和烈度 .....	254
第二节 地震的成因类型 .....	256
一、构造地震 .....	256
二、火山地震 .....	258
三、陷落地震 .....	258
四、水库地震及其他诱发地震 .....	258
第三节 地震地质作用 .....	259
一、孕震阶段 .....	259
二、临震阶段 .....	259
三、发震阶段 .....	260
四、余震阶段 .....	263
第四节 世界及我国地震带的分布 .....	264
一、世界地震带的分布 .....	264
二、中国地震带的分布 .....	265
第五节 地震预报与预防 .....	266
一、地震区域划分 .....	266
二、临震预报 .....	267
第十七章 变质作用 .....	268

第一节 变质作用的概念	268
第二节 变质作用的因素	269
一、温度	269
二、压力	270
三、化学活动性流体	270
第三节 变质作用的方式	271
一、重结晶作用	271
二、重组合作用	271
三、交代作用	273
第四节 变质作用类型	273
一、接触变质作用	273
二、动力变质作用	274
三、区域变质作用	275
四、混合岩化作用	275
第五节 变质强度的概念	276
一、变质带	276
二、变质相	277
三、双变质带	278
<b>第十八章 岩石圈板块构造概论</b>	279
第一节 概述	279
第二节 大陆漂移说	279
一、早期大陆漂移学说	279
二、大陆漂移的证据	280
第三节 古地磁和海底扩张的概念	284
一、古地磁和极游移	284
二、海底扩张的理论	286
第四节 岩石圈板块构造学说	292
一、板块构造的概念	292
二、板块的边界类型及其划分	292
三、板块运动	296
四、板块构造与内力地质作用的关系	299
五、板块运动的驱动力	302
<b>第十九章 地槽、地台及地质力学的基本概念</b>	304
第一节 概述	304
第二节 地壳基本构造单元	304
一、地槽的一般特性	305
二、地台的一般特性	306
三、地壳发展的周期和规律	307
第三节 地质力学概述	307
一、地质力学的概念	308
二、地质力学的基本观点	308

<b>第二十章 地球的起源及其演化</b> .....	311
第一节 概述 .....	311
第二节 太阳系的组成及其基本特点 .....	311
一、地球在宇宙中的位置 .....	311
二、太阳系 .....	312
第三节 地球的起源 .....	325
一、太阳系及地球起源的基本问题 .....	325
二、太阳系及地球起源的各种假说 .....	325
第四节 地球的演化 .....	330
一、地球内部圈层的形成 .....	330
二、地球外部大气圈和水圈的形成 .....	331
三、大陆的起源和发展 .....	332
四、地质作用发展的一般规律 .....	334
<b>第二十一章 环境地质</b> .....	336
第一节 概述 .....	336
第二节 人类的地质作用 .....	336
一、人类对自然界的改造作用 .....	336
二、人类的搬运作用 .....	337
三、人类的堆积作用 .....	338
第三节 人为地质环境的利与害 .....	338
一、矿业与环境 .....	339
二、人类对地面流水的改造 .....	340
三、城市化问题 .....	341
四、沙漠化问题 .....	341
第四节 自然地质环境与人类的安全和健康 .....	342
一、地质作用形成的灾害 .....	342
二、地质环境与健康 .....	343
<b>第二十二章 地质学的发展简史及其发展趋势</b> .....	344
第一节 地质学发展简史 .....	344
一、古代地质思想的萌芽 .....	344
二、地质学的创立 .....	345
三、近代地质学的发展 .....	346
四、中国的地质学发展简史 .....	347
第二节 地质学的发展趋势 .....	350
<b>主要参考书</b> .....	353

# 绪 论

## 第一节 地质学的研究内容

普通地质学是学习地质学的入门课程。它系统地阐述了地质学的一般理论和一些基本概念。

地质学 (geology) 的主要研究对象是固体地球。当前, 它的研究重点是固体地球的表层——地壳 (或岩石圈)。它的主要研究内容包括固体地球 (或地壳) 的物质组成、构造及其形成和演变的历史。

随着科学技术的发展, 人类对矿产资源 (包括能源) 的需求日益增加。地质学的任务之一, 就是研究矿产资源的形成和分布规律, 以便更好地开发和利用矿产资源, 造福于人类。地质学还在改善人类生活的许多方面起着重要作用, 如工程建设、环境保护、国土整治、城市规划、防治自然灾害 (包括火山、地震、洪水、泥石流等) 及旅游资源开发等许多方面, 都需要以地质资料作为研究和设计的依据。目前, 在许多国家的政府机构中都设立了专门的地质工作部门。

地质学的发展不仅丰富了人类的知识宝库, 促进了现代科学的发展, 而且, 为辩证唯物主义和创造精神文明提供了有力的依据。

随着生产和科学技术的发展, 人类对自然界的认识逐步深入, 对各部门自然科学的要求愈来愈高, 并不断地开拓出新的学科领域。当前各门科学发展的共同趋势是互相利用和相互结合, 从而, 形成许多具有独特意义的科学分支。地质学也不例外, 它已发展成为一个完善的学科体系, 现按其研究内容和任务的不同, 将其主要分科概要介绍如下:

1. 在研究地球 (以地壳为主) 物质组成方面的学科有结晶学、矿物学、岩石学等;
2. 在研究地壳运动、形变及地表形态特征方面的学科有构造地质学、大地构造学、地貌学等;
3. 在研究地壳的演变历史和古代自然面貌方面的分科有古生物学、地史学、同位素地质年代学、地层学、古地理学和第四纪地质学等;
4. 在研究矿产资源的形成和分布规律, 以及为寻找和勘探矿产的理论和方法方面的分科有矿床学、石油地质学、煤田地质学、找矿勘探地质学等;
5. 在研究各种工程建筑地基的地质条件和勘查理论方面的有工程地质学等;
6. 在研究地下水的运动和分布规律方面的有水文地质学等;
7. 在防范自然灾害、保护和利用自然环境方面的有环境地质学、地震地质学、旅游地质学等。

地质学所研究的各种地质现象是各种地质营力长期作用的产物, 是在非常复杂的物理、化学及生物条件下各种自然因素综合作用的结果。要阐明自然界这一复杂过程及其规律, 必须利用现代物理学、化学、生物学、数学和力学等方面的理论和方法, 于是产生了地球物理学、地球化学、同位素地质学、生物地球化学、数学地质、地质力学及实验岩石

学等许多重要学科。

随着地质学的发展和不断引入其它学科的技术和方法，形成了一系列为地质研究服务的方法技术性学科，如探矿工程、勘探地球物理学、勘探地球化学、实验地质学、数学地质和遥感地质学等。可以预料，随着地质学和各种科学的发展，地质学还会开拓更多新领域和形成更多新的学科分支。

## 第二节 地质学的研究方法

地球是一个庞大而又复杂的物体，它具有长期的发育历史，因而，在考虑其研究方法时也应注意以下特点：

1. 空间的广泛性 地球是一个庞大的物体。地质学研究的主要对象——地壳的厚度也很大，在大陆上一般在30—60km之间。目前人类通过各种手段（如钻探等等），只能观察到地壳的上部，其深度不超过12km，对于地球深部的物质及其运动特点，主要根据地表现象的观测和地球物理方法获得的信息加以推断。地质学具体研究对象的大小差别很大，可以从几微米到几千公里以上。地质作用过程所涉及的范围和规模都较大，常会超越人类生活中的惯用尺度。地球又是一个极不均一的物体，它的各个部位无论在物质状态、运动和演变特点上都具有一定差异。这就要求在研究各种地质作用或地质现象时，既要注意地球整体的宏观特征，也要注意地域性的差异和物体内部的某些微观特征。

2. 时间的漫长性 地壳自形成以来，经历了漫长的发展历史。在地质历史时期，曾发生过许多重要的地质事件，谱写了一部地壳发展和演变的历史。短暂的人生是不可能目睹和模拟这些地质历史过程的，但却可通过研究记录在岩石中的各种现象（如岩石特征、地质构造特征和古生物化石的特征等）来推断曾经发生过的某些地质事件的主要特点和周围的环境主要特征。通过各种地质事件产物——地质现象的特征反推当时地质事件的发生条件、过程及其特点，是地质学常用的一种研究方法。

地质历史中各种地质事件的发生过程多数是缓慢的。例如，现代海洋中泥沙沉积的速度，据观测，一般每年不过几厘米、十几厘米，有的地方仅几毫米。不过，如果考虑到这一过程可能要要进行几十万年至几百万年，这样就可能造成一个地区某一时期的沉积物可厚达几百米乃至几千米。可见，多数地质过程在短时间内不一定有显著效果，许多地质现象都是经过漫长的时间后才形成的。地质学用以度量时间的单位与人们生活中惯用的时间单位不同，需用百万年作为基本时间单位。

3. 地质过程的复杂性 地球是个异常复杂的物体，地球中的物质运动包括了无机界的物质运动和有机界的物质运动。地质过程包括了化学、物理、生物等多种运动方式，是一个非常复杂的过程。同时，地球内部各部分的物理状态存在着复杂的变化。如地表处于常温、常压状态，但地球内部温度可逐渐增至4000—6000℃，压力也可逐渐增至 $3 \times 10^6$ Pa。显然，这些变化会使地球表面和内部的物质运动和物质状态产生巨大的差异。此外，各种地质过程还会受地域性因素的影响，因而地质过程是相当复杂的。

由于上述特点，使地质学的研究方法也有自身的特点。地质学可以引用数学、物理学和生物学等的某些原理和方法，但又不能单纯依靠数理推导或某些推断方法建立的数学、物理学或其它模型去解释各种复杂的地质过程。随着科学技术的发展，地质学者需要运用

各种实验室研究方法去揭示物质的某些构造特征，或利用实验来模拟某些地质过程，以利于科学的推断和解释。但在目前的实验室条件下还难以模拟地球内部的超高温、超高压及其它环境，也无法模拟地质作用的缓慢作用过程，因而实验结果往往与自然过程有一定差距，因此在实验室中只能近似地模拟某些地质过程。

和其他自然科学一样，正确的地质理论必须建立在综合分析大量反映自然界客观规律的实际资料之上，并能经受反复实践的检验才能成立。地质学研究重视在实验室中进行的测试工作，但更重视野外地质调查工作，只有通过野外地质调查，才能获得可靠的原始资料。从野外地质调查到获得正确的结论，通常要经过下列过程：

1. 调查研究与决策 收集和分析研究已有的地质资料，确定研究方向和预期目标，制定研究方案、步骤和措施；
2. 收集有关数据和资料 按照研究方案选定研究方法和手段，尽可能详尽、客观和系统地收集各种地质数据、样品和有关资料；
3. 归纳综合和推论 对在野外和实验室经过研究获得的资料进行加工整理、综合、分析、归纳和对比，以作出符合客观实际的推论；
4. 推论的验证 通过生产实践或科学实验来证实或检验这些推论是否符合客观地质事实，或在解决地质问题和找矿勘探工作中进行验证。

整个研究过程，实质上是从实践提高到理论，又以理论指导实践进行验证的过程，如此反复进行，以达到认识上的飞跃。

地质学和其它自然科学一样，通过科学实践逐渐形成了若干假说和学说，这些假说和学说对推动地质学的发展起着重要的作用。所谓假说是根据某些客观现象归纳得出的结论，它有待进一步科学实践的验证；而学说则是通过生产实践和科学实验的检验在一定学术领域中形成的理论和主张。它们为探索地质过程的客观规律指出了方向，对实践起着一定的指导作用。同时，在实践过程中不断得到检验、补充和修正，使其日趋完善；当然，有些假说和学说也可能在实践中被否定。

地质学的研究是根据保留在地层和岩石中的各种痕迹和现象并结合现代正在发生的地质现象来分析和推断地质历史时期各种地质事件的存在及其特征的。这种思维和逻辑推理的方法被称为“历史比较法”，即通常所谓的“将今论古”的原则。例如现代珊瑚只生活在温暖、平静、水质清洁的浅海环境中，如果在岩石中发现有珊瑚化石，便可推断这些岩石是在古代浅海环境中形成的。又如现代处于干旱气候下的湖泊或滨海泻湖中，常有卤化物或其它盐类矿物沉淀，与其伴生的泥沙沉积物中的铁质，因氧化作用强而形成高价铁，将其浸染成红色。实际工作中，如发现含盐类矿物的红色沉积岩层，便可推断该地区该岩层沉积时位处于干旱气候带；同理，如发现含大量植物化石的黑色炭质页岩，可以推断该岩层形成时处于潮湿的沼泽环境。把同一地区不同地质历史阶段各种地质作用特点及当时所处的地理环境作一综合分析，则可勾画出该地区地壳演变的历史轮廓。

历史比较法的奠基者是英国地质学家莱伊尔 (C. Lyell, 1797—1875)，他继承了郝屯 (J. Hutton, 1726—1797) 的均变论学说，在其《地质学原理》(1830) 一书中用丰富的资料，系统地论证了古今地质作用的相似性，明确指出历史比较法的原则是“现在是了解过去的钥匙”。为研究地壳发展历史和古代地质作用的特点，以及恢复古地理环境提出了正确的分析、判断、推理的思维方法，对现代地质学的发展起了促进作用。恩格斯高度评价了莱伊

尔，说他“把理性带进地质学中”（《自然辩证法》人民出版社1962年版第10页），并认为他是继康德、拉普拉斯提出关于天体的形成假说后，又在当时的僵硬的自然观上打开的第二个缺口。

其实，早在北宋时，我国学者沈括（1031—1095）在《梦溪笔谈》一书中曾多次论述了类似的思想，如卷二十四中记载有“……遵太行而北，山崖之间，往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，横亘石壁如带。此乃昔之海滨，今东距海已近千里。所谓大陆者，皆浊泥所湮耳。……”，他根据太行山麓含螺蚌化石的砂砾岩，推断得出太行山在古代曾处于滨海环境的结论，而且还论述了华北平原的成因。这些结论在今天看来也是正确的。他的论述比郝屯和莱伊尔要早六百多年。

必须指出，C. 莱伊尔所提出的历史比较法是存在缺陷的，在他看来，在漫长的地质年代中，地球的演变是以渐进的方式持续进行的，而且无论是过去还是现在，其方式和结果都是一致的。但是，目前有足够事实证明，在地质历史中有机界和无机界都在进化和演变着，而且其进化过程是不可逆的，不存在古今绝对一致的规律。随着离现代时间愈久，这种差异性也就愈大。例如，六亿年前，海洋中有大量硅质（ $\text{SiO}_2$ ）沉积，这可能与当时的大气成分和海水的特性有关，随着大气圈和海洋的演变，在现代海洋中就很难形成类似的沉积；又如古代生长在浅海环境中的某些生物，现代却在深海中发现它的踪迹。所以，如不考虑历史的发展而机械地运用“将今论古”的原则，也可能带来片面性的结论。

历史比较法不仅在地质学理论的发展过程中起过重要作用，同时在找矿勘探工作中也有重要意义。近年来，在寻找石油、煤等各种沉积矿产时，由于重视现代地质作用规律的研究，并总结出了各种地质环境的沉积作用模式、沉积物的特点和有利成矿的条件等等，这项工作为恢复古沉积环境提供了依据，同时也使找矿工作的准确性和效率得以提高。

郝屯和莱伊尔强调了地球的演变过程是渐变或均变的过程，被称为“均变论”（uniformitarianism）。与其相对立的是“激变论”（catastrophism），则认为导致地球演变的原因是某些短暂的、剧烈的激变事件。其实“均变”和“激变”是事物对立的两个方面。在地球演变过程中既存在着渐变的过程，也存在着激变的过程。例如，在地层或岩石中存在着突变，这个突变代表了两阶段地质过程的差异，可以认为是激变过程。同时，某些偶然的因素（如陨石对地球的撞击）也可导致在地球演变过程中发生激变。例如，在七千万年到二亿年前曾是恐龙大量繁衍的时代，但恐龙均于七千万年前突然灭绝了，是什么原因导致其灭绝呢？有人发现当时形成的岩石中铱的含量很高，因而推论当时曾有巨大陨石（星）撞击地球（铱含量高是撞击时的一种“污染”现象），致使地表环境发生巨变，使恐龙无法生存而灭绝。尽管这一推论仍有待于探讨，但当时地壳曾发生过剧烈的变动则是可以肯定的。在地质历史中，这种突变现象是常见的。正确的思维方法应当是在承认地球演变过程的缓慢性、渐进性的同时，也承认存在着阶段性的激变过程。即地球和地壳的演变经历了渐变—激变—渐变的反复发展的过程。当然，由于地壳是复杂的，不同地域按上述规律演变的时序是不尽相同的，演变过程的特点也各有特色，因而造成地壳不同部分无论在物质组成和构造上都存在着差异。这种思维方法不仅符合据大量地质资料综合所获得的规律，也符合辩证唯物主义的原则。



### 第三节 我国地质工作者的光荣任务

为实现我国“四个现代化”和建设社会主义强国的宏伟目标，地质工作必须先行。要发展工农业生产、国防建设和科学技术，必须有足够的物质基础（如化肥、能源和各种原材料等）作保证，这些物质基础大多数取自地下矿产资源。为了满足人们日益提高的生活要求，需要有各种生活用品，这些用品不少也是以矿产品为基本原料的。寻找各种矿产资源需要地质工作，地质工作者是社会主义建设事业的开路先锋，我们必须提前五年到十年为社会主义建设准备好充足的矿产资源和为开发资源所需要的地质资料。稍有失误，便会造成“一马挡路，万马不能前行”的严重局面。在农业方面，还需要解决水的问题（我国有8亿亩农田严重缺水），一些城市和工矿企业也迫切需要解决供水问题，这就需要进行水文地质调查工作，为探明地下水的分布和合理开发地下水提供依据。地质工作者还要为公路、铁路、港口、桥梁、水坝、工厂、大型建筑等选择最适宜的线路和地址，并研究、解决其边坡和地基稳定等有关的地质问题，为设计、施工提供可靠的地质资料。此外，为了保护人民健康，防止环境污染、探讨某些地方病的起因等也要研究其有关的地质问题；为了预防和预报地震、滑坡、泥石流等自然灾害也需对其发育的地质规律进行研究。可以说，地质工作者的服务范围遍及社会主义建设事业的各行各业，而且还必须先行一步，肩负起社会主义建设事业的“侦察兵”这一光荣职责。

建国三十多年来，地质工作在党的领导下，为社会主义建设事业做出了卓越的贡献。地质队伍已由解放前不足200人，仅有十几台钻机的状况，发展为拥有各种先进设备和数十万职工的庞大队伍。三十多年来，我国的地质工作者取得了令人满意的成果，世界上已知的140多种矿产在我国均已发现，其中钨、锡、钼、锑、锌、镁的探明储量居世界首位；煤、铁、铜、锰、铝、铅、金、汞等十七种矿产的探明储量也位居世界前列。克拉玛依、大庆、胜利、大港、中原等大油田相继发现和开发，渤海、南海、东海的海上钻探取得了满意的成果，塔里木盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地等许多内陆盆地相继发现了有利成油的地质环境和良好的储油构造，并已勘探出石油、天然气。这说明我国石油资源的前景是相当乐观的。在世界上有许多被认为是稀有金属（如铌、钽、钛、钒等）的矿产，经勘查表明在我国并不稀有。地质工作者在西北、华北的干旱、半干旱地带探明了大量地下水资源，使一些缺水的农田、城市和工矿企业解脱了干旱缺水的威胁。总之，我国地质工作者以自己的艰苦劳动，为国家的欣欣向荣做出了应有的贡献。

我国幅员广阔、地势雄伟、山川壮丽，地质构造和矿产资源丰富多彩，其形成条件复杂而多变。有世界罕见的、几乎含有所有化学元素的内蒙白云鄂博铁矿，有举世闻名的南岭钨、锡及多金属成矿带。在世上瞩目的“世界屋脊”青藏高原和喜马拉雅山脉有复杂的地质构造和丰富的矿产；在近3000000km<sup>2</sup>海疆的大陆架上不仅有丰富的水产资源，而且有丰富的矿产宝藏。这些资源已引起国内外地质界的极大关注；还有很多在地质学上有待探索的奥妙和等待攀登的高峰。我国的广大地质工作者，特别是年青的一代，有责任、有义务担负起进一步开拓的任务，为祖国的繁荣，人类的幸福去奋斗、去拼搏。