

目 录

绪 论	1
第一节 动力地质学的对象和任务	1
一、地质学的对象和任务	1
二、动力地质学的对象和任务	1
第二节 动力地质学与其它学科的关系	2
第三节 动力地质学的研究方法	2
第四节 动力地质学的发展方向	4
第一篇 动力地质作用的物质基础——地球和地壳	5
第一章 地 球	6
第一节 行星地球和宇宙	6
一、太阳系和银河系	6
(一) 太阳系的组成	6
(二) 太阳系主要成员特征	8
(三) 银河系、河外星系和总星系	17
(四) 天体的运动、年龄和物质统一性	19
二、太阳系和地球的成因	20
(一) 行星是从太阳本身分出来的	21
(二) 太阳和行星同是由星际物质形成的	22
第二节 地球的物理性质	24
一、地球的形状和大小	24
二、地球的密度和压力	24
(一) 地球平均密度和地内密度的变化	24
(二) 地球内部压力及其变化	26
三、地球的重力	26
(一) 地表重力场和重力异常	26
(二) 地球内部的重力变化	26
四、地球的放射性	27
(一) 放射性物质在地球内部的分布	27
(二) 放射性的表现和放射性异常	27
五、地球的温度	28
(一) 地球内部温度及其变化	28
(二) 地表热流和地热异常	28
六、地球的磁性	29
(一) 地磁场和地磁要素	29
(二) 地磁场的变化和地磁异常	30
(三) 地磁场的成因	30

七、地球的电性	30
(一) 地电的来源和在地内的分布	30
(二) 地电场的变化和地电异常	31
八、地球的弹塑性	31
(一) 固体地球的弹塑性表现	31
(二) 地球内部的弹性和塑性	32
第三节 地球的结构	33
一、地球分圈	33
(一) 地球内圈及其划分依据	33
(二) 地球外圈及其划分依据	34
二、地球内圈的特征	34
(一) 地壳	34
(二) 地幔	36
(三) 地核	37
(四) 地球各圈的化学成分	38
三、地球外圈的特征	38
(一) 大气圈	38
(二) 水圈	40
(三) 生物圈	43
第二章 地壳	45
第一节 地壳的表面形态特征	45
一、地壳表面特征	45
二、陆地地形	45
(一) 山地	45
(二) 丘陵	46
(三) 平原	46
(四) 高原	46
(五) 盆地	46
(六) 洼地	46
三、海底地形	46
(一) 大陆边缘	47
(二) 大洋盆地	51
(三) 洋中脊(又称洋脊)	51
第二节 地壳的物质组成	52
第三节 矿物	53
一、矿物的概念	53
二、矿物的外形和几种物理性质	54
(一) 矿物的外形	54
(二) 矿物的颜色	55
(三) 矿物的解理与断口	55
(四) 矿物的硬度	55
三、几种常见矿物的描述	56

第四节 岩石	58
一、岩石的概念	58
二、岩浆岩	59
(一) 岩浆岩的矿物成分和颜色	59
(二) 岩浆岩的结构和构造	59
(三) 常见的岩浆岩	61
三、沉积岩	61
(一) 沉积岩的物质成分与颜色	62
(二) 沉积岩的结构和构造	62
(三) 常见的沉积岩	63
四、变质岩	64
(一) 变质岩概念及其物质成分	64
(二) 变质岩的结构和构造	64
(三) 常见的变质岩	64
第五节 地壳的结构——大陆地壳和大洋地壳的物质组成	65
第六节 地壳均衡现象	66
第七节 地壳演化的时代概念	68
一、相对年代及其确定	68
二、地质时代单位和地层单位	68
三、同位素年龄及其测定	69
四、地质年代表	69
第三章 地质作用概述	69
第一节 地质作用概念	71
第二节 地质作用的能	71
一、内能	71
(一) 旋转能	72
(二) 重力能	72
(三) 热能	72
(四) 结晶能与化学能	72
二、外能	72
(一) 太阳辐射能	72
(二) 日月引力能	77
(三) 生物能	77
第三节 内动力地质作用概念	77
一、地壳运动	77
二、地震作用	77
三、岩浆作用	78
四、变质作用	78
第四节 外动力地质作用概念	78
一、风化作用	78
二、剥蚀作用	78
三、搬运作用	78

四、沉积作用·····	78
五、负荷地质作用·····	78
六、硬结成岩作用·····	78
第二篇 内动力地质作用 ·····	80
第四章 地壳运动 ·····	81
第一节 地壳运动的一般特征 ·····	81
一、整个地壳都处于长期不断的运动之中·····	81
二、地壳运动的方向性·····	81
三、地壳运动的速度·····	83
四、地壳运动的幅度·····	83
第二节 地壳运动的表现 ·····	84
一、现代地壳运动的表现·····	84
二、第四纪以来(包括人类历史时期)的地壳运动的表现·····	84
三、地质历史时期中的地壳运动的表现·····	84
(一)升降运动的主要标志·····	84
(二)水平运动的主要标志·····	84
(三)地层接触关系·····	85
第三节 地壳运动的基本规律 ·····	86
一、现代地壳运动的空间分布规律·····	86
(一)地壳的活动带·····	87
(二)地壳的稳定区·····	87
(三)板块构造对地壳运动分布规律的看法·····	87
二、地壳运动的历史发展规律·····	88
第四节 地壳运动的产物——地质构造 ·····	89
一、水平构造·····	89
二、倾斜构造及岩层产状·····	89
三、褶皱构造·····	90
(一)褶曲的概念和褶曲的基本类型·····	90
(二)褶曲的核和翼·····	91
四、断裂构造·····	92
(一)裂隙·····	92
(二)断层及断层要素·····	92
(三)断层的主要类型·····	93
第五节 地壳运动的原因 ·····	94
一、大陆漂移说·····	94
二、对流说·····	94
三、地球自转速度变化说·····	97
四、海底扩张说·····	97
第六节 研究地壳运动的意义 ·····	98
第五章 地震作用 ·····	99
第一节 地震的一般特征 ·····	99

一、地震的概念	99
二、地震的类型	100
三、地震的震级和地震的烈度	101
(一) 地震震级	101
(二) 地震烈度	102
第二节 地震地质作用	103
一、地震地质作用的表现	103
(一) 地应力的积累和释放	103
(二) 地形变现象	104
(三) 地电和地磁的变化	104
(四) 地下水存在状态及其成分的变化	104
二、地震地质作用的结果	104
(一) 地面隆起及陷落	104
(二) 滑坡与山崩	105
(三) 褶皱和断裂	106
(四) 喷水冒砂现象	108
(五) 海底浊流	108
(六) 建筑物的破坏	109
(七) 其他	109
三、地震活动的空间分布规律	109
(一) 世界地震带的划分	109
(二) 我国的主要地震带	111
四、地质历史上的地震地质作用痕迹	111
第三节 地震的成因	112
一、断层说	112
二、相变说	112
三、板块说对地震分布和类型的解释	112
第四节 地震的预测和预防	113
一、地震预报	114
二、地震的控制和预防	114
第六章 岩浆作用	116
第一节 岩浆及岩浆作用的概念	116
第二节 火山作用	116
一、火山喷发现象	116
二、火山喷出物	117
(一) 气体产物	117
(二) 液体产物	117
(三) 固体产物	119
三、火山喷发方式	120
(一) 熔透式喷发	120
(二) 裂隙式喷发	120
(三) 中心式喷发	120

1. 宁静式	120
2. 爆烈式	120
3. 中间式	121
四、火山构造和破火山口的形成	123
五、火山岩(喷出岩)的特征	123
第三节 侵入作用	124
一、岩浆侵入方式及其产物	124
(一) 以机械力挤入围岩	124
(二) 以热力熔化围岩	125
(三) 岩浆侵入过程中的同化作用和分异作用	125
二、侵入岩特征	126
三、怎样识别古代的喷出活动和侵入活动	127
(一) 捕虏体特征	127
(二) 围岩变质现象	127
(三) 岩体的结构构造特征	127
第四节 岩浆作用的基本规律	127
一、岩浆活动的空间分布规律	127
(一) 火山活动的空间分布规律	127
(二) 侵入活动的空间分布规律	129
二、岩浆活动的历史发展规律	129
(一) 火山活动的历史发展规律	129
(二) 侵入活动的历史发展规律	129
第五节 岩浆的起源问题	130
第六节 岩浆作用的研究意义	130
第七章 变质作用	132
第一节 变质作用的概念	132
第二节 变质作用原理	132
一、热力作用及其产物特征	132
二、压力作用及其产物特征	133
(一) 静压力	133
(二) 动压力(定向压力)	133
三、化学活动性流体的作用及其产物特征	134
四、各种因素的综合作用与区域变质作用	135
五、原岩性质对变质作用的反应	135
六、变质岩特征	135
第三节 变质作用的程度及变质带	136
一、深变质与浅变质的特征	136
二、影响变质程度的因素	136
三、变质带和蚀变带的概念	137
第四节 变质作用的基本规律	137
一、变质作用的空间分布规律	137
(一) 局部变质现象及其分布	137

(二) 区域变质现象及其分布	138
二、变质作用的历史发展规律	139
三、控制变质作用空间分布和强度的原因	139
第五节 变质作用的研究意义	140
第三篇 外动力地质作用	141
第八章 风化作用	142
第一节 风化作用的概念	142
第二节 风化作用的类型	142
一、物理风化作用	142
(一) 物理风化作用进行的方式	142
(二) 物理风化作用的产物	143
二、化学风化作用	144
(一) 化学风化作用进行的方式	144
(二) 化学风化作用的产物	146
三、生物风化作用	147
(一) 生物风化作用进行的方式	147
(二) 生物风化作用的产物	147
第三节 风化作用速度及其影响因素	148
一、气候条件的影响	148
二、地形条件的影响	148
三、岩石的矿物成份和化学成份的影响	149
四、岩石结构和构造的影响	150
第四节 风化壳及其研究意义	151
一、风化壳的概念	151
二、研究风化壳的意义	152
(一) 风化壳与地壳运动	152
(二) 风化壳与古地理	152
(三) 风化壳与矿产	152
(四) 风化壳与工程建设	153
第九章 地面流水的地质作用	154
第一节 地面流水的种类和动能	154
一、地面流水的来源和种类	154
二、流水中水质点运动的方式	154
三、流水的动能	156
第二节 暂时性流水的地质作用	157
一、雨蚀作用	157
二、片流的地质作用	157
三、洪流的地质作用	158
第三节 河流的侵蚀作用	159
一、河流的下蚀作用	159
(一) 下蚀作用原因与下蚀作用极限	159

(二) 河谷的形成与加深	162
二、河流的侧蚀作用	163
(一) 侧蚀作用原因	164
(二) 河谷的扩宽与弯曲	164
(三) 河床的摆动与曲流的裁弯取直	164
三、下蚀作用与侧蚀作用的关系	166
第四节 河流的搬运作用	167
一、河流搬运物的来源与搬运作用方式	167
二、河流的搬运力和搬运量	167
三、机械搬运物的运动方式	168
四、沙粒级推移质在河床上的运动轨迹——沙波纹	168
五、砾级推移质在河床上的运动轨迹	169
六、河流对机械搬运物的分选作用、磨圆作用和磨细作用	170
第五节 河流的沉积作用	171
一、沉积作用原因和主要沉积场所	171
二、沉积作用的分选性与冲积物的特征	171
三、河床内的沉积作用	172
四、河床外的沉积作用	172
五、出口的沉积作用	173
六、河口的沉积作用	173
七、冲积砂矿	175
第六节 地壳运动对河流地质作用的影响	175
第七节 研究地面流水地质作用的意义	177
一、地面流水地质作用与经济建设的关系	177
二、河流沉积物是重要的建设资源	177
三、理论研究的意义	178
第十章 地下水的地质作用	179
第一节 地下水的运动	179
一、岩石的空隙及其对地下水运动的影响	179
二、地下水运动的方式与特征	180
(一) 地下水的运动方式	180
(二) 地下水的运动特征	181
三、地下水的露头	181
第二节 地下水的地质作用	182
一、地下水的动力性质与作用方式	182
二、地下水的潜蚀作用	182
(一) 潜蚀作用的类型	183
(二) 可溶性岩石地区潜蚀作用过程	183
(三) 影响潜蚀作用的因素	186
三、地下水的搬运作用	187
四、地下水的沉积作用	188
(一) 地下水的机械沉积作用	188

(二) 地下水的化学沉积作用	188
第三节 研究地下水及其地质作用的意义	189
一、寻找地下水, 促进农业生产	190
二、掌握“岩溶”发育规律, 确保工程安全	190
三、指导找矿	190
四、开发热水, 节省燃料	192
第十一章 冰川的地质作用	192
第一节 冰川的形成与流动	192
一、冰川的形成和分布	192
(一) 冰川的形成	192
(二) 冰川的分布	193
二、冰川的流动特征	194
(一) 冰川流动的速度与冰川冰变形	194
(二) 冰川的进退与冰川消融现象	195
(三) 冰川动力的性质与大小	196
第二节 冰川的地质作用	196
一、冰川的刨蚀作用	196
(一) 刨蚀作用方式	196
(二) 山岳冰川刨蚀地面的过程	197
(三) 大陆冰川刨蚀作用	199
二、冰川的搬运作用	199
(一) 冰川搬运作用的特点与方式	200
(二) 冰运物来源与冰运物在冰川内部的分布	200
三、冰川的堆积作用	201
(一) 冰川发生堆积作用的原因与主要堆积地点	201
(二) 冰碛特点	202
(三) 气候稳定时期冰川堆积作用	203
(四) 气候转暖时期冰川堆积作用	203
四、古代冰川	203
第三节 冰水及其地质作用	205
一、冰水的来源、分布及动力	205
二、冰水地质作用的特征	206
第四节 研究冰川及其地质作用的意义	207
一、研究古气候和古地理	207
二、指导找矿工作	207
三、掌握冰川消融规律, 保证气候干旱地区的用水	207
第十二章 海水的地质作用	208
第一节 海水的动力及影响动力的因素	209
一、海水的运动	209
(一) 海浪	209
(二) 潮汐	211
(三) 洋流	212

(四) 浊流	214
二、海水的化学作用	214
(一) 盐度	215
(二) 氢(H)与 pH 值	215
(三) 氧(O)与 Eh 值	216
(四) 二氧化碳及碳酸系	216
(五) 钾、钠、钙、镁及其它金属离子	217
三、海洋生物作用	217
第二节 海水的剥蚀作用	218
一、海蚀作用的盛行地区——滨岸带	218
二、海浪及潮流塑造海岸的过程	219
三、海水的溶蚀作用及生物剥蚀作用	221
四、潮流及洋流的剥蚀作用	221
五、浊流的侵蚀作用	222
第三节 海水的搬运作用	223
一、海水搬运作用的方式	223
二、不同运动性质的海水的搬运作用	224
(一) 海浪的搬运作用	224
(二) 潮流的搬运作用	226
(三) 洋流的搬运作用	226
(四) 浊流的搬运作用	226
第四节 海水的沉积作用	227
一、沉积物质来源	227
(一) 陆源物质	227
(二) 火山源物质	228
(三) 宇宙物质	228
(四) 生物	228
二、沉积环境概述	228
三、滨岸带的沉积作用	228
(一) 海滩沉积作用	229
(二) 泥滩沉积作用	229
(三) 沙坝及沙咀沉积作用	230
(四) 泻湖沉积作用	231
四、浅海带的沉积作用	231
(一) 浅海的碎屑沉积作用	232
(二) 浅海的化学沉积作用	235
(三) 浅海的生物沉积作用	237
五、半深海及深海带的沉积作用	238
(一) 软泥	239
(二) 浊流沉积物	239
(三) 锰结核	240
第五节 研究海洋及海水地质作用的意义	241

第十三章 湖水和沼泽的地质作用	242
第一节 湖泊成因与湖水动力	242
一、湖泊的一般概念	242
二、湖泊的成因	242
(一) 湖盆的成因	242
(二) 湖水状况	244
三、湖水的动力	245
第二节 湖水的地质作用	245
一、湖水的机械沉积作用	245
二、湖水的化学沉积作用	247
(一) 潮湿气候区湖水化学沉积作用	247
(二) 干燥气候区湖水化学沉积作用	248
三、湖水生物沉积作用	249
第三节 沼泽及其地质作用	250
一、沼泽的概念及类型	250
二、沼泽的生物堆积作用	251
第四节 研究湖水和沼泽地质作用的意义	251
第十四章 风的地质作用	252
第一节 风的剥蚀作用	252
一、风蚀作用的方式与特点	252
(一) 吹蚀作用	252
(二) 磨蚀作用	253
二、风蚀作用的产物	253
第二节 风的搬运作用	255
一、风的搬运力和搬运量	255
二、风运物的运动方式	255
三、分选作用与磨圆作用	255
第三节 风的沉积作用	256
一、风积作用及其分带性	256
二、风成沙和黄土	257
(一) 风成沙与沙丘	257
(二) 风成黄土与次生黄土	259
第四节 荒漠的概念	261
一、岩漠	261
二、砾漠	261
三、沙漠	262
四、泥漠	262
第十五章 负荷地质作用	263
第一节 基本概念	263
第二节 崩落作用	264
一、概述	264

二、崩落的发生及其运动	264
三、崩落物的堆积	265
第三节 潜移作用	266
一、概述	266
二、土层潜移	266
三、地层潜移挠曲	267
四、岩溶潜陷	268
第四节 滑动作用	269
一、概述	269
二、滑坡的基本形态	270
三、滑动力学原理及滑动影响因素	271
四、滑动作用的演化过程	272
(一) 潜移形变阶段	273
(二) 潜移破坏阶段	273
(三) 渐趋稳定阶段	273
五、水底滑动作用	273
第五节 流动作用	276
一、概述	276
二、泥石流的发育条件	276
三、流动作用的剥蚀与搬运	278
四、泥石流的堆积物	278
第六节 研究负荷地质作用的意义	279
第四篇 地壳的改造和演变	280
第十六章 动力地质作用的相互关系及对地壳的改造	281
第一节 内动力地质作用对地壳的改造	281
一、内动力地质作用的相互关系	281
二、内动力地质作用下地壳的变化	282
(一) 内动力地质作用引起地壳结构构造的变化	282
(二) 内动力地质作用引起地表地形的变化	283
第二节 外动力地质作用对地壳的改造	284
一、外动力地质作用的相互关系	284
二、外动力地质作用下地壳的变化	285
第三节 内、外动力地质作用的相互关系	285
第十七章 地壳的演变	288
第一节 地球圈层结构的形成	288
一、原始地球的形成	288
二、地球内圈的形成	288
(一) 逐步凝聚说	288
(二) 后来分异说	289
(三) 地球外圈的形成	289
第二节 地壳形成后的演变特征	291

一、原始地壳的演变.....	291
二、地壳的演变.....	292
(一) 确定地壳演变的标志.....	292
(二) 大陆地壳和大洋地壳的演变.....	292
三、地壳运动和岩浆活动的演变.....	295
(一) 划分构造运动期的标志.....	295
(二) 主要的构造运动(和岩浆活动)期.....	296
四、古气候的变化.....	296
(一) 识别古气候变化的标志.....	296
(二) 古气候变化历程.....	299
(三) 第四纪冰期的划分.....	299
五、古生物的演化.....	300
(一) 古生物演化的总进程.....	300
(二) 古生物主要类属的兴衰时期.....	300

绪 论

第一节 动力地质学的对象和任务

一、地质学的对象和任务

人类生活在地球上从事各种生产劳动，一切生活资料和生产资料都要取之于地球。人们为了更好地索取地球资源，就必须研究地球物质的组成和分布规律以及形成和变化规律；研究这些物质的运动规律、发展过程及其结果；研究勘查这些地下资源的技术方法。这样就逐渐形成一门科学，叫地质学。

地质学的研究对象是地球，当前主要是研究地壳（即地球表层几十公里厚的岩石）。随着生产发展的需要，地质学的任务越来越需要分出专门学科分别承担，同时在生产实践中积累了极其丰富的经验，使各个分科日益成熟，成为独立的学科。

地质学研究的主要任务分别由下列有关学科来承担：

（一）研究地壳物质成分及其成因和变化规律的学科有矿物学、岩石学、矿床学、地球化学等；

（二）研究地壳结构和地表形态的变化特征和发展规律的学科有构造地质学、大地构造学、地质力学、地貌学等；

（三）研究地壳的形成历史和演化规律以及古生物演化特征的学科有古生物学、地史学、地层学等；

（四）研究矿产分布和调查勘探的理论与方法的学科有地质矿产调查勘探、地球物理勘探、探矿工程、航空地质、水文及工程地质等；

（五）研究地球及地壳物质运动对人类的影响和防范改造其危害的学科有环境地质学、地震地质学、深部地质学等；

（六）研究地球和地壳的形成和促使其变化与发展的地质作用的一般原理和发生原因与条件的学科有动力地质学等。

二、动力地质学的对象和任务

我们在日常生活和生产活动中经常遇到各种地质现象，例如火山爆发把地下物质带进地壳增添新成分，大地震造成山崩地裂、地形改观，湖泊退化成沼泽进而生成有机矿产，地壳运动使陆海变迁，各种矿产的富集和分散等等，都是地质作用造成的，都是动力地质学研究对象。

动力地质学的主要任务是：

（一）研究地壳的形成和物质成分与结构的变化规律；

（二）研究地质作用的原因和条件、作用的过程和结果的基本原理；

（三）研究地质作用的相互关系及其在改造地壳中的基本规律。

第二节 动力地质学和其它学科的关系

地壳的物质组成和结构构造极为复杂,物理化学性质也很不均一,各部分的发展过程又不一样,既要研究其总的特征和规律,也要研究其各个方面的特征和规律,它们既互相联系又互相制约,既有各自的特殊表现又有统一的发展过程。地质科学中有的学科研究其某一方面的特殊规律而有的学科研究其综合性的共同的规律。动力地质学是着重研究引起地壳(有时涉及整个地球)的物质组成和结构的形成和变化的地质作用的一般原理和基本规律,并探讨其发生原因和发生条件以及相互关系。这个基本原理和规律是研究各特殊规律不可少的理论基础。

动力地质学的研究,是把各个特殊规律的研究成果加以归纳,从中找出它们的相互关系,运用一般的数理化原理来探讨阐述其地质作用的发生原因与条件以及互相联系互相制约的道理,又反过来把这个基本原理提供给各学科研究特殊规律时作为基本依据。

动力地质学在研究地质作用的过程和特征的原理时,必须探讨动力地质作用的发生原因和条件,为此就应该了解动能来源和动力性质,例如:太阳和其它天体的特征(物理、化学方面的),大气、水、生物的性状,以及地下物质的特征等等,特别是它们的运动规律,就必需运用物理学、化学、生物学等基础理论,还要运用流体动力学、生物化学等基本原理,以及水文学、气象学、天体物理学等有关成果,尤应注意将新的研究成果不断引进到动力地质学中使地质作用原理阐述得更深透。

第三节 动力地质学的研究方法

一切科学研究必须有正确的思想指导。地球是个庞大而复杂的星体,地壳发展历史又特别长(45亿年),许多地质作用过程又是不能够亲眼看到的。针对这些特殊性,在研究时就更需要用唯物辩证法作指导,同时要针对其特殊性确定某些特殊研究方法。

研究的第一步是收集资料,一方面到野外细心观察各种地质现象,取得详实的第一性资料,一方面也要收集别人的研究成果,作为自己的间接经验资料。这样就可大大丰富研究材料,为正确分析打下良好基础。

在收集资料时应重视实际情况,不能违背事实,采取合己意者用、不合者弃的态度,一定要实事求是,因为收集资料是为了掌握情况、发现问题。

在调查的同时要进行分析研究,才能及时发现问题,及时收集需用资料。

第二步要把收集的资料进行全面而系统的分析研究。一方面解决一部分容易解决的问题,一方面对需要验证的问题提出初步判断,拟定各种可能的方案或模式,进行实验。有许多地质作用过程因时间长、规模大、条件复杂,不能用一般的实验方法,而要用“模拟实验”方法。这种实验是利用数理原理选用适当的技术试验材料,仿照实际地质资料按比例设计出符合拟定模式要求的小模型,具体而微地再造地质作用过程,获得定性和定量数据,并使地质过程能在眼前重现。这样,就可更为明确具体地分析研究地质作用过程的原理。

由于地质条件的复杂多样,又不能亲眼看到地质过程,以致选用的试件和拟定的模式往往不能与客观实际完全一致,实验结果也往往不能与实际资料完全相符,因此要随时补充修

改,甚至完全推翻,重新拟定模式。正因为这个原因,只要“模拟实验”与实际资料基本符合一致就算满意了。

第三步是在分析研究的基础上结合实验成果进行推论,提出假说。恩格斯指出:“只要自然科学在思维着,它的发展形式就是假说。”“进一步的观察材料会使这些假说纯化,取消一些,修正一些,直到最后纯粹地构成定律。如果要等待构成定律的材料纯粹化起来,那末就是在此以前要把运用思维的研究停下来,而定律也就永远不会出现。”(《自然辩证法》1971年中译本第218页)动力地质学所研究的地质作用过程多半是人类没有亲身看见过,没有现成的科学实践,因而假说就更为重要了。

从假说通过实践检验到形成理论是认识的第二次飞跃。

动力地质学在研究分析过程中,要有时空观念。地质作用在地球表面和地球内部进行着,不同的自然区(气候、地形、陆海等区域)和不同部位(地表或地下)有不同的地质作用,它们之间既互相联系又互相制约,再因地壳物质的不均匀分配,更使得不同地区的地质作用过程和结果千变万化,我们在研究某一作用时就要考虑到可能有其它作用的参与和影响;在研究这一地区的作用时也要考虑到该作用与邻近地区的关系和对邻近地区的影响。例如在湿热气候的低平地区研究河流作用时要考虑地下水作用和生物作用的参与和影响;在研究湖泊的沉积作用时要联系到邻近地区的河流带来的沉积物。只有这样才能从全面观点来分析研究,从而得出比较正确的推论。这就是空间观念。

动力地质学主要研究现代地质作用,也要推断古代的地质作用。有许多地质作用进行得很缓慢,例如生成一条山脉,总得经历几百万年时间甚至几千万年时间才初具规模,地壳形成至今已经历45亿年。人类有文化以来的历史不过四五千年,我们已觉得很长久,但与地球历史比较只有一百万分之一!所以历史学以“年”作为时间单位,而地质学则以“百万年”作为时间单位。因此在研究地质作用过程时要树立这个时间观念,几百万年的时间应该算是不太长的时间。

在漫长的地质历史中,古地理(陆海分布)古气候都不断变化,使得不同地质时期中占主导的地质作用也有不同。可见时空观念是辩证统一的。

最后,我们要特别提到在研究动力地质学时的一个根本思维方法,就是“推今及古”的思维方法,也就是研究现代地质作用的特征的目的是要据此推断地质历史中发生过的地质作用。因为我们不能看到过去地质作用过程,但可以看到它们在岩石中留下的遗迹,如果现代地质作用也产生相同的结果,就可以据此推断该遗迹是哪种地质作用形成的。英国地质学家莱尔(C. Lyell, 1797—1875)在他的著作《地质学原理》(1830—1833)一书中提出:“现在是了解过去的一把钥匙”,就是“推今及古”的思维方法,它大大地推动了地质学的研究。其实在莱尔以前就有人这样分析问题了,我国北宋学者沈括(1031—1095)就运用了这个方法根据地质作用遗迹作出了正确判断。例如他看到陕北延安从地下挖出来的竹笋(据考证应是新芦木化石)判断在当时这里曾是地势低而潮湿,适宜生长竹子(新芦木也是这种环境);他看到太行山麓岩石中的螺蚌化石和砾石就判断这里曾是海滨,现在距海近千里,隔着一个华北平原,他根据组成华北平原的泥沙推断应该是甘陕地区的泥沙由黄河携带到这里堆积而成的。这就是“推今及古”的思维方法,而且也具有时空观念,沈括比莱尔早五百年就已正确运用了。

动力地质学随时随地要运用“推今及古”的思维方法。例如,我们知道现代的天然盐是

在干燥和半干燥气候区的盐湖在强烈蒸发下沉积的,煤是在湿热气候区植物被埋藏地下经化学分解形成的,珊瑚是在温暖洁净的平静海水中才能生长繁殖,等等,如果我们现在看到古代岩石中的盐层、煤层或珊瑚礁,就可以推断当时是什么样的自然环境。如果我们发现某地有喷出岩,同时还鉴定出是哪一种喷出岩之后,就可以推断当时发生过火山喷发而且还知道是哪一种火山喷发。我们可以根据谷地的形态特征分析推断是由河流或冰川或风力地质作用造成的。

当然,我们在“推今及古”时不能简单机械地推理,因为任何事物的运动发展过程具有周期性,但绝不是完全重演。例如,今天的海百合生活于深海,但古代的海百合却生活在浅海。所以在研究时必须考虑与其有关的各方面资料进行综合分析,才能得出正确的推论。

第四节 动力地质学的发展方向

动力地质现象自古以来就为人们注意,对动力地质作用的研究也开始得很早。地质学史上的几次学术大辩论主要以地质作用为中心论题开展起来,每次大辩论集中了当时最先进的生产技术所获得的最新成就和最新发现来进行综合研究。这几次大辩论是几次全面总结。

在研究动力地质作用基本原理和规律的问题上,当前和今后一段时期应着重三个方面加强研究:

(一) 加强动力地质作用的综合研究:

地质学各个领域随着生产实践的深入而促使各学科不断向新的广度和深度进军,它们之间的联系日渐疏远,各自走向专门化。因此,加强各学科共同基础的动力地质作用原理和基本规律的综合研究实是当务之急。

(二) 宏观研究与微观研究相结合:

科学技术的飞速发展,已不允许只着重宏观现象的研究,还应加强微观现象的研究。许多动力地质现象的起因每每从微观开始进而发展为宏观,还有许多地质现象常常以微观存在。宏观难以察明的动力地质作用往往在微观世界中能找到线索。例如原子构造的变化和微生物的活动就是物理的、化学的、生物的地质作用的起因,可以产生巨大的地质效果。电子探针和电子显微镜等技术引进地质学研究领域后,大大提高了研究水平和效果。当然,宏观研究仍然很重要,在宏观研究中充分引用先进技术(例如卫星照片遥感遥测资料等)进行分析研究能发现地壳构造、古含水层分布以及地壳运动等。今天,加强微观世界的研究与宏观现象研究结合起来,必然会大大促进动力地质作用理论研究的深入发展。

(三) 定性研究向定量研究发展:科学的发展日益要求研究的准确性,促使定性研究必需向定量研究努力。过去在研究地质作用过程方面多半停滞在定性研究阶段,只有一部分与工程建设有关的地质作用才有一些定量研究资料。由于地壳物质的成分和结构非常复杂,不同时代不同地区的地壳物质性质也不尽相同,要综合出一个普遍适用的定量数据是困难的。但是,定量研究毕竟能更深入而准确地说明具体问题,而且已有不少的定量研究成果,例如流体运动的搬运力大小,地下物质的密度、压力的平均数据等。所以要加强这方面的实验研究,可以使地质作用原理的阐述更加确切,还可以发现定性研究中存在的问题。这也是动力地质学当前的发展方向。