



高等院校石油天然气类规划教材

构造地质学

(富媒体)

漆家福 陈书平 © 主编

非外借

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等院校石油天然气类规划教材

构造地质学

(富媒体)

漆家福 陈书平 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共分八章, 主要介绍、描述了岩石(以沉积岩层为主)构造特征的概念、术语, 分析了构造变形的理论基础、方法。本书对沉积岩层的原生构造、产状和接触关系, 构造变形分析的物理学基础进行了详细的阐述, 并对褶皱、节理、断层、同沉积构造与重力构造、常见的变质岩与岩浆岩的构造这数种不同类型构造的基本特征进行了分析。在说明过程中, 本书还使用了二维码扫描技术, 师生可通过手机扫描二维码获取富媒体资源, 强化对专业知识的认识。

本书为高等院校地矿类专业(包括地质学、矿产普查与勘探、地质工程等)本科师生使用的教材, 也可供相关行业的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

构造地质学: 富媒体/漆家福, 陈书平主编.

—北京: 石油工业出版社, 2017. 12

高等院校石油天然气类规划教材

ISBN 978-7-5183-2219-0

I. ①构… II. ①漆… ②陈… III. ①构造地质学—高等学校—教材 IV. ①P54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 261342 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: <http://www.petropub.com>

编辑部: (010) 64251362

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

排 版: 保定彩虹印刷有限公司

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

787 毫米×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 17.75

字数: 455 千字

定价: 40.00 元

(如发现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

《构造地质学》编写人员名单

主 编：漆家福 中国石油大学（北京）

陈书平 中国石油大学（北京）

副主编：付晓飞 东北石油大学

宋立军 西安石油大学

主 审：周建勋 中国石油大学（北京）

参编人员（按姓氏拼音排序）：

陈 石 中国石油大学（北京）

罗 良 中国石油大学（北京）

孙永河 东北石油大学

余一欣 中国石油大学（北京）

曾联波 中国石油大学（北京）

祖辅平 西安石油大学

前 言

“构造地质学”是地质学专业及与地质相关的地质工程、资源勘查工程、勘查技术与工程等专业的必修课程。我国的一些大学出版社和与地质类专业相关的出版社都出版过适用于不同学历、不同专业教育的《构造地质学》教材。这些教材为我国地质类专业人才的培养做出了重要贡献。中国石油大学（北京）自招收地质工程专业本科生开始，在“构造地质学”教学中一直由任课教师根据这一课程的教学大纲选用不同出版社出版的《构造地质学》教材，包括由徐开礼和朱志澄主编的《构造地质学》（地质出版社，1989）、俞鸿年和卢华复主编的《构造地质学原理》（地质出版社，1986）、陆克政主编的《构造地质学教程》（石油大学出版社，1996）、朱志澄和宋鸿林主编的《构造地质学》（中国地质大学出版社，1999）、曾佐勋和樊光明主编的《构造地质学》（中国地质大学出版社，2008），等等。

编者在多年的教学实践中体会到，选用一本合适的教材，对于“构造地质学”的教学十分重要，而要编写一本适用于与石油地质勘探相关的地质工程专业的《构造地质学》教材也是十分有挑战性的。2011年，石油工业出版社顺应了这种需要，将《构造地质学》一书的出版列入石油高等教育“十二五”教材出版规划，并组织相关院校的老师编写。为了推动“十二五”规划教材的出版，2013年4月19日，在中国石油大学（北京）召开了《构造地质学》教材编写研讨会，各相关院校承担“构造地质学”课程教学工作的老师们出席了会议。会上，参会教师交流了各自的教学、实践经验，审定了本教材的编写大纲，确定了本教材的编写分工和审稿者。

作为地质学及与地质勘查相关专业的基础课程，“构造地质学”主要讲授沉积岩层受地壳应力作用形成的各种地质构造的形态、构造组合形式，这些形态和组合形式的形成过程及形成机制等内容。本教材共8章，内容与课程匹配，包括沉积岩层产状、构造变形分析的物理学基础，褶皱、节理、断层、同沉积构造与重力滑动构造、常见的岩浆岩与变质岩构造等，重点讲述了沉积岩层构造的观测、描述，成因分析的基本原理和方法。根据石油地质勘探类专业本课程的需要，本书在构造实例分析方面适当加强了各类构造变形在地下的地质表现形式。

本教材由漆家福、陈书平主编，由周建勋主审。具体分工如下：第一章由漆家福编写，第二章和第四章由陈书平编写，第三章由祖辅平、陈石编写，第五章由曾联波编写，第六章由漆家福、付晓飞、孙永河、陈石编写，第七章由宋立军、罗良、孙永河、余一欣编写，第八章由余一欣、罗良编写。本书的统稿工作由漆家福、陈书平完成。

本教材适用于64~72学时的教学，与本教材配套的由陈书平主编的《构造地质学实习指导书》可以作为实习教材。

本教材在编写过程中参考了诸多国内外同类教材，还参考了许多文献，在此编者向诸位同仁一并表示感谢。限于编者水平，书中错误和不妥之处难免，恳请读者批评指正。

编 者

2017年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 地质构造的级别与层次	1
第二节 构造地质学的研究对象和内容	3
第三节 构造地质学的意义	4
第四节 构造地质学的研究方法	5
思考题	6
第二章 沉积岩层的原生构造、产状与接触关系	7
第一节 沉积岩层原生构造	7
第二节 岩层的产状及出露特征	13
第三节 地层的接触关系	22
思考题	38
第三章 构造变形分析的物理学基础	39
第一节 岩石力学分析基础	39
第二节 岩石变形分析基础	53
第三节 岩石的力学性质	63
第四节 影响岩石力学性质的因素	67
第五节 岩石破裂准则	73
思考题	78
第四章 褶皱	79
第一节 褶皱的要素和度量	80
第二节 褶皱的形态及产状	87
第三节 褶皱的组合形式	95
第四节 褶皱的形成机制	99
第五节 褶皱构造的分析方法	120
思考题	131
第五章 节理	132
第一节 节理的分类	132
第二节 雁列节理与羽饰构造	138
第三节 不同地质背景上发育的节理	140
第四节 影响节理发育的基本地质因素	147
第五节 节理的研究方法	151
思考题	157

第六章 断层	158
第一节 断层的几何要素.....	158
第二节 断层的位移及其描述.....	160
第三节 断层位移性质及其地层效应.....	163
第四节 断层形成机制.....	174
第五节 断层的组合形式.....	180
第六节 区域性大断裂.....	209
第七节 断层研究方法.....	210
思考题.....	218
第七章 同沉积构造与重力滑动构造	219
第一节 生长背斜.....	219
第二节 生长断层.....	223
第三节 重力滑动构造.....	227
第四节 底辟构造.....	232
思考题.....	243
第八章 变质岩与岩浆岩中常见的构造	244
第一节 变质岩中基本构造.....	244
第二节 韧性剪切带.....	256
第三节 岩浆岩中基本构造.....	264
思考题.....	272
参考文献	273

富媒体资源目录

序号	名 称	页码
01	彩图 01 板块的旋转和平移	1
02	示意图 02 充气的足球体积增大, 形状不变	1
03	动态图 03 形变	1
04	彩图 04 构造的尺度 (一、板块构造)	2
05	彩图 05 构造的尺度 (二、盆地和造山带)	2
06	彩图 06 构造的尺度 (三、露头构造)	2
07	彩图 07 构造的尺度 (四、显微构造)	2
08	彩图 08 赤平投影原理	16
09	示意图 09 大比例尺地形地质图上求岩层产状	16
10	彩图 10 三点深度资料求产状	16
11	彩图 11 I 型不整合与层序地层	37
12	彩图 12 II 型不整合与层序地层	37
13	彩图 13 应力的概念	40
14	彩图 14 构造应力的来源	50
15	彩图 15 应变椭球体	57
16	彩图 16 全量应变和增量应变	59
17	彩图 17 共轴递进变形与非共轴递进变形	60
18	彩图 18 褶皱几何学	81
19	彩图 19 四种类型的滑脱褶皱	89
20	彩图 20 不同方式的力与褶皱	99

续表

序号	名 称	页码
21	彩图 21 单一层纵弯	99
22	彩图 22 剪切褶皱	101
23	彩图 23 横弯褶皱	107
24	彩图 24 主应力和节理方位	134
25	彩图 25 变形域类型与低孔隙度或无孔隙岩石断裂的关系	134
26	动态图 26 正断层	165
27	动态图 27 逆断层	165
28	动态图 28 走滑断层	165
29	彩图 29 断弯褶皱 (加拿大艾伯塔)	188
30	动态图 30 断弯褶皱形成过程	188
31	彩图 31 断展褶皱 (美国俄克拉荷马州阿巴克山)	188
32	彩图 32 断滑褶皱	188
33	动态图 33 走滑双重构造形成过程	200
34	动态图 34 同沉积褶皱形成过程	221
35	彩图 35 盐底辟 (墨西哥湾)	234
36	彩图 36 泥底辟 (尼日尔三角洲)	234
37	动态图 37 岩浆底辟 (渤海湾盆地歧口凹陷)	234
38	动态图 38 盐底辟形成过程	238
39	动态图 39 分离底辟形成过程	240
40	彩图 40 脆性—韧性断层发育模式图	256
41	彩图 41 壳幔韧性剪切带与地壳浅层断层的几何学模型	256

本教材的富媒体文件由中国石油大学(北京)《构造地质学》教学团队提供,如有需要,请联系陈书平教授,邮箱:chensp@cup.edu.cn。

第一章

绪论

构造地质学是地质学的分支学科，其研究对象是地壳或岩石圈中的地质构造，包括地质构造形态、空间分布及其形成原因和演化过程。或者说构造地质学是研究构成岩石圈或地壳的地质体的空间形态及其内部不同部分之间时空关系、分析产生地质构造的运动和力学原因的科学。也可以将构造地质学归纳为研究地质构造的几何学、运动学和动力学的一门学问。一座建筑物的外形及其内部不同部分的空间关系被称为结构，一个地质体的外形及其内部不同部分岩石的空间关系则被称为地质构造。地质构造是地质体内部岩层、岩石（岩体）不同部分的产状、形态及相对位置，是地质体在内、外动力地质作用下发生的变形与变位，包括平移、旋转、胀缩和形变。地质体本身的物质组成并不是地质构造，但地质构造却是依靠地质体的内部物质表现出来的。构成岩石圈或地壳的地质体具有不同规模，可以是组成地壳的岩层、岩石（岩体），也可以是一个大陆块体、一条山脉。



01 彩图 板块的旋转
和平移



02 示意图 充气的足球
体积增大，形状不变



03 动态图 形变

第一节 地质构造的级别与层次

一、地质构造的级别

地质构造的规模可大可小，按规模可以将其分为全球构造、区域（巨型）构造、大型构造、中型构造、小型构造、显微构造和超微构造。不同级别构造的研究对象不同，研究任务和研究方法也不同。各种级别的构造在空间上表现为组合和叠加，成因上有主次控制关系。高级别构造可以由低级别构造单元组成，每一级别（尺度）的构造皆具有其自身特点，又反映总体规律。



全球构造是指全球海陆分布及其相互关系，可以通过全球的地球物理观测资料来分析岩石圈的结构及岩石圈板块的构造特征。

区域（巨型）构造是指某一区域的地壳结构、不同地壳结构单元或不同地貌单元的关系、造山带与沉积盆地的关系等，可以通过区域地球物理测量、卫星照片解译，在 1:200 万或更小比例尺的地质图上能见其全貌的构造，如喜马拉雅造山带等。

大型构造是指可以借助卫星照片、航空照片直接观测，或在 1:20 万~1:100 万地质图上能见其全貌的区域性褶皱（带）、断裂（带）、不整合面等地质构造，单个构造的延伸可以达到 100km 以上，如复背斜、复向斜等。

中、小型构造是指野外能够直接观测或通过大比例尺地质图（填图）能够间接观测的地质构造，包括在 1:20 万或更大比例尺的地质图中能够识别出的褶皱、断裂、不整合面以及露头上和手标本上可直接观测的褶皱、断裂、节理和劈理等。

显微构造是指借助显微镜才能观测到的岩石内部的矿物组构及晶体内部位错等。借助电子显微镜才能观测到的晶体内部构造称为超微构造。



二、地质构造的层次

地质构造可以直接暴露于地表，也可以隐伏在地下（被表层沉积物覆盖），前者为地面地质构造，后者为地下地质构造。地面所见的地质构造可以是在地下深处形成后随着地壳隆升、剥蚀而暴露出来，地下深处的构造也可能是在浅层形成后随着地壳沉降而埋藏于地下。由于岩石（岩层）的力学性质及所处的构造环境不同（包括围压、温度、地下溶液等），在构造应力作用下，其变形方式和最终表现出的构造特征也有明显差异。所谓“构造层次”（tectonic level）是指在特定的构造变形期岩石（岩层）的构造变形表现出的层次性特征，不同深度的构造变形具有明显不同的变形行为，表现出不协调的现象。

按变形时的环境（或深度），自地壳浅表层到岩石圈深部，可以将构造划分为不同的构造层次。靠近地表的地质构造称为表壳构造，地壳深处的构造称为内壳构造。后者按构造形成的深度可以分为浅层次构造、中层次构造和深层次构造。不同层次或不同深度的岩石（岩层）类型有差异，即使是同类型的岩石（岩层）由于在不同深度所处的温度、围压、溶液等物理化学环境不同，表现出的流变学特征也会有差异，因此在动力地质作用下发生的构造变形也会有差异。通常，地壳表壳构造和浅层次构造以脆性变形为主，深层次构造以韧性变形为主。浅层次的脆性变形与深层次的韧性变形之间可以有区域性的拆离断层（或滑脱断层、滑脱层）分隔而使上下构造变形表现出明显的不协调性，也可以是逐渐过渡的。大陆地壳中，大致在 10~15km 深处为过渡带，其构造变形也兼有脆韧性过渡的特点。浅层次

的构造变形不均匀，以发育脆性断裂构造为主，脆性断层向深层进入脆韧性过渡带时或是位移减小而尖灭，或是产状变缓而滑脱。深层次的构造变形相对均匀，以韧性变形为主，可以形成大量韧性剪切构造面、次生的结构面，且这些面状构造在一定区域（或构造带）的岩石中具有透入性特征。

第二节 构造地质学的研究对象和内容

构造地质学的研究对象即是岩石圈中的各种地质构造。不同层次的各种地质构造都是动力地质作用的结果，因此形成地质构造的动力学过程也称为构造作用。持续不断的构造作用使地表和地下各种地质体发生位变和形变。例如，岩层发生褶皱、断裂，地表升降造成山脉、高原和盆地并导致高处遭受剥蚀、低处发生沉积，岩石圈内部的热作用导致岩浆侵入、火山喷发等。这些动力地质作用过程无时不在造就地质构造现象。因此，李四光（1965）将构造地质学的研究内容概括为建造和改造两大方面。建造代表形成，是构造作用的物质基础，也是构造作用的物质响应；改造代表形变（变形），是构造作用的具体表现。

由于地质构造尺度和层次的差异，其研究方法、手段甚至研究思路不尽相同，逐渐形成了构造地质学的不同分支学科。以地质构造尺度划分，构造地质学大致可以分为大地构造学、构造地质学（狭义）和显微构造学等三个分支学科。以巨型尺度的全球构造、区域尺度的大地构造等为研究对象的构造地质学分支称为大地构造学或区域构造地质学，它主要研究巨型尺度、区域尺度的地质构造的结构特征、区域地质演化、地壳运动规律以及产生这些地质构造的岩石圈动力学过程。狭义的构造地质学以中、小尺度地质构造为研究对象，是本教材介绍的主要教学内容。它主要是研究可以直接观测和通过大、中比例尺地质制图能直观表现出来的地质构造的位态、展布规律、演化过程、形成条件和构造变形机制等，并探讨产生地质构造的动力学原因。以显微尺度的地质构造为研究对象的构造地质学分支称为显微构造学或岩组学、构造岩石学，它是构造地质学与岩石学之间的交叉学科，主要是研究露头上、手标本上和在显微镜下能观测到的岩石内部组构（矿物定向排列及其与劈理、线理的关系）、岩石组构与大变形的关系、岩石变形年代及成因机制等。

地质构造按照与岩石形成时间的关系可以分为原生构造和次生构造两大类。所谓原生构造是指岩石在成岩之前形成的地质构造。例如，岩浆在固结成岩浆岩之前形成的由矿物排列所构成的流面、流线等构造现象，沉积岩中在沉积、成岩过程中形成的层理、负荷构造等。沉积岩层还可能在沉积过程中发生构造变形，形成的构造称为同沉积构造。所谓次生构造是指岩石成岩之后形成的地质构造，例如岩层发生的褶皱、断层等构造变形。常见的不同尺度的地质构造多是在内动力地质作用下形成的次生构造，即岩层、岩石（岩体）或地质体在岩石圈内部构造动力作用下发生变形和变位。地壳表层的岩层、岩石（岩体）在外动力地质作用下也可能发生变形、变位形成地质构造，这些构造可以称为表生构造。也有一些地质构造现象是内动力地质作用和外动力地质作用联合作用的结果。所有这些地质构造现象都应该属于构造地质学的研究对象。但是，沉积岩中的原生构造是构造地质学与沉积岩石学交叉的研究对象，岩浆岩中的原生构造是构造地质学与岩浆岩石学交叉的研究对象。狭义的构造地质学以在内动力地质作用下形成的各种地质构造为主要研究对象，原生构造常常作为识别

和描述次生构造的参照面（线）加以研究。

尽管不同尺度、不同层次的地质构造的研究方法、手段有所不同，但是研究内容基本一致，即研究构造几何学、构造运动学和构造动力学的基本规律。

(1) 构造几何学是指地质构造的形态、产状、方位、大小、内部各结构要素之间及该构造与其他构造之间的几何关系。通过测量和分析这些要素，建立起一个完整的、具有几何规律的构造系。几何学分析是运动学和动力学分析的基础。

(2) 构造运动学是指地质体形成到变形过程中所经历的过程和发生的运动。通过对岩石的原生构造和次生构造（重点）的分析，揭示其运动规律，解释岩石或岩层变形、变位的组合情况。

(3) 构造动力学是指导致地质体形成、演化的动力学原因和影响地质构造几何学、运动学特征的自然因素。

以上三方面的研究是彼此相互联系、相辅相成的。构造几何学研究是客观、准确地描述构造形态和各种构造要素的几何关系；构造运动学研究是依据地质构造形态、内部各要素关系来科学论述构造变形序列、变形方式和演化过程；构造动力学研究是研究影响构造变形的各种因素、构造成因的机制、导致岩石发生构造变形的应力场及其演化，构造物理模拟和数值模拟都是构造动力学分析的方法和手段。构造变形的应变分析既是构造运动学研究的内容，也是动力学研究的内容。构造几何学、构造运动学和构造动力学的组合即为构造变形场，是指一种主导应力均匀作用的空间及其形成的构造，也可以称为构造组合、构造系或构造样式。多期构造变形场的叠合，构成了地质构造发育历史。

狭义的构造地质学一般侧重于岩层、岩石（岩体）构造几何学的描述和构造分布规律的分析，区域大地构造学更侧重于对区域尺度构造形成演化史的研究，显微构造学则侧重于岩石变形机制的研究。它们彼此之间是相辅相成的，岩层、岩石（岩体）的构造几何学研究是基础，它是区域构造演化分析的依据，也是岩石变形机制研究的前提条件。

第三节 构造地质学的意义

构造地质学既有地质学理论意义，也有重要的应用价值。在理论方面，构造地质学的基本目的是精确地描述研究区地壳和岩石圈中地质构造的“几何学”特征、科学地阐明地质构造的“运动学”规律和“动力学”过程。通过构造地质学的研究，发现和描述组成地壳或岩石圈的岩石（体）、岩层的空间分布及其相互关系，揭示地质构造的演化过程和动力来源。构造地质学作为一门学科的主要任务就是正确地观测、描述地质构造现象，科学地分析地质构造形成的原因（影响因素、变形过程、形成机制），客观地揭示地质构造的时空分布规律。

地质构造与国民经济建设息息相关。其一是将构造地质学的研究应用在寻找和勘探开发矿产资源的过程中。矿产资源（包括石油天然气、煤等能源资源）、水资源等在地壳中的分布都在一定程度上受地质构造控制，寻找这些地球上的资源离不开构造地质学。例如，石油天然气勘探的第一步就是要研究勘探区域的地层分布、沉积岩层、地质构造特征等基础资料，分析沉积盆地形成演化过程中是否具备油气形成的基本地质条件，在确信勘探区域具有

良好的石油地质条件的情况下，还必须通过地球物理勘探分析地下圈闭（构造）、储层特征，优选勘探目标。其二是应用构造地质学研究支持工程建设。地面、地下各种工程建筑都受地质构造条件影响。如兴修水利，建筑道路、桥梁等，施工前都要进行地基稳定性评价，其中地质构造条件是重要影响因素。在一条河流上兴修水库时，必须研究坝体区的地下地质构造，看看是否满足坝基不渗漏、水库蓄水后地壳稳定而不至于发生岩崩、滑坡等地质灾害甚至发生水库地震等现象。又如，修建铁路、公路，开凿隧道或路基选址时也必须研究线路所经之处的地质构造，为制定可行的施工方案和评价施工后可能带来的地质环境的改变提供地质资料。其三是应用构造地质学研究防止自然灾害。各种地质灾害（地震、滑坡、泥石流）的发生都与地质构造条件有密切关系，防止和减少地质灾害，都应该加强构造地质研究。

第四节 构造地质学的研究方法

构造地质学与地质学的其他学科有密切关系。岩石学、矿物学主要是研究构成地壳的物质组成，而这些物质又是构造地质学的研究对象，因此岩石学、矿物学、地球化学的知识是构造地质学的基础。地层地史学、古生物学为研究地球的形成与演化奠定基础，也为区域构造地质研究提供地质背景资料，因此地史学、古生物学的知识也是构造地质学的基础。地壳的物质循环、各种岩石的形成过程、地球历史的发展都与构造作用密切相关，因此构造地质学被认为是地质学理论的基础，也是地质学理论体系中不可或缺的重要组成部分。

现代构造地质学的研究与数学、物理学（力学）、地球物理学、计算机制图学等学科也有密切关系。借助其他学科的先进理论、方法可以促进构造地质问题的解决。例如，要了解地下深部的地质构造几何学特征，离不开地球物理探测方法；要分析地质构造的形成机制，离不开物理学理论和数学方法；要精确描述地质构造的空间形态，离不开计算机制图技术……等等。

构造地质学强调野外实地观测，其研究手段也随科学技术的发展而迅速提高。例如，运用遥感技术可更有效地观测不同区域地表岩石、岩层的分布；采用地震反射技术研究地壳结构可对大陆地壳深部构造有更深入的了解；利用卫星定位监测技术可精确地观测到现代地壳运动，等等。而实验室内的显微构造与组构研究、构造变形条件的温度和压力的测算、古应力场重建及古应力差值估算等也使研究构造形成机制更加科学可靠。因此，构造地质研究的观测分析手段已是宏观更宏、微观更微，使不同尺度的构造有可能在成因和演化、运动学和动力学上结合得更好、研究得更深入。计算机数字模拟则又开拓了为这方面实验提供可资参考的途径。但是，在研究程序上必须坚持构造几何学、构造运动学、构造动力学分析的顺序，在对观测资料分析的基础上，建立解释地质现象的构造概念模型，不能用概念模型代替实际观测（图1-1）。首先是对地质构造现象进行实际观测，包括借助各种工具观测、收集不同尺度的构造信息。例如，通过野外地质露头观测岩石、岩层的分布和构造变形现象，利用显微镜观测岩石内部的显微构造，利用航空相片、卫星相片解译区域构造，利用物探方法了解深部构造信息等。其二是在实际观测的基础上进行构造几何学分析，即将收集的各种构造信息按照一定的规范编制实测的地质图件（野外地质填图、地质剖面图、地下地质制图、各种物探资料解释图等）来客观描述各种构造要素之间的几何关系。其三是构造运动学分

析,根据地质体之间的接触关系,结合沉积相、岩浆活动,配合同位素年代测定资料,按照地质学原理分析构造形成发展的顺序,恢复构造演化历史和运动学过程。其四是构造动力学分析,依据构造变形特征及各构造要素的关系分析影响构造变形的因素,分析构造形成机制及动力学原因。最后,在条件许可时通过建立概念模型构造模拟实验(泥巴模拟、光弹性实验、数学力学模拟和高温高压实验)再现构造变形过程。

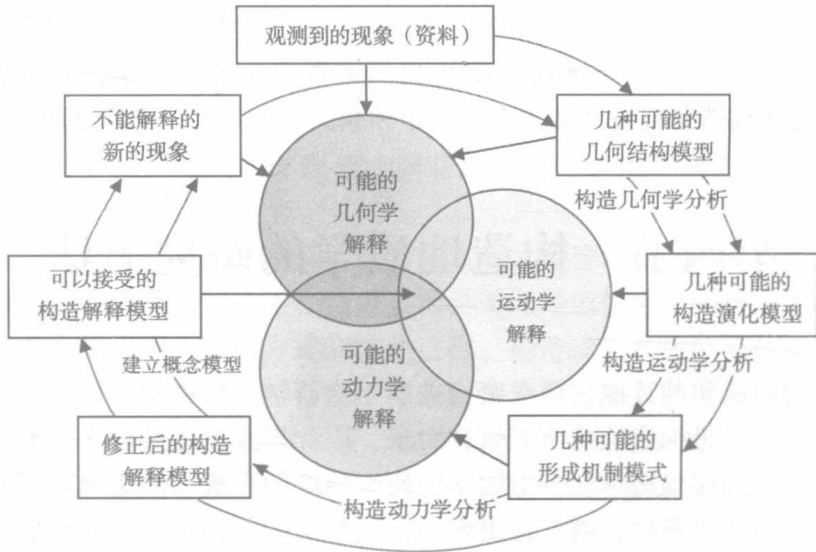


图 1-1 构造地质研究思路与流程

构造地质学是一门理论性和实践性都很强的专门课程,必须坚持唯物主义的认识论,理论联系实际。学习构造地质学课程,要观其形态、思其形变、究其成因。构造地质学有许多名词概念,对这些概念必须理解其内涵,加强对其形态、逻辑关系的理解,不能死记硬背。要通过读图、编图增强构造形态的平面图—剖面图—三维立体图件的联想,加强空间几何形态想象力的训练。要通过构造要素之间的关系分析构造变形演化过程,通过构造变形特征分析构造形成机制和动力学原因,加强逻辑分析能力的训练。要强化对不同地质学课程知识之间的联系的认识,通过其他课程知识的学习来加强对构造作用、构造变形的理解。

思考题

1. 构造地质学研究的对象、方法及意义是什么?
2. 什么是构造解析? 构造解析的基本内容是什么?
3. 对构造进行级别划分有什么意义? 构造地质学在地质学中居于何种地位?
4. 什么是构造层次? 构造层次与地球结构和物理化学性质有什么关系?
5. 构造地质学将来的发展方向如何?

第二章

沉积岩层的原生构造、产状与接触关系

地壳上的岩石可按成分分为三大类，即沉积岩、岩浆岩和变质岩，其中沉积岩分布最广，约占陆地面积的75%，是构成地壳表层的主要岩石，在地质构造研究及石油勘探中占有重要的地位。岩石中的构造可分为原生构造和次生构造。原生构造是指岩石在形成过程中发育的构造，如沉积岩的层理、底面印模和岩浆岩的流面等。次生构造或后生构造则是成岩后形成的构造，如褶皱、断层、片理、片麻理等。沉积岩的原生构造虽然不是构造地质学研究的重点，但正确认识沉积岩的原生构造、岩层产状和接触关系是地质构造研究的基础工作。

第一节 沉积岩层原生构造

在沉积和成岩过程中，沉积岩可以形成与后期构造变动无关的构造，这类构造被称为原生构造。由两个平行或近于平行的界面所限定的岩性基本一致的层状岩石称为岩层。沉积作用形成的岩层称为沉积岩层。沉积岩层以层理为分界。

在地壳变动微弱的地区，沉积岩层构造变化不大，下部地层时代较老，上部地层时代较新。单一岩层顶部的界面即为顶面，岩层底部的界面即为底面。顶面与新岩层接触，底面与老岩层接触。由底面至顶面的方向称为岩层的面向，代表成层岩系中岩层由老变新的关系。然而在地壳运动强烈地区，在岩石发生直立甚至倒转的情况下，确定岩层顶、底面就不是那么容易，这时就需要利用各种能够指示顶、底面的原生构造，其中包括沉积层在沉积、成岩过程中形成的原生构造，也包括火山岩在冷凝过程中所形成的原生构造。

一、层理

层理是一种原生的、岩石性质沿垂向变化的成层构造，常见于沉积岩和火山岩碎屑岩中，它是由岩石的矿物成分、结构、粒度、颜色变化而显现出来的层面构造，是岩石在形成过程中产生的。层理有渐变的和突变的，按其形态、结构可划分为水平层理、平行层理、递变层理和斜层理。通常用于鉴别顶、底面的标志性层理有下列几种：

冰雹打在尚未固结的泥质或粉砂质沉积物表面并被保留下来就形成雹痕，雹痕及雹痕印模也可指示岩层顶、底面。

(四) 冲蚀槽痕与底面印模

流水流动过程中会对所经之处的岩层表面进行冲蚀，造成冲蚀槽痕，如浊流或涡流在松散泥质沉积物表面上冲蚀可形成各种形状的冲蚀槽痕，这些槽痕被上覆砂质沉积物填充，就会在上覆岩层底面形成各种形状（如舌形、瘤状、脊状等）的凸痕印模。根据槽痕和印模可确定岩层顶、底面，并标识古水流方向（图 2-6）。

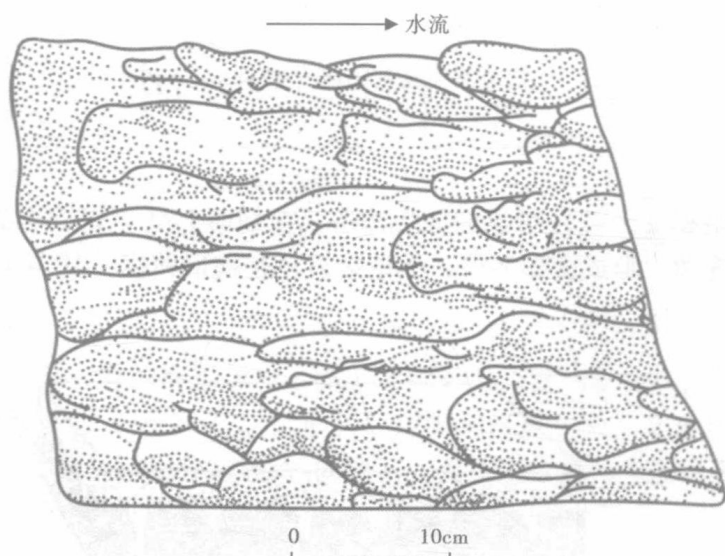


图 2-6 蛇形底面印模

三、生物标志

某些化石的赋存状态和埋藏情况可用来确定岩层的顶、底面，如叠层藻向上的分枝和穹形生长纹层均指向岩层顶面（图 2-7）。

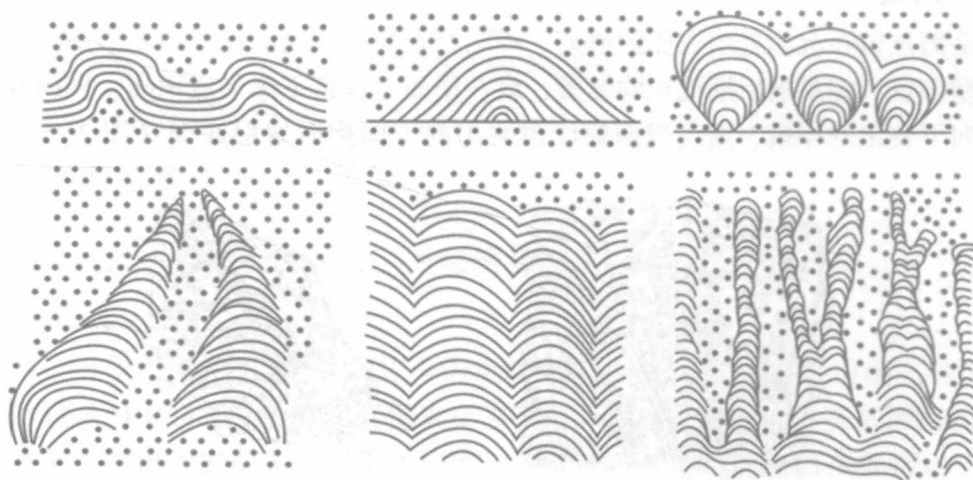


图 2-7 叠层藻向上分枝和穹形生长纹层