

第

石油构造地质学

W. L. 罗塞尔

科学出版社

石油构造地质学

第二版



石油构造地质学

W. L. 罗塞尔 著

徐韦曼 郭民原 译
邵雨襄

朱 夏 徐韦曼 校

科学出版社

1964

WILLIAM L. RUSSELL
STRUCTURAL GEOLOGY FOR
PETROLEUM GEOLOGISTS

McGraw-Hill Book Company, Inc.

New York Toronto London

1955

內 容 簡 介

本书是美国地质学教授 W. L. 罗塞尔为石油地质工作者所写的关于石油地质构造方面的著作。全书共分十七章，每章内容都紧密地结合着为寻找石油服务，尤其是注意对沉积岩构造和开发油气田有重要意义的构造地质学问题的探讨。

在开首的几章中简要地叙述了各种地质制图、物理学原理和模型研究、层理、褶皱、断层和断裂及其分类等；接着讨论了不整合、盐丘、潜山和压实作用、沉积作用和岩性的构造意义；最后则探讨了区域构造、表面构造、陆棚构造、确定构造的形成时期、积聚油气的圈闭的分类和石油勘探的构造因素等问题。

本书可供地质学家、石油地质学家和石油地质勘探工作者参考之用，也可供地质院校教师、学生及研究生阅读之用。

石 油 构 造 地 质 学

[美] W. L. 罗塞尔 著
徐韦曼、郭民原、邵雨襄 译
朱 夏 徐韦曼 校

*

科学出版社出版

北京朝阳门大街 117 号

北京市书刊出版业营业许可登记证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1964 年 8 月 第 一 版	开本：850×1168 1/32
1964 年 8 月 第一次印刷	印张：14 1/2
印数：0001—3,500	字数：380,000

统一书号：13031·1944

本社书号：2997·13—7

定价：[科七] 2.40 元

序 言

本书目的是为石油地质学家和学习石油地质学大学生提供构造上的论据和知识，以备他们在专业实践中应用。石油地质学家对于许多与石油勘探或生产无关的构造地质学问题，当然也感兴趣，但为篇幅所限，本书不予论述。

石油地质学家的任务虽然以实用为主，然而过分注重直接应用，可能会使构造地质学的任何论述减低价值。编写以下各章时，作者经常注意到这一主要目的，就是希望使读者能对所论问题充分了解。为达此目的，常把实用暂时从略。

本书须与作者以前出版的“石油地质学原理”同时使用，两书是这样设计的，即一书中所包括的主题，在另一书中即从略。把两种相关的问题作这样有计划的处理，是希望能使石油地质学和构造地质学两种课程达到更为完整。

本书的原稿经过 T. J. 帕柯 (Parker) 审阅，深为感谢。作者对他的妻子 L. K. 罗塞尔尤应志谢，因为她非但审阅了原稿，而且帮助作者编纂了参考资料。

威廉 L. 罗塞尔

目 录

序言.....	iii
第一章 緒論.....	1
构造地质学的用途和价值.....	1
本书的范围.....	1
构造地质学的发展.....	2
构造地质学的定义.....	4
术语.....	4
构造地质学家的条件和任务.....	5
构造地质学中所需要的教育种类.....	6
第二章 图和剖面图.....	8
图的一般特点.....	8
底图.....	9
勘定位置的方法.....	10
标明位置的方法.....	10
地形图.....	11
航空照片.....	11
柱状剖面和地层剖面.....	12
地质图和区域图.....	13
与倾斜、走向有关的问题.....	17
表示古代地质情况的图.....	20
剖面图.....	21
立体模型.....	26
块状图.....	26
等值图.....	29
构造等高线图.....	30
走向綫和形状綫.....	44
等厚图.....	44

第三章 物理学原理和模型研究	48
以往的工作	48
定义	50
变形的类型	56
理解物理学和力学原理的益处	57
应变椭球和变形正方	58
褶皱、断层和断裂与造成变形的力的关系	58
模型研究和其意义	61
定量构造理论的发展	64
第四章 褶皱	67
特征和性质	67
褶皱的构成部分	67
类型	70
机械调整	82
对于石油地质学家有关重要的褶皱特点	88
第五章 断层	106
性质	106
断层面	109
断层中的移动	109
分类	113
类型	116
与断层面伴生的构造现象	122
与冲断层有关的特征的词汇	130
与断层伴生的构造	132
野外的辨认方法	136
地形上的表现	137
在区域图上的表现	140
在航空照片上的表现	142
在构造等高线图和等厚图上的表现	142
地下断层的辨认	143
确定沿断层的移动	146
断层构造的闭合度和闭合区	147

断层作用所形成的逆傾斜·····	153
断层与褶皱的关系·····	153
断层和褶皱与基岩构造的关系·····	157
油气田与断层的关系·····	157
第六章 节理和断裂·····	166
定义·····	166
节理的地質关系和用途·····	167
作为儲油岩的断裂·····	169
第七章 不整合·····	177
定义和类型·····	177
地层关系和构造关系·····	181
在地面上認識不整合·····	186
在区域图上認識不整合·····	187
地下不整合的認識·····	190
不整合与积聚油气的圈閉的关系·····	190
不整合对油气远景的影响·····	193
第八章 盐丘·····	196
重要性和价值·····	196
地理分布·····	196
发展史·····	197
类型·····	198
盐株·····	198
倒悬体·····	199
盐源层·····	200
边缘的上翻和隆起·····	201
边缘向斜·····	202
盖岩·····	203
断层·····	205
地形表現和地面迹象·····	209
地質表現·····	211
残余高地和其它盐构造·····	211
与挤压褶皱伴生的盐丘·····	216

实验	217
形成时期	219
成因	221
形状和相互关系	225
敏尼奥拉盆地	226
油气生产	229
断层对产油的储油层的影响	230
发现的方法	230
陆棚上的盐丘	230
♥第九章 潜山和压实作用	235
有关压实作用的因素	235
差别压实作用所产生的褶皱	240
压实作用的定量问题	240
定量测定的校正和误差	242
关于压实作用的实验	243
积聚油气的圈闭的有关类型	243
潜山和重复褶皱的结合	245
与潜山伴生的圈闭中的产油情况	245
第十章 沉积构造	249
定义	249
分类	249
小型的原始沉积构造	249
小型的次生沉积构造	256
局部的沉积构造	259
区域的沉积构造	269
第十一章 岩性的构造意义	274
名词和定义	274
岩性对变形种类的影响	275
相的构造控制	275
相的构造意义	276
礁的位置的构造控制	285
澳契塔燧石的构造意义	285

沉积物沉积之后的变化的构造意义.....	287
第十二章 区域构造.....	298
定义.....	298
地槽.....	298
地盾和正性地区.....	313
盆地.....	314
地槽和盆地与油气田的关系.....	316
地背斜和边缘地.....	317
其它各种区域构造.....	318
✓ <u>沉积贫乏盆地和沉积富足盆地</u>	321
美国的区域构造.....	323
造山带与变形在时间上的关系.....	329
第十三章 表面构造.....	338
原生沉积构造.....	338
溶解作用造成的构造.....	339
由于吸收水分和风化作用所造成的构造.....	342
由于滑动造成的构造.....	343
迅速向下消失的变形构造.....	347
起源于火成作用的构造.....	351
潜火山与隕石构造.....	352
第十四章 陆棚构造.....	358
地理.....	358
资料的来源.....	359
海底峡谷.....	359
沉积关系.....	360
重要构造.....	361
倾角随着深度的变化.....	367
大陆边缘地.....	368
陆棚外缘的地形高地.....	368
时间关系.....	369
油气远景.....	370
第十五章 确定构造的形成时期.....	374

绝对时期的确定·····	374
确定相对时期的方法和辅助图件·····	374
确定地质构造时期的价值·····	380
第十六章 积聚油气的圈闭的分类·····	384
构造圈闭的地层关系·····	384
储油层的岩性变化对闭合度和闭合面积的关系·····	389
定义·····	391
建议的分类法·····	393
圈闭类型的区域变化·····	393
与岩石的岩性和年代的关系·····	393
盖层·····	394
第十七章 石油勘探的构造因素·····	398
构造资料的相对重要性·····	398
野猫钻探的实际考虑·····	398
在未经试探的圈闭中发现油产的机会·····	399
非构造性的因素·····	401
区域构造条件·····	401
局部构造条件·····	403
构造方法与地层方法在探油中的结合·····	406
构造在已发现油田的开发工作中的应用·····	412
找油的困难·····	412
野猫钻的心理因素·····	413
石油工业中构造地质学的前途·····	413
实验室习题·····	425
中英文名称对照表·····	449

第一章 緒 論

构造地質学的用途和价值

构造地質学的价值是无可爭辯的。地質学家都一致強調它在純粹科学和在工业应用方面的重要性。而且甚至在这样不同的学科中，如采矿地質学，火成岩和变质岩岩石学以及石油地質学方面，它都是教育一个地質学家的必要課程。本书主要是为石油地質学家編写的，他們在专业活动中不断要应用构造地質学。事实上，石油地質学主要是以构造地質学和地层学为基础的。

本书的范围

本书的目的，是为石油地質学家提供他們在专业中所需要的构造知識。沉积岩的构造，当然首被重視，而且特別注意对于发现或开发油气田有重要意义的构造。

本书強調了构造地質学和地层学的关系，这样似乎可使本书更为有用。构造地質学的地层方向，最近已逐漸引起人們的注意，它們似乎是一个有发展前途的研究領域。而且大家也承認，純粹起源于构造而有希望于油气积聚的圈閉，逐漸变得少于全部或局部起源于地层的圈閉。由于地层类型的油气田在石油地質学方面可能变得日趋重要，那么，深入了解它們的构造特点和关系，就成为必要的了。

本书应与作者以前所著的“石油地質学原理”¹⁾同时并用。为了避免不必要的重复，在一书中詳細討論的問題，在另一书中即不詳論。如果有必要在两书中討論同一問題，例如不整合和盐丘，也

1) William L. Russell, "Principles of Petroleum Geology," McGraw-Hill Book Company, Inc., New York (1951).

尽量設法把內容作适当的安排,以免重复。

本书可以用作大学肄业生和研究生的构造地質学課本,也可以作为石油地質学家的参考书。一般认为,在大学中,构造地質学是石油地質学的先修課程,而且以为,专业地質学家已經具有充分的构造地質学知識,因此这样一本教科书对他們是沒有多大用处的。但是大多数的石油地質学家都是专家,他們許多人沒有時間經常注意他們专业以外的发展。由于这种原因,本学科的最新論述,对他們应当有所裨益,非但可以使他們刷新記憶,而且可以使他們熟悉新的証据、发展和解释。本书重点放在构造类型和构造作用上,而不注重于詳細的描述。个别构造,則是用作說明构造类型的实例。

构造地質学的发展

資料的来源 构造地質学的成长和发展的三个方面是:野外資料的收集,綜合研究的发展和理論的檢驗。这門科学所根据的主要資料,是从野外得来的,它們的原始形式,是野外观察、钻井記錄和地球物理測量。这些零星的事实,由地質学家汇集、綜合,然后作出局部构造的解释。这些局部构造的解释,可依次作为已知事实看待,而用来发展理論。一切可以利用的钻井、地面地質和地球物理报告以及充分的地层学知識,都有助于局部构造的正确解释。在一定区域内已經找到的各种局部构造类型,以及它們随着深度和其它性質的变化的知識,也是有帮助的。构造的解释,可以随着新知識的增加而不断改进。这些知識,可能来自新的钻井、新的地面工作、新的地球物理測量,或者来自較远地区而与本題有关的資料。在沉积岩地区的有关构造解释,是以正确的地层学知識为基础的。寻常必須先完成地层工作,然后再解释构造,而构造解释的正确程度,大部分决定于地层学知識的正确程度。

綜合研究 大量有关局部构造的資料,已經汇集在地图、剖面图、和一些已发表与未发表的文字报告之中。从这些描述性資料所得的綜合結果,便成为构造地質学的主体。大量背斜构造、断

层、不整合和其它构造特点的研究，对于标准构造和特殊构造，各种构造之间的关系、构造与深度的关系等等，都可以形成相当正确的概念。这些综合研究，可能是属于几何和统计性质的。它们牵涉到大小、形状、发生次数、深部情况，以及油气田和其它矿床的关系。

理論的檢驗 說明观察到的构造和关系，需要理論。有些理論成为闡明构造和应用构造知識去寻找矿床的有效指南。理論多半有很大的价值，因为它们可以說明形成的方式，指出似乎无关的被观察事物之间的关系或新发现的結果。坏的理論当然阻碍科学的进步，但是好的理論会促进科学发展。檢驗理論的最好方法，似乎是把所有的說明和假說加以罗列，甚至于把可能性很小的假說也列在其中，然后仔細地逐一与証据进行比較。如果我们热切欢迎新理論而又加以严格评价的話，将会获得最大的进步。

遺憾的是，普通的教科书必須討論如此之多的問題和理論，以致一般沒有足够的篇幅来詳細討論各种科学理論是怎样被提出的、发展的、批判的、檢驗的和最后怎样被接受或放弃，或何以至今还認為沒有証实。由于篇幅的限制，对于某些理論，往往需作肯定性的叙述而不提出証据，或者只在許多可能的理論之中选择一种来討論。这对証明一种理論或反駁一种理論所遇到的困难和复杂性，容易产生錯誤的概念，特別会影响学生忘記使用多种假說的方法，来解决他在工作期間所發生的理論問題。对于許多現在認為已經成立的理論的可靠程度，也因篇幅所限，无法提出正确的观念。事实上，构造地質学的理論，应当经过不断的檢驗，設法发现其中的缺点；而新的証据，也应当經過仔細的考虑，以确定它在認為已經証实的理論中的意义。

另一个要点是：我們对随着証据的汇集而得出的各种构造解释，应当用多种假說的方法来檢驗它們的正确性。存在于某一地区內的一个背斜构造或者一个断层，都应当与未証明的理論同等看待——換句話說，应当提出一切可能的說明，并且还要仔細衡量那支持和否定每一种解释的証据。这种程序方法，对于开始工作

的地质学家,或在不熟悉的地区中工作的地质学家,尤有必要。

构造地质学的定义

构造地质学的定义,包含两种概念。构造地质学显然是研究各种自然动力对地球上岩石的影响;一般认为,这一门科学只包含这一类的内容。但是构造地质学也研究各种地质特征的几何形状,或者这些特征的各部分几何排列。构造地质学显然分成动力的方面和静力的或几何的方面。第一方面当然比较重要;一部分地质学家可能认为,地质特征的形状和几何关系,完全不是构造地质学内容的一部分。但是象石灰岩礁“构造”或结核“构造”一类名词的用法,以及在寻常语言中这种名词的用途,说明构造的概念也包括形状和几何关系。此外,沉积构造,如交错层和层理,普通也被认为是构造地质学内容的一部分,虽然它们并不是由动力作用产生的几何特征。

在一部为石油地质学家编写的构造地质学中,重视几何方面的问题是很有必要的。因为集中工业性石油积聚的圈闭,一部分固然是由于地层的变形,另一部分却是由于与岩层变形毫无关系的储油岩的结构。构造地质学在寻找油气方面最重要的应用,是在于查明和研究那些确定形成工业性油气积聚地点的圈闭。倘若因为某些圈闭不是由动力所产生而不予考虑,显然是一种明显的疏忽。

术 語

任何人编写一部构造地质学,都不能不考虑到术语问题。现在用于重要构造特征和作用的名称,是非常不一致的。同一个名词,有时用于两种完全不同的事物,而同一事物,有时有一个以上的名称。许多地质学家对这种混乱现象时常感觉不便,于是不时成立委员会,企图确定正确的用法,或者在书里或论文中提出完全新的术语。这些努力有时徒然增加混乱,因为许多地质学家并不注意所提出的变更。有人认为,名词的定义,可以在最初使用这种

名詞的刊物中查閱它們的定義而得到解決。不幸這種方法往往沒有多大的幫助，不是因為用法已經改變，就是因為原來的定義不夠明確。

本書所取的方針，是採用最普通的用法，並且規定每一個名詞是怎樣用的。如果可能，盡量避免提出新名詞，因為過去的經驗已經告訴我們，新的名詞只有增加混亂。本書採用的術語，主要選擇在石油地質學中適用的部分。術語問題，在 50 和 113—115 頁中還要討論。

構造地質學家的條件和任務

條件 有成就的構造地質學家的特點，隨時代而異。在十九世紀里和二十世紀的最初二十年中，構造地質學家主要從事於野外的地表工作；他們當然需要強健的體力和其它在野外工作中所必需的技術。現在石油公司的構造工作，主要在室內進行，執行這項工作的地質學家，不再必要具有野外地質學家的條件。在智力方面，構造地質學家必須具有用立體的觀念想象構造特點的能力，同時也必須有用圖解方法正確表達他的觀念的能力。換句話說，他應當有能力繪制圖和剖面圖等等。他也要有用口述或書面報告來清晰地表達他的觀念的才能。

任務 沒有一羣有組織的人自稱為構造地質學家；這是構造地質學與地質學其它部門不同的地方。除了教學而外，很少人自稱為構造地質學家。即使他的工作不斷應用構造地質學，一般也是用其它的稱號，如“石油地質學家”或“採礦地質學家”之類。

石油地質學家的有關構造工作，包括繪制構造圖、剖面圖、地質圖和等厚圖；發現和畫出斷層；作出鑽井記錄的對比；編寫報告；根據構造資料、會議文件、研究結果，作出建議；為公司的其它部門提供資料；並解釋地質結果。有關構造特徵的圖解工作，如圖和剖面圖，可能在他參加工作之後不久就會交給他做，而報告和建議往往由較有經驗的地質學家來寫，但是兩種工作都可能在任何時候交給構造地質學家擔任。

构造地质学中所需要的教育种类

大家都承认,决心成为石油地质学家的学生,需要接受三种有关构造地质学的教育,即理论教育、野外工作和实验室训练。所谓理论教育,包括听课和阅读构造问题的书籍和杂志。在野外测绘构造特征的图件,也是训练构造地质学家的部分,即使在毕业之后不一定要求他进行野外工作。事实上,包括野外工作的大学课程,现在比前一代更为需要,因为现代的石油地质学家,在担任工作之后,很少机会获得野外地面制图的训练。地质学生获得构造地质野外训练的最好地区,是在那些有各种类型的构造充分露出的地方。在地层没有经过变形和倾斜平缓的地区,不能满足这种要求。

构造地质学的实验室训练,一般包括绘制图、剖面图、立体图等等的练习。这一类的工作,显然是训练每一个石油地质学家的主要内容。因为一个地质学家参加石油公司之后不久,他的构造工作,可能包括绘制构造图和剖面图,或者包括需要实验室训练而不需要理论知识的活动。如果他在实验室工作方面没有充分的训练,那就不容易得到职业,而在就业之后,也不能胜任愉快。

学习构造地质学的学生所需要的数学训练,多少决定于他将来所参加的部门。准备成为石油工程师或地球物理学家的学生,需要学习很多数学和物理。石油地质学的某些方面或问题,有随着时代而变成更需要用数量来表示和更需要用数学来表达的趋势。钻井电测记录的解释,就是这种实例之一。此外,一部分研究问题或有关构造地质学问题的探讨,必须有较广泛的高等数学和物理学的知识才能解决。第三章中提到的比例模型的量纲分析,就是一个实例。在进行寻常的构造工作期间,石油地质学家需要应用三角,但是很少需要用较高等的数学知识。在石油地质学家的的工作中,常常发生很复杂的构造问题,但是它们的复杂性,是属于几何和地质方面的。在这专业化时代,最好还是把有关高深物理和数学知识的问题,留给地球物理学家去解决。