



沉积岩野外工作手册

(第四版)

[英] Maurice E. Tucker 著

周进高 李文正 张建勇 倪超 郝毅 等译



石油工业出版社

地质工作掌中宝

沉积岩野外工作手册

(第四版)

[英] Maurice E. Tucker 著

周进高 李文正 张建勇 倪超 郝毅 等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了沉积岩的野外描述方法,对各种沉积岩类型、结构和构造以及化石进行了讨论,最后综合利用野外信息进行相的鉴别和层序分析。

本书可供地矿、石油、煤炭、冶金、核工业等行业地质人员及相关院校师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

沉积岩野外工作手册:第四版/(英)M.E.塔克(M.E. Tucker)著;周进高等译.
—北京:石油工业出版社,2017.7

书名原文:Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide

ISBN 978-7-5183-1844-5

I. ①沉… II. ①M… ②周… III. ①沉积岩-手册 IV. ①P588.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第061549号

Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide, Fourth Edition by Maurice E. Tucker
ISBN 978-0-470-68916-5

Copyright © 2011 by John Wiley & Sons, Ltd.

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Petroleum Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of John Wiley & Sons Limited.

本书经 John Wiley & Sons Limited 授权翻译出版,简体中文版权归石油工业出版社有限公司所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2014-3866

Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

出版发行:石油工业出版社有限公司
(北京安定门外安华里2区1号100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64523544

图书营销中心:(010)64523633

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

787毫米×1092毫米 开本:1/32 印张:8

字数:200千字

定价:65.00元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《沉积岩野外工作手册》

译校人员

周进高	李文正	张建勇	倪超	郝毅
王小芳	辛勇光	谷明峰	姚倩颖	王茂林
房超	李煜	曹卜丹	汪超	张禄权
杜贻清	蒋玉婷			

前言

对沉积岩的研究是一项能让人兴奋、具有挑战性且让人自豪和快乐的工作。当然，要想认识这些岩石，就需要经常进行精准的野外考察。野外考察成功的秘诀是有一双不放过任何细节的敏锐的眼睛，对所见所闻时刻保持一颗好奇心，且要清楚自己的目标并明白如何达成目标。要想做到这些，首先需要保持开放的思想。对观察到的露头现象时刻保持敏感性，思考其构造特征并能够不厌其烦地反复观察。本书主要针对那些有一定地质背景的学生或更高水平的读者，告诉他们如何在野外研究沉积岩。

本书一开始就介绍了如何在野外描述沉积岩特征，尤其是如何使用地层柱状图描述。接下来介绍的技术被广泛使用，因为这些技术展示了一个以便利的形式记录所有细节的方法；通过这些资料，地层之间的连续性和差异就会变得很明显。接下来的几章，对各种沉积岩类型、结构和构造进行了讨论，这些在野外都能被描述和测量。后面用一个简短的章节介绍了化石。化石是沉积岩的重要组成部分，含有对古环境分析非常有用的信息，而且对地层对比和古生物研究也很重要。

采集了野外信息后，还要知道怎么利用这些信息。最后章节简要介绍岩相识别与岩相解释的方法以及层序和旋回的识别。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目 录

第 1 章 绪论 // 1

- 1.1 野外工具 // 2
- 1.2 其他野外工具 // 4
- 1.3 GPS 的使用 // 4
- 1.4 野外安全和通用手册 // 5

第 2 章 野外技术 // 11

- 2.1 观测内容 // 12
- 2.2 方法 // 13
- 2.3 野外记录 // 14
- 2.4 柱状剖面图 // 15
- 2.5 岩心柱状图 // 21
- 2.6 岩相代码 // 22
- 2.7 标本采集 // 25
- 2.8 结果描述 // 25

2.9 岩层示顶底标识 // 27

2.10 地层实践 // 28

第3章 沉积岩类型 // 37

3.1 主要岩石类型 // 38

3.2 砂岩 // 41

3.3 砾岩和角砾岩 // 46

3.4 泥质岩 // 48

3.5 石灰岩 // 49

3.6 蒸发岩 // 60

3.7 铁质岩 // 64

3.8 燧石 // 66

3.9 磷酸盐沉积物 // 67

3.10 富有机质沉积物 // 68

3.11 火山岩 // 69

第4章 沉积岩结构 // 83

4.1 引言 // 84

4.2 沉积物粒度和分选性 // 87

4.3 颗粒形态 // 89

4.4 沉积物组构 // 90

4.5 结构成熟度 // 91

4.6 砾岩和角砾岩结构 // 92

4.7 固结作用及风化程度 // 94

4.8 沉积岩的颜色 // 97

第5章 沉积构造和沉积体几何形态 // 101

5.1 引言 // 102

5.2 侵蚀构造 // 103

5.3 沉积成因构造 // 107

5.4 石灰岩（包括白云岩）的沉积构造 // 136

5.5 沉积后构造 // 146

5.6 生物沉积构造 // 159

5.7 沉积体几何形态和侧向相变 // 171

第6章 野外化石 // 177

6.1 引言 // 178

6.2 化石的分布与保存 // 181

6.3 化石组合和多样性 // 187

6.4 生物骨架保存（化石埋藏学）和成岩作用 // 192

第7章 古水流分析 // 195

7.1 引言 // 196

7.2 古水流测量 // 196

7.3 古水流构造测量 // 200

7.4 成果展示以及矢量平均值的计算 // 203

7.5 古水流模式的解释 // 205

第 8 章 相的鉴别和层序分析 // 209

8.1 引言 // 210

8.2 相分析 // 210

8.3 相、相模式以及沉积环境 // 212

8.4 旋回地层学和层序地层学 // 227

参考文献 // 242

第1章



绪论

本书旨在提供沉积岩的野外工作指南，叙述怎样识别野外常见的岩性、纹理、沉积构造及如何记录和测量这些特征。由于化石常见于诸多沉积岩中，对古环境分析非常有用，本书有一章就野外该怎样对化石进行研究作了阐述。本书最后还简介了沉积岩相序列的解释：相、相组合、沉积旋回和层序（图1.1）。

1.1 野外工具

除了一个笔记本（尺寸最好是 $20\text{cm} \times 10\text{cm}$ ）、钢笔、铅笔、合适的衣服、鞋和一个帆布背包，野外地质学家最基本的装备还包括一个地质锤、凿子、放大镜、罗盘测斜仪、卷尺、瓶酸、取样袋和记号笔。在野外工作时，一个全球定位系统（GPS）接收器是最实用的，而且不仅在偏远的地区。当在峭壁下或采石场工作时，必须要有一顶保护自己的安全帽；当使用锤子时，要戴护目镜，更详细的安全注意事项见1.4节。要带着地质照相机、地形图、地质图以及相关文献。在野外，如果预计需要记录大量图表日志，则需带着纸张。其他用得着的非专业器物，如口哨、急救装备、火柴、应急口粮、小刀、防水服及太空毯等也要带在帆布包中。

对于多数沉积岩来说，一个大概重 $0.5 \sim 1\text{kg}$ （ $1 \sim 2\text{lb}$ ）的地质锤就足够了。然而，在记录和测量露头时，一定要注意保护，不要破坏露头，使后来的地质学家将来也能进行考察。在许多情况下，可以从地面收集松散的新鲜的岩石块，所以没必要锤击。如果希望收集大量岩样，系列凿子是很有用的。

放大镜是必要的装备。在野外，建议放大倍数是10倍，那样可以观察到小至 $100\text{ }\mu\text{m}$ 的粒径和特征。野外观察时，当放大镜靠近眼睛时，10倍的放大镜视域直径大约是 10mm 。当用放大镜观察颗粒时，为了了解其粒径，用一个以毫米为刻度的尺子来测量颗

粒。对于石灰岩，可很容易地观察到新鲜破裂面上的颗粒。

罗盘测斜仪也是重要工具，用于倾角、走向和其他构造测量之用，也用于测量古水流方向，这时要校正罗盘磁北对真北的偏角。该偏角通常会在地区地形图标出。须知，高压电线、铁塔、金属器物（如地质锤）和一些岩石（通常是镁铁质—超镁铁质火成岩体）可以影响罗盘读数，产生虚假的结果。测量岩层厚度和沉积构造的尺寸要用皮尺或钢尺（尺长数米为好）。绘制图表日志时需要用到1m长的带刻度的棒状比例尺。在测量小物体例如鹅卵石和化石的尺寸时，要用到带毫米—厘米标尺的罗盘。

在野外，需要用盐酸（约10%的浓度）来对钙质沉积物进行鉴定，如果加进一些茜素红，可把白云岩与石灰岩区分出来（石灰岩被染色为粉红色，白云岩没有染色）。对于样品，需要用塑料袋或布袋子装样，并用记号笔（防水、速干墨水的更好）记录样品号。易碎的样品和化石应当仔细包装以防破碎。

研究现代沉积物和未固结岩石时，需备有小铲/铁锹，以及一个长度0.5~1.5m、直径5~10cm的干净塑料管子，其对于插入现代沉积物获取天然岩心非常实用。对于松软沉积物的垂直剖面，可在野外制备环氧树脂布膜，制作这种布膜的技术是Bouma（1969）提出的。本质上是在沉积物上切割、修剪一个平整的垂直面，把环氧树脂喷上去。在沉积物上放一张薄棉布，然后将布喷湿。让树脂静置10min后小心移动棉布。布上会粘有薄层的沉积物，有着不同的构造。轻轻刷掉或抖落多余的和脱粘的沉积物。现代海滩、沙丘、河流、潮滩和沙漠沉积物用这种方法处理比较有效。玻璃纤维泡沫（一种有害物质）也可以喷在未成岩的沉积物上来获取一个样本。

1.2 其他野外工具

现场有时需要携带更精细的仪器，以防测量沉积岩的某些特殊属性。这些仪器通常用于更详尽的重点研究中，而不是常规的沉积学研究。这样的仪器包括迷你磁导仪、磁化率记录仪（磁化率测定仪）、伽马射线能谱测量仪、探地雷达测量仪和激光扫描仪（激光雷达）。

在野外，岩石渗透率可用便携式迷你磁导仪来估算。

在野外，沉积岩的磁化率即使很微弱，也可相对容易地测出。泥岩和其他有机物含量高的岩石及铁矿物具较高的磁化率。测量时每隔几厘米测量一次，可得到一个磁化地层，这样便可辨认出旋回和韵律，这种现象在盆地相尤其明显。

伽马射线能谱测量仪用于测量岩石的自然伽马辐射，它可确定层序的黏土含量，因此有助于区分不同类型的泥岩或不同黏土含量的泥砂岩和石灰岩。便携式野外伽马射线能谱测量已被用于关联各种地表露头及地下。

探地雷达是一种可用来观察浅层沉积物的结构和变化的实用技术，如现代泛滥平原和滨海平原。利用这项技术，可以识别沉积单元，如点沙坝和牛轭湖充填。

另外，对露头进行激光扫描可以产生用于三维成像的高度精确的数字图像。通过对数据精确地测定，可对裂缝方向和地层厚度等特征作详细研究。但这些仪器异常昂贵。我们可从多光谱遥感和数字高程模型（DEM，也叫数字地形模型，DTM）获取更多的区域信息，并详细地揭示其地貌特征。使用这些技术，便可获得地质信息的三维数字图像。

1.3 GPS的使用

GPS作为一种野外定位的标准配置，也可用于沉积剖面的测量。

全球定位系统能精确定位出你所在的位置，这样，就能把经纬度坐标参数记在野外记录本上。接收器能指引野外工作者到不同的地方，或者到特定的位置。接收器读数的准确性取决于几个因素（品牌、型号、时间地点、设计、校正等）和定位的方法。自主式GPS的精度是5~30m；当利用差分全球定位系统（DGPS）并进行校正后，其精度可以达到3m以内，但是，参考站必须设置为DGPS。

现在GPS接收器具有良好储存功能，可满足一天乃至一周的数据存储要求，所以野外工作者可往返折回观察而无须担心。这对于无鲜明特征的地方是非常有用的。接收器的数据能直接下载到电脑，永久存储记录。

GPS除了能精确定位外，还能够测量大一中型构造，这比仅用一张地图和卷尺测量精度要高得多。对于河道充填物、礁体、砾岩透镜体，其宽度为几百米或更大时，用几种GPS测量方法测量可获得较好的三维评价。激光测距仪可用于对远处物体的精确测距，如悬崖表面的特征，能更精确测出距离某个地方有多远。

1.4 野外安全和通用手册

只要采取几种基本和明智的预防措施，在野外工作将是一个安全、愉快、富有成果的过程。野外地质工作是一个涉及风险和危害的活动，例如在沿海、采石场、矿山、河流和山脉。任何季节都可能遇到恶劣的天气条件，尤其是在沿海或山区。自立、独立能力以及团队协作能力是野外工作的要素。注意自身安全，对自己负责；另外，一些简单的预防措施可以减少风险或者避免问题的出现。

（1）穿戴的衣服和鞋子应足够应付各种类型的天气和地形。提前了解目的区域的天气情况，时刻注意各种变化，一旦天气恶化果断离开。

(2) 具有良好鞋底的步行靴是必不可少的。运动鞋不适合山区、采石场和崎岖的山路。

(3) 仔细地计划工作，牢记你的经验和培训、地形的特征和天气情况。不要高估自己所能达到的程度。

(4) 学习山区安全注意事项和塌方守则，特别要了解暴露于野外的影响。所有的地质学家需参加急救方面的课程。

(5) 在去野外之前，好的实践方法是留下一张便条，以及一张研究地图，最好是标记出路线、目的位置、返回时间、和谁一起住/生活。

(6) 知道该怎样处理紧急事件（如事故、疾病、恶劣天气、黑暗）。掌握国际遇险信号：重复6声哨音，不停地使手电筒闪烁或用浅色衣物来回摆动。

(7) 随身携带一个小的急救箱、一些应急食品（巧克力、饼干、薄荷蛋糕、葡萄糖片）、生存袋（或大塑料袋）、口哨、手电筒、地图、指南针、手表。

(8) 当出入旧采石场、悬崖、小石子山坡、洞穴等，或者任何有落物的危险地方，戴上安全帽（最好带一个下巴托），穿上高弹性夹克，以及一双结实的靴子。同样地，这也是出入正在工作的采石场、矿山和建筑工地必需的装备。

(9) 尽量避免敲击，做一个环保人士。

(10) 戴防护眼镜（或塑料镜片的安全眼镜），以防敲打或凿击岩石时碎片飞溅。

(11) 地质锤不要作为凿子使用，要使用软钢凿。

(12) 在敲击时，避免附近有人。不要在铁路上及其边缘遗留岩屑。

(13) 要节约，有环保意识。爱护乡间和大自然以及当地的动

植物。

(14) 当收集标本时，不要全部采集或损坏含有特殊化石和稀有矿物的岩层，只需取走你所需要的。

(15) 在峭壁边缘附近和采石场或任何其他陡峭的地方要特别小心，尤其是在狂风天气。

(16) 在靠近岩壁之前要确保上覆岩层的安全。尤其是由爆破导致岩壁疏松的采石场相当危险。

(17) 避免在一个不稳定的地方工作。

(18) 避免接近岩石松动陡峭的斜坡。

(19) 不要直接在另一个人上面或下面工作。

(20) 不要把岩石扔下斜坡或悬崖作为娱乐。

(21) 不要从陡坡上向下跑。

(22) 提防山崩和泥石流，以及落石。

(23) 不要触碰矿场、建筑工地内的任何机械设备。遵守安全规则和官方给出的爆炸警示，密切注意来往车辆等。另外，要谨防污泥沼。

(24) 除非具备相关的登山经验，且有人陪伴，否则禁止攀爬悬崖、岩壁或峭壁。

(25) 在岩石海岸高水位线之下的湿滑岩石上行走或攀爬时，要格外小心。因为，对于地质学家来说，更多的事故，甚至致死，多发生在岩石海岸线，另外要留意巨浪。

(26) 观察路边剖面时当心交通情况。

(27) 除非经过主管当局的特别许可，观测铁路及高速公路附近剖面是禁止的。

(28) 除非具备丰富的经验以及相关所需装备，否则禁止进入旧矿场或洞穴系统。

(29) 掌握当地关于潮汐和洋流的信息，要特别注意潮差，避免被困在潮间浅滩或海崖下。

(30) 建议：进入别人私产时，要获得许可。在一些地方，比如国家公园和自然保护区，以及具有特别科学价值（SSSI）的网点或受保护的站点，需要获得官方的许可才可采集样品。有时要进行野外观察和科学研究。

(31) 风险评估：现今，很多情况下开始野外考察之前有必要进行一次风险评估。这可能是为了自身安全或者是研究项目本身的需求，也许看似这是不必要的官场形式，但这样做，会促使你思考可能会遇到的问题，从而使你准备得更充分。