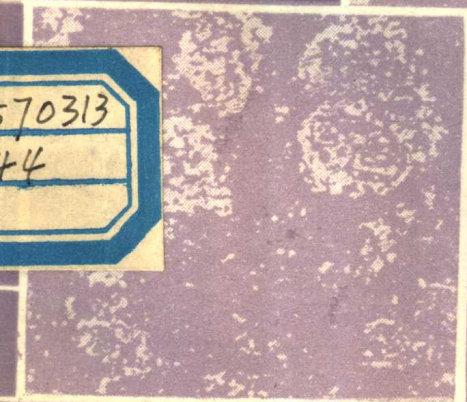
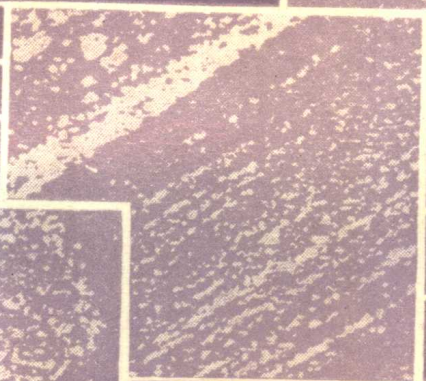
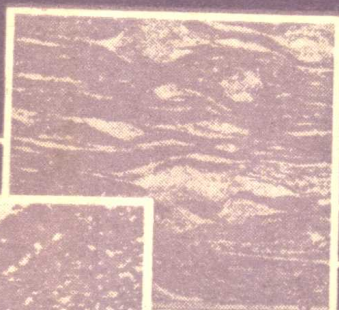


基础地质工作方法丛书

变质岩 的野外描述

N. 弗莱 著

地质出版社



基础地质工作方法丛书

变质岩的野外描述

N.弗莱	著
谭晓丹	译
贺书严	校

地质出版社

The Field Description of Metamorphic Rocks

Norman Fry

Open University press

Milton Keynes and Halsted Press

John Wiley & Sons

基础地质工作方法丛书

变质岩的野外描述

N. 弗莱 著

谭晓丹 译

贺书严 校

责任编辑：郑长胜

地质出版社 出版发行

(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经销

开本：787×1092¹/₃₂ 印张：5 字数：109,000

1989年2月北京第一版·1989年2月北京第一次印刷

印数：1—1830册 国内定价：1.75元

ISBN 7-116-00406-8/P.351

目 录

第1章 绪言	(1)
1.1 目的与范围.....	(1)
1.2 研究变质岩的方法.....	(2)
1.3 几个有益的概念.....	(3)
1.4 本书的内容安排.....	(4)
1.5 进一步的阅读.....	(6)
第2章 基础知识	(8)
2.1 工作阶段.....	(8)
2.2 变质岩构造的成因.....	(15)
2.3 岩石的名称与类别.....	(20)
第3章 变质岩填图	(27)
3.1 野外用图和野外记录本的使用.....	(27)
3.2 建造与标志层的确定和填图.....	(29)
3.3 变质岩的接触关系和边界.....	(35)
第4章 带状岩石	(38)
4.1 厚层带状岩石.....	(40)
4.2 薄层状和条带状岩石.....	(45)
4.3 三维空间观察.....	(49)
第5章 矿物、岩石类型、成分和变质等级	(51)
5.1 矿物.....	(51)
5.2 细粒物质.....	(57)
5.3 岩石类型名称.....	(60)
5.4 岩石类型的记录格式.....	(63)
5.5 成分类别与变质等级.....	(64)

第 6 章	结构、组构、劈理和片理	(72)
6.1	概述	(72)
6.2	结 构	(74)
6.3	组构、劈理和片理的类型.....	(77)
6.4	横切岩层的变形组构.....	(85)
6.5	变形组构与褶皱.....	(88)
第 7 章	分散的实体：透镜体、石香肠、眼球体、 假象、脉和伟晶岩	(92)
7.1	石香肠和剪切透镜体.....	(92)
7.2	眼球体，压扁条带和矿物大颗粒.....	(96)
7.3	假 象	(100)
7.4	脉 与 伟 晶 岩	(104)
第 8 章	接触带和反应带	(115)
8.1	火成岩接触带——接触变质晕与交代作用	(115)
8.2	接触带上的反应带与化学变化.....	(119)
第 9 章	断层、糜棱岩和碎裂岩	(126)
9.1	断 层	(126)
9.2	断层和剪切带岩石类型.....	(127)
第10章	附表与索引	(133)
10.1	成分类别及其变质级标志.....	(133)
10.2	矿物.....	(142)
10.3	以矿物为基础的岩石类型命名.....	(152)
10.4	结构与组构记录索引.....	(153)
10.5	岩石特征索引.....	(154)

第 1 章 绪 言

1.1 目的与范围

本书从事于变质岩石和变质地体的描述，基本上用于讨论在野外仅用基础装备（放大镜、地质锤、倾斜仪等）所能观察到的那些变质岩特征的描述问题。此书主要为应届大学毕业生编写的，但是对其它年级大学生、研究生、专业地质工作者或业余爱好者等从事变质岩区的一般性描述工作的人们也有帮助。书中所提供的系统格局，尽管读者的专业兴趣或基础可能有差别，却也能使他们得出有用的、基本相似的描述。本书未提供变质作用的详细的专业性解释。

本书与沉积岩和火成岩的野外描述手册配合成套。因此，它不包括岩石变质前具有的、明显属于沉积岩或火成岩的那些特征，这些特征有时仍能保存在变质岩石之中。在保存有变质前岩石特征的变质岩区工作时，读者必须选定或者只参考本手册，或者参考成套手册。

变质地体可描述的特征有：

- 1 变质前原岩的（虽然可能已变得难以辨认）。
- 2 变质的——与部分矿物的变化有关。
- 3 交代的——包括化学组分的迁移和矿物变化。
- 4 构造的——与岩石的变形作用有关。

由于前三者都必须有显微镜和化学方法来进行专门性研究；故野外对它们作非专门性描述实际上有着一定限制。但

是，野外对构造特征的描述则无多大限制。地质图的填制是基础。本书专辟一章讨论在变质岩地区填图时会遇到的问题。填图技能应参考本书的姊妹篇《基础地质填图》。变质地体构造和变质诸方面之间的定性关系是重要的。本书对处理这一问题给予了指导。变形定量几何学和变形机制超出了非专门性描述范围，这里不予讨论。

1.2 研究变质岩的方法

人们普遍地认为变质岩是最难辨识的岩类，用于变质岩石学室内研究的技术确实使人感到玄秘，显然不能为野外描述提供任何基础。如果我们带着诸如：“这岩石的共生组合是什么？”“它属于什么变质相？”，“它具有花岗变晶结构吗？”等问题去研究岩石露头，就可能在记录簿上什么也记不下来，最后带着为难和缺憾而返。那么，我们怎么办？

首先，我们要放弃深奥的术语。否则，在就矿物方面的证据作综合描述时，关于“相”的问题会促使我们草率地作出假定的解释；还有如“花岗变晶”这样的结构术语会促使我们用文字来表达那些形象的东西，其实对它用图画来表达时更形象化。因此，不要相信这种说法：聪明的办法是对变质作用作解释而无需顾及证据不足，或在描述中使用重要术语，实际上这些术语所表达的资料比非文字的记录更少。本书将不再提到“共生组合”、“变质相”或“花岗变晶”这类术语，用肉眼可定矿物和结构的描述记录来代替它们，并对变质条件作出简单推论。

还有大量的变质岩，其中的矿物与结构并非肉眼可识别，应该描述能看得见的而不必担心那些未识别出的。如果可见的特征具有不同的性质（例如一些脉），这就是应该描述的

(见本书有关脉的章节)。

变质岩描述工作中的真正困难是它的种类相当简单，不能所有的都用同一方法给予描述。于是本书第6章将提出一个替代方案，即按照岩石是细粒的（在10倍放大镜下也无法分辨其颗粒），还是粗粒的（肉眼可看到颗粒）来描述其组成特征。然后考虑可以在各类变质岩中偶尔出现的特征（如假象）。总要适当地自问：“有假象存在吗？”。若有，就描述（见本书假象一节）；若无，就转而考虑别的方面。

很清楚，本书的任务是讨论与变质岩一样具有广泛多样性的岩石特征。本书末有一份索引供读者查找具体的岩石特征。但是，不可避免地，读者必须确定哪些章节与他所研究的岩石有关。

1.3 几个有益的概念

在阐述本书的结构之前，有些术语和处理方法要弄清楚。本书将把“解释”与“记录”，“推论”，“综合”这些概念区别开。一份优秀的变质地体描述并不仅仅体现野外记录，它是通过直接推论（如云母片岩是变质的沉积岩）和综合叙述来组织和编辑这些野外记录的结果。这种综合叙述是对整个变质地体地质，而不仅仅是对岩石的描述，它要说明岩石各方面的特征（成分、构造、变质作用等）以及由此所得出的这些特征的相互关系。要避免进行解释，即要避免把叙述过程当作“解释”过程。记住：一份优秀的描述之所以出色，是由于它是通过地质现象间的相互关系来确定该变质地体的总体形态和地质历史，而不是求助于假定性的成因解释。2.1节概述了在变质地体描述过程中不同阶段的工作。

还要区分关于“什么是岩石”的不同理解。若问及某人

“这是什么岩石？”可能得到有充分根据的回答“是用作路标的石头”。对地质工作者就可能得到象“古红砂岩”或“长石砂岩”这样的答复。这些例子说明，在提及“岩石”一词时，可能指一个物体或一类特殊岩石，或一种材料。在必要之处，本书将分别用岩石、岩石单位、岩石类型来区分这些概念。从不同角度进行岩石命名时，这种区分就显得特别重要。关于岩石命名在2.3节将进一步加以阐述。

最后要提到“出露”和“露头”的区分，虽然这两个词常常作为同义词使用，但有时还是要给予两个确切的定义。一个具体的岩石单位在地面出现的地方，可严格地称为该岩石单位的出露，即使它完全被土壤、沉积物、植被或滞流水等所复盖。出露的岩石未被任何上覆物所掩盖的那一部分是看得见的，即是该岩石的露头。

1.4 本书的内容安排

从目录可以看出本书的安排，就象对变质地体的描述一样，是从一般到特殊。开始是讨论如何研究一个变质地体（第1—3章），继而依次讨论变质岩不同的野外特征（第4—9章），最后是一些表格和索引，可供野外工作时参考（第10章）。

第1章是介绍性的，而几个表可能例外，如果本书有一段时间未用，那么第1章也许只要读读这几个表就够了。野外工作开始阶段，表1.1也许能提醒读者注意本书同工作区内特有的岩石类型相对应的有关章节。这些章节一开头就介绍了具体特征，这是这一阶段应该阅读的。野外工作中，第10章的索引可能对查阅有关章节更为有用。在这些章节中都有“在野外”一项，对于应记录些什么都给予具体的指导。

第2章（题目是“基础知识”）涉及三个不同的课题，

表 1.1 与具体变质地体类型有关的章节

变质地体类型	岩石单位和带 状构造的确定 与描述 (3章 和4章)	主要岩石类型 命名时的主要 特征 (5.3节)	结构、组 构和可裂 性	涉及章节
板 岩 带	沉积的 (和火 成的) 特征	细粒的: 物理性 质 (5.3.3节) 粗粒的: 变质前 的矿物 (5.3.2 节)	6.3—6.5节	7.1, 7.2, 7.4节
结晶质地块: 火成岩 {片岩和片麻岩} {断层/糜棱岩带}	火成特征 如下	火成岩的成份 如下	火成结构 如下	7.3和7.4节 如下
区域性片岩和 片麻岩	变质岩类型及 其组合 (加上原 岩的结构和构造 残余) 4—7章	变质矿物 (5.3. 1节) 原岩的残存矿物 (5.3.2节) 加上眼球体名称 或原岩结构名称	6.1—6.5节	7.1—7.4节
混合岩见2.3.2节	岩石类型组合 包括变质的与火 成的岩石类型, 构造和各类型及 比例。4—8章	按习用的火成 矿物或变质矿物 (5.3.1节)	6.1—6.5节	7.1—7.4节
角岩见8.1节	变质前的特征 及接触变质晕带 8.1节	物理性质 (5. 3.3节); 加变质 前岩石类型, 加 上任何可见到的 变质矿物	6.2节	7.3和7.4节
反应带与交代带 见第8章	分带和变质前 的岩石单位, 8章	变质矿物 (5. 3.1节)	6.1—6.3节	—

续表

变质地体类型	岩石单位和带状构造的确定与描述 (3章和4章)	主要岩石类型命名时的主要特征 (5.3节)	结构、构造和可裂性	涉及章节
断层岩石和糜棱岩 见第9章	断层岩石类型、性质、原岩及比例。9.2节	如表9.1, 加上任何可分辨的矿物、残留物、物理性质	6.1—6.5节	7.1—7.4节

其实每节都可单独成为一章。此章的共同特点是需要多动脑子思考。这些分节所提出的, 也许会澄清在变质岩区的整个野外工作过程中的一些看法和概念。第2章有点难, 阅读时切忌匆忙, 可利用象野外旅行的机会, 或利用因气候而停止野外工作的时间再次阅读。

尽管第3章(变质岩填图)的处理也许有雷同处, 但也包含了在野外更有直接用途的具体指导(如关于记录本和照片), 尤其是野外工作的最初几天。

在关于岩石特征的几章里, 第5章和第6章讨论的是岩石描述工作的核心问题——矿物, 岩石类型、结构及有关的性质——它们适用于所有变质岩。第7章研究的对象是出现于某些变质岩中的眼球体和脉等。第8章和第9章讨论岩石变化的多种形式, 这些变化可能与岩浆活动、接触带或构造活动带相伴生。按此顺序, 当讨论到某个特征时, 对它的来龙去脉就可以用前面讨论过的特殊术语来描述。因此, 这是研究和描述变质地体的适宜顺序。

1.5 进一步的阅读

读者可能希望进行进一步的阅读或者将对野外地区地质

表 1.2 参考读物

A 节 专 题	参 书
填图	J. W. Barnes, 《基础地质填图》, 伦敦地质学会手册, 欧彭大学出版社1931, 1982
沉积岩	M. F. Tucker, 《沉积岩的野外描述》, 同上
地层学方法	C. H. Holland等, 《地层学方法入门》, 伦敦地质学会专报, 第11期, 1978
变质作用等级	H. G. F. Winker, 《变质岩成因》, 第五版, 斯普林格—韦奈格出版公司, 1979
断层岩石	R. H. Sibson, 《断层岩石与断裂机制》伦敦地质学会, 杂志第133期 (1977), P 191—213
假玄武玻璃	J. Grocott, 《假玄武玻璃生成带的断裂几何学》, 构造地质杂志, 第3期 (1981), P 169—178
B 节	
	R. Thorpe, 《火成岩的野外描述》伦敦地质学会手册, 欧彭大学出版社
	B. E. Hobbs等《构造地质学纲要》, 约翰·怀利, 1976
	J. G. Ramsay和M. Huber《当代构造地质学方法》阿克德米克出版社, (即将出版)

学的各个方面进行深入研究。为了方便读者, 本书对许多论题的处理方式是与一些特定出版物一致的。这些出版物列于表1.2的A节中。

选了三本可能对读者有益的出版物列于表1.2的B节中。在详细的构造关系方面, Hobbs等人对变形组构的处理方式与我们有些相似。建议打算对构造作深入研究的读者参考Ramsay和Huber的著作。对火成岩的野外描述可参见本书的姊妹篇。

第 2 章 基础知识

2.1 工作阶段

2.1.1 野外工作的准备

检查:

1 有能安全地生活、填图和描述岩石的野外必要装备。

2 必要时,作事先安排,从健康状况,后勤工作、法律手续和同地方当局打交道等方面保证能顺利进入野外工作区。

3 填图用的底图或航片的内容、版本和比例尺要适当。

根据工作区内要出现的岩石类型(许多变质岩区,三大岩类都有出露)阅读这套关于填图和三大岩类野外描述的系列手册。

关于岩石名称,倾向、倾角的记录,位置(例如座标),单位(如只能用国际单位——SI),素描图或照片的比例尺(如用一个米尺,而不要用地质锤、镜头盖或硬币作参照物),地质图的颜色和符号,当地地名的写法(在不止一种语言文字的地区工作时)以及样品的标鉴写法等,有一些习用规定(由任务的性质、室内设计书或这套手册所决定),要遵守这些惯例。

如果是初次接触变质地体的描述,同时有时间的话,可尝试对具有某些特征、特别是本书讨论过的特征的少量岩石露头作一番描述,这能使人了解哪些工作容易,哪些工作困

难，从而可能对野外工作时间安排有帮助。

2.1.2 踏勘

如果工作区范围和地理条件允许，应步行（或驱车或骑马）踏勘全区，最好在高处尽可能地看到全区景貌。记下由于地形或植被的影响而难于通行的地方，主要的天然障碍（如河流、峭壁）以及进入本区各处的主要道路。

还要标出将进行工作的变质体边界，记下区内出露的不同岩石类型的大致布局，记下每种岩石类型露头的范围和形式（河沟溪谷、丘顶巉崖、河床）以及这些良好露头是否展示了有用的地质信息（矿物、结构、构造、脉等）。

记下可能确定填图单位的特征（3.2.1节）；记下便于描述的岩石单位的大小，看它是否能与用于填图的建造单位（或它们的一部分，或它们的一组）正好符合（3.2.5节）。

对于地质专门训练期的，或本类手册的一般讲授中未讨论过的极其特殊的，或局部出现的然而可能有用的现象，要列表表示。颜色、节理、风化类型和植被的发育程度可能与岩石类型有密切关系（但也可能因地而变，表明与地形有关）。

记下可能是难点的任何矿物、空间关系等，并对之试行分类。在进行野外工作规划安排时，要考虑这些需要额外的时间加以研究。

同样要记下非地质工作的事情，如道路、公共交通、食宿点、便餐等等。在确定野外工作如何进行方面，这些同样是很重要的。

2.1.3 编制工作时间表

一份好的地质描述并不要求把时间均等地花在相同地理条件地区或相同岩石露头地区。甚至倾全力于具有最丰富地

质信息的露头时,也不一定能作出完整的描述。花些时间去研究地质信息贫乏的岩石也许必要。应尽早地确定哪些地方值得花费时间,特别是那些显示关键联系的地点。这有利于找出及显示区域上的相互关系,有利于区域性综合分析。它们可能包括如下内容:

- 1 空间关系,例如哪个岩石单位沿接触线切割哪一个岩石单位;或褶皱枢纽内变质组构的方向。

- 2 成分或变质级总的渐变出现不一致性的证据。

- 3 可能为变质前不整合或火成接触现象的证据。

- 4 相对未变质或未变形的透镜体内所存在的变质前(或更早)的矿物,或变质前的定向组构的证据。

- 5 变质前构造的存在,例如沉积构造,尤其是层理或条带。

- 6 两建造之间矿物成分的突变。

可是仍不要忽视描述单个岩石类型。如果不将所有岩石的描述记录联系起来,讨论地质体的相互关系只是在浪费时间。还应记住,呈层状或带状的岩石序列可能包含着层状构造的特性(旋迴变化、构造重复或倒转等)。只有花时间去做了工作之后,例如编制柱状图表后,才会弄明白。

因此,总结起来,应包括于工作时间内任务有:

- 1 勘查全区,完成全区的填图,并划分出适当的分区。

- 2 描述记录显示有许多详细地质现象的具体露头。

- 3 记录并显示可能的关键性位置的特征。

- 4 归纳出层状岩石序列的总体特征。

- 5 检查全部接触带、地质界限和断层,并记录它们在空间上的相互关系。

- 6 考虑到地质的或非地质的意外困难可能发生,要留

有一点机动时间。

这些工作时间安排取决于整个工作期限、工作区的面积和岩石露头的清楚程度。

如果有充裕的，比如说一周以上的时间来逐日研究一个分区，那么，对每一研究起点相同的分区，时间安排上可以分成大致相等的三个阶段：常规填图和记录，对填图时未作详细工作的复杂露头、层状岩石序列和接触带进行重点研究；记录选定的关键位置和所得到的关于各种地质体相互关系的实例（柱状图表、岩石结构、网格素描图等）作为最后工作报告中说明问题的根据。高等学校专业训练通常包括这些内容。

如果由于时间不足或路程艰难，不能重返任何露头作多次工作而必须向一分区转移时（通常就是这样的），那么，处理办法就完全不同了。在弄清是否值得做均等研究工作之前，应将时间大致平均分于每个建造、每条穿越线或每一工作分区（保留一定的机动时间）。然后，在每份时间内，再按上边提到的任务进一步划分时间。

在极个别情况下（确会发生这种情况），要花时间去找少而分散的露头，那么，每个露头都要作为特殊情况对待，要记录每个细节。

2.1.4 填图和野外记录

野外基本工作主要是从一个岩石露头走向另一个岩石露头，逐个地确定其岩石类型并找出它们反映的地质意义。这就是工作开始阶段的主要工作，甚至工作临近尾声它还要占大部分时间。记录内容有以下几项，其着重点经常不同：

- 1 填图。
- 2 描述岩石的详细特征并绘制素描。

3 描述接触带、断层和断裂带的细节并作素描。

填图要求沿标志线等追索接触界线。描述工作要求记录接触界线间和标志层（线）间的建造。这两项工作是互为补充的。确定标志层的独特性和意义的唯一方法是研究其所在的建造。另一方面，每一接触界线都代表它所分隔的两建造间某种性质的联系。当你不断交换填图和描述时，你就会发现并解答工作区内的地质问题。

记录岩石特征细节时，容易抓住一个细节而忘记另一细节，特别是对变质岩。因为变质岩具有多方面的变化。本手册内10.5节为岩石特征的索引。本书按此索引顺序，对岩石特征加以讨论。在每个大露头或露头群上开始工作，以及离开它之前，浏览一下该索引是有帮助的。

作了几天常规野外工作之后，应回顾一下已完成的工作，这一回顾有几个好处，你也许得力野外工作规定一下进度表；需要对已表达在描述中的地质现象的认识作一番评价；也许得对现有的野外记录作补充并安排下一步工作。

2.1.5 描述建造

适宜于最终报告里引用的对单个岩石的描述，应即时进行并记录在野外记录本上（记在记录本的其它页内，以免和野外其它记录相混淆）。此种临时性描述也许以后需要改动，但是根据野外记录本上已有的记录及所获得的新证据，是能够作出这种描述的。

除了填图与记录之外，还有五项工作。在认定工作区某具体部分的野外工作已完成之前，这五项任务还必须进行：

- 1 岩石单位的描述（包括简要素描图）。
- 2 接触带和断层的描述（包括简要素描图）。
- 3 有代表性的定向标本的选择（分别代表极端的、独