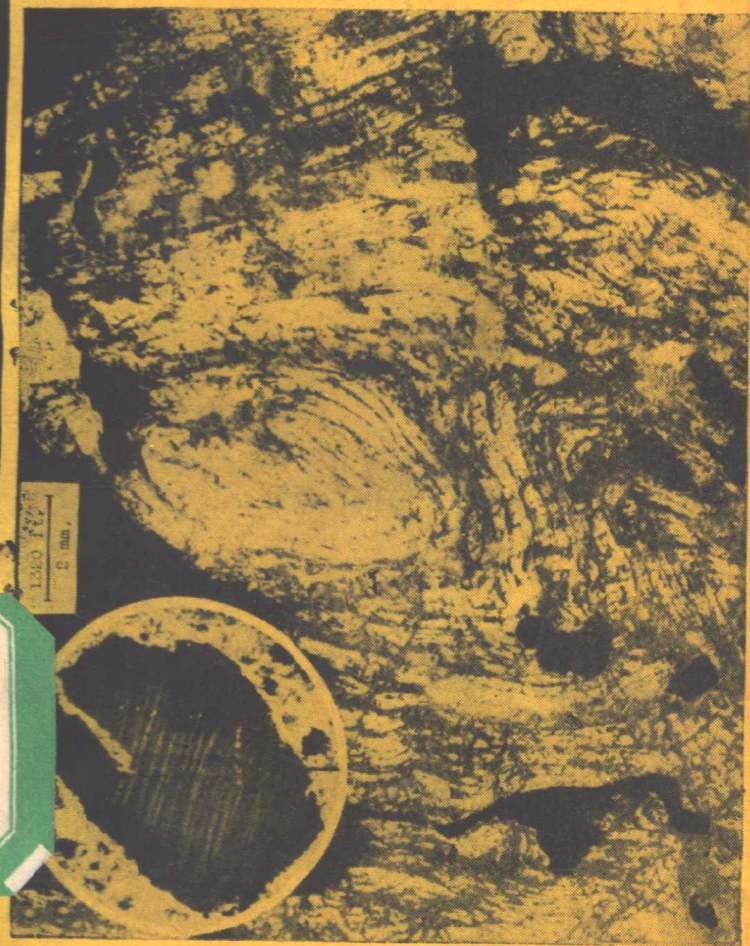


岩组学

H · W · 菲尔斑 著



地质出版社

岩 组 学

H.W.菲尔班 著

何作霖 编译

杨 珊 整理

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本书共有廿三章，按其内容分为三大部分：第一部分（一—八章）介绍了岩组学的一些基本概念、矿物方位类型和定向机理以及人工变形实验等；第二部分（九—十三章）着重介绍了岩组的应用和解释，包括矿物方位的发生、s面的发展、转动与相对移动、构造岩的重结晶以及褶皱作用、岩石流动假说等；第三部分（十九—二十三章）介绍了岩组分析及有关技术，除介绍旋转法外还介绍了X射线法，最后二章介绍了有关的数理统计方法。本书可供从事岩组工作者参考。

岩 组 学

H.W.菲尔班 著

何作霖 编译

杨 珊 整理

地质部书刊编辑室编辑

责任编辑 李鄂荣

地质出版社出版

（北京西四）

顺义印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 印张：11 字数：280,000

1981年11月北京第一版·1981年11月北京第一次印刷

印数1—5,580册·定价2.00元

统一书号：15038·新708



加拿大耶 洛奈夫群 (Yellowknife group)
云母结晶片岩褶皱的航空照片。图内小图是具有
页理的石英的显微照像,是采自密执安州marque-
tte的阿基比克组石英岩中。它们分别表示 野外和
室内所见到的构造景象。

(加拿大皇家空军摄)

ABA93/2

序 言

本书为何作霖教授的遗译作品。何作霖教授是我国开展岩组学研究的先驱，特别是他应用X—射线法以制作岩组图，不但在国内为首创，在世界上也被誉为首先获得成功者之一（1946）。他治学作风严谨，又富有独创精神，值得我们后人学习。为了大力推动岩组学在我国的开展，他生前不仅发表了极有价值的著作和论文，又开展教学活动以培养人才，编译本书也可作为他致力于此项工作的佐证。

本书原著《变形岩石的构造岩石学》(Structural Petrology of Deformed Rock) 是菲尔斑 (H.W.Fairbairn) 在本世纪四十年代的著作，是当时用英语编写的岩组学书籍中最完整最系统的一本。鉴于我国近年来有越来越多的地质工作者对地质构造进行应力场的分析发生兴趣，对构造岩岩组的技术方法、应用和理论也日趋重视，而联系我国地质实际编写的岩组学书籍尚未问世，有关此内容的译著也只有三本，因此当前出版本译著仍有其实用价值，尤其是何作霖教授以较高的理论修养及丰富的实践经验对本书内容作了多处补充及修正，使本书内容更加充实和完善。

原著共分三个部分。第一部分的重点是变质岩岩组学的一些基本概念，某些矿物的方位类型和定向机理以及矿物和岩石的人工变形实验。第二部分涉及的内容是岩组的应用和解释，诸如某些矿物形成方位的假说或解释、S面的发展、重结晶作用、褶曲作用、岩石流动、构造运移以及页理和线理（线条）的理论、假说或解释。此外还有一章专门介绍岩组分析的应用。第三部分介绍了制作岩组图的野外和室内方法、技术和步骤，除传统的转旋

台方法外，还概略地介绍了X—射线法。

本书系何先生生前所译的最后一部手稿，为了保存译者的风格，整理者与编者对文字及部分术语都未加修饰和更动，希读者见谅。

池际尚

一九八〇年九月五日

译者序言

岩组学是奥国因斯布鲁克大学岩矿教授 Sander 于 1930 年发表的，这是由研究岩石组构的排列借以推求它在建造时的环境。一切事物的发展或生长总与它的环境有密切关系。

岩浆侵入体在漫长的时间里冷凝固结，由于温度，压力以及物质成分的变化发生分异作用，诱导起大规模的岩浆移动；或是由于外界岩石的接触发生混熔，交代，浸染等作用，使局部岩浆发生急剧的迁移。因此矿物成分以及岩石的结构必然有优选方位可寻。优选方位可以说明物质由何处移来或是向何处流去，对于解释矿床的成因或分布规律起不少的帮助作用。至于岩浆喷出地表，泻流成层，由矿物组分的排列更可推定它的流动方向和确定它的喷火口。

砾岩、砂岩以及页岩是由流水搬运和沉积而成的，在同一地层内颗粒粗细固然可以表示迁运方向，但应用岩组分析更可确定流水的方向，缓急和涡流等。岩组分析不仅应用于坚固的岩石，而且松散沉积物如黄土、海滨砂砾，经一定胶结，同样可以鉴定颗粒的排列方向。

岩石经受应力之后，在软化点之前应力撤除，岩石恢复原状，常不留有痕迹。但达到软化点时，岩石开始破碎，发生节理，由节理的性质及方位常能分析出应力的来源和分布。如应力在漫长的时间里进行，或是应力与温度相辅而行时，岩石粘滞性变得很微弱，岩石发生流变，造成片理结构，并且矿物重结晶，都可使矿物组分发生优选方向，这都是表示动力的绝好标准。有时岩石经受几次应力，如果前次应力所留下的印烙未被后来的应力摧毁，要区别和鉴定这几次应力的来源时，除了用岩组分析以外，到现在还不知有其它更好的方法。岩组学是研究构造地质学有力的辅助学科，这已为一般学者所公认。

近来更有用岩组学的方法研究水文地质、工程地质、矿田构

造、冰川流动、矽化作用进展的机理方式以及石英依附生长的方式等。总之，一切物质的形成，都要经过一个建造阶段，或是机械的，或是化学的，或是机械与化学相辅进行的。物质组分的安排必然地随其建造时的环境而改变，或是有方向性或是无方向性。岩石上和土层上所留下的印迹无一不是表示建造时或建造后所经历的过程。

本书内容系专对变质岩讨论其岩组类型及其推理。因为变质岩是火成岩或沉积岩经过强烈的应力作用或是应力与热力相辅而行才完成的。所以变质岩生成时经过的环境变迁是最复杂的，由岩组类型推求它的应力分布和方位也是相当艰巨的，变质岩的岩组分析和理论如能掌握，其它的沉积岩，火成岩，地质构造，矿田构造以及水文地质、工程地质等都易于应用。这也是Sander第一部岩组学的主要内容，现在外文译著也都是以变质岩为岩组学的主体。

我国自1935年初次试用于火成岩分析，以后在沉积岩、砾石、矿床地质、构造地质、水文地质、工程地质方面都有应用，研究岩组学者逐年增加。学校有设岩组学专题者，科研部门有设实验岩组学者，解放以来岩组学的发展大有一日千里之势。本书编译目的为便于学者选读，仅供参考。

早时岩组分析只限于透明矿物，晶粒的大小能以目力可分别者或在显微镜下可察见者才能用弗氏旋转台测量，更细小的晶粒如纤维状，鳞片状，隐晶质都无法研究其优选方位。至于不透明矿物更难从事分析。自1947年X射线照像法加以改进之后，不论隐晶质，鳞纤质或不透明矿物都可作岩组分析，从而扩大了岩组研究的领域，加速了研究工作的进度并提高了精密度。近来更利用X射线计数管衍射仪，自动测验，工作时间大大减少。早先用旋转台需要两天才能测完300—400晶粒者，现在用X射线衍射仪只需要两小时即可完成，而且为自动记录，不需要守株注视。

为易于掌握岩组学的测验和理论，最好略具地质构造的基础，岩石学原理，光性矿物的理论，赤平极射投影的图解和X射线基本知识。至于岩组参考文献则有：

- Sander, B. Gefügekunde der Gesteine 1930.
Sander, B. Einführung in die Gefügekunde der Geologischen Körper I 1948. II. 1950.
Schmidt, W. Tektonik und Verformungslehre 1932
Knopf, E.B. and Ingerson, E. Structural Petrology 1938.
Fairbairn H. W. Structural petrology of deformed rocks 1949.
Елисеев, Н. А. Структурная Петрология 1953.
中译本: 构造岩石学第二册.
Niggli, P. Gesteine und mineralagerstätten I 1948.
中译本: 岩石和矿床学. 第二部第四章. 组构.
Turner, F. J. and Weiss, L. E. Structural analysis of Metamorphic tectonites 1963.

最后关于本书译名问题。英语和俄语著者都译为构造岩石学, 但Sander原书是“岩石组构学”, 简称为“岩组学”。因为岩组学只是构造岩石学的一部分, 称为构造岩石学不甚适合。而岩组学是我国几十年来早已熟悉的名词, 一望即知其为一种新学科, 可以独立发展。

本书第二十二章第二十三章是关于数理统计方法, 对于判断岩组图是否为均质性有了数理的依据。这部分为孙惠文所译。

原书是1949年再版的, 自此以后岩组学新的文献很多, 方法与理论也有相当多的增加, 尤其在X射线岩组学上发展更多。译者特在X射线方面简单地摘录了一些, 以供读者了解岩组学的发展概况。译文浅陋, 不妥之处不少, 希读者提出宝贵意见, 以备修改。

何作霖

第一版序言（摘录）

这书是几年前在奥地利的茵斯布鲁克城(Innsbruck, Austria)大学研究岩组开始,后在加拿大奎恩大学(Queen's University, Canada)和在美国马萨诸塞理工学院继续进行的。先前曾有两本复写稿“岩组分析介绍(1935),和“构造岩石学”(1937)都是在奎恩大学时作成的。内容排列尽量将每一问题的实际与推理分别清楚。大部分内容都见于文献,可是有若干结果和推理是第一次在此拟定的。无可讳言的是: Sander, Schmidt和他们的欧洲学生已经作了不可数计的开路工作,给后来研究者以推动力量和精密的工作标准。

为避免误解,应当坦白的说,这本书并不是初步的工作,也不是为从事于岩组工作者供给了全部实验和理论的基础。在熟习了普通构造问题之外,若干岩石知识,晶体光性和地貌学也是需要的。地貌学家习惯在野外作出决定,对于近代室内实验工作常不去摸索,对此方法的重要性常低估它的价值。而岩石学者习惯于室内工作方法,又常因缺少野外经验而停止不前,对于室内实验记载的推理上有赖构造的特征又常常不大注意。所以由这些观点来说,本书并不能包括各方面的叙述,这是不能令人完全满意的。这也是任何一种尖端科学通常所遭遇的不幸,尖端科学家对于自己获得的结果虽然有趣味,但对知识的沟通不甚习惯,尤其是岩组学者在讨论地质的关系时更是如此。记录的总结与野外构造的报导,结晶学和岩石描述等等没有实践意义。除有少数人注意到构造岩石学的发展,大多数读者是没有条理地读这本书,因此常常感到困难。但时间可以战胜障碍,既有勉强读至九十九页的忍耐,百页就可克服。

本书有丰富的文献材料,但岩组学仍然处在解释阶段,随时

需要详细的参考补充。同时若仅是支持自己意见的说法而描写成为不可调协的事实，也是错误的。

好多个人的和团体的文献直接或间接地也选入本书内。通过威斯康星大学Leith和Mead两教授的帮助，我才得以直接讨论很多的构造问题。我感谢哈佛大学Larsen教授的指导，对岩组学才特加注意。Larsen教授对欧洲地质文献是博学的，唤起了我对矿物方位研究的兴趣。加拿大皇家学会的奖金委员会给了我一种勇气，才有在奥国和德国继续两年的研究机会。在茵斯布鲁克(Innsbruck)时Sander教授的全心指导，和他的同伴的帮助，在开辟研究的道路上都是极其宝贵的。更有一些工作是在哥廷根(Göttingen)戈尔德施米特研究室内，和柏林的沙老顿布尔格(Berlin-Charlottenburg)与WalterSchmidt研究室作的。在奎恩大学一年工作，给予经费上的支援，也是应当感谢的。

1941.10.20.

H.W.F.

第二版 序 言

自从第一版发行之后，约有六十篇关于构造岩石方面的文章已经出版了，因此需要补充。再者第一版于1942年已售完，所以新版是需要的。新版在内容组织上的事实、假说和方法仍然与第一版相同，但在每节内都有相当大的调整。新的东西有：橄榄石的方位记载，石英页理(lamellae)的新近工作，变形鲕石和卵石在量的方面的处理，显微裂隙和复杂的S面的实例，组构单元的转动与有关运动的总结，新近区域岩组的研究，以及构造运移等。此外又增加了线条构造(lineation)野外鉴定的技术，石英方位的干涉图鉴定法，X射线反射法和胶片移动法的X射线岩组。

有两章数理统计法应用于岩组分析，这是由地球物理实验室的Felix Chayes博士所写。他的序言译注如下：

“组构图的统计分析一章只是作为对学者的介绍，并不是这一学科的专门讨论。若干读者对统计的步骤不大熟习，对很多定义和解释以及每一个讨论纲要又没有其他的参考，所以在这本岩组学内，初级统计学的全部叙述既是不可能的，也是不想作的，有兴趣的读者，可以参考些初级统计学。名词和符号为适合于此处已经加以调整，仅仅这两章简而短的文字不能算是完全的和标准的”

新版与第一版相似，大部分仍然是参考性的，对于研究者较合适。现在还不大可能写一本教科书。与岩组分析有关的一些近代构造地质教科书，如Billings和Hills的著作应当参考。Ingerson的“Why Petrofabrics”一文是很好的介绍。同时用英文出版的Cloos所著“线条构造”(Lineation)，Turner所著“变质岩的发展(Evolution of the Metamorphic Rocks)”，和Knopf and Ingerson著“构造岩石学(Structural Petrology)”

与本书的领域都有部分相同。以上都对本书的修正有很大的帮助。

1949.2.14.

H.W.F.

目 录

第一部分 组构和实验

第一章 引言	1
组构类型	2
方位类型	4
构造岩及其有关的概念	4
对称	6
第二章 矿物的方位类型	8
石英	8
云母	20
绿泥石	23
硬绿泥石	24
方解石	24
白云石	28
石膏	32
硬石膏	32
橄榄石	33
长石	37
角闪石	37
辉石	38
萤石	38
石盐	38
重结晶构造岩与未重结晶构造岩的比较	38
重结晶构造岩与模拟结晶构造岩的关系	40
在同一构造岩内不同矿物的方位	42
第三章 混合单元的方位	48
变质前的单元	48

变质期的单元	51
第四章 与s面有关的方位	57
未破裂的s面	57
破裂的s面 (裂纹)	64
第五章 褶皱与晶粒方位的关系	71
第六章 变形实验	77
引言	77
变形类型	79
第七章 可逆流动与破裂	88
弹性变形	88
破裂与破碎	89
第八章 不可逆的流动和重结晶作用	95
滑移流动	95
退火重结晶作用	108
假粘流 (荷载重结晶)	110

第二部分 解释和应用

第九章 石英方位的发生	115
破裂假说	115
根据页理而定的平移假说	122
与页理无关的平移假说	129
晶格方位的假说	130
三维方位 (形体方位)	131
结论	132
第十章 其他矿物方位的发生	133
方解石	133
白云石	137
云母	140
石英-云母-碳酸盐类方位的关系	143
橄榄石	144
斜长石和角闪石	147
石盐	147

第十一章	s面的发展	149
	未破裂的s面	149
	显微裂纹	153
第十二章	转动与相对移动	157
	各种组构单元的证据	157
	s面的证据	159
第十三章	构造岩的重结晶作用	162
	分析记录与实验记录的对比	162
	片理岩的重结晶作用	164
	重结晶作用的理论	165
	重结晶作用与模拟结晶作用	169
第十四章	褶皱与褶皱作用	171
	分类	171
	推理	174
	弯曲褶皱与交叉线条构造在时期上的关系	178
第十五章	岩组分析的应用	180
	野外地质	180
	其他方面的应用	194
第十六章	岩石流动的假说	198
	固态流动	198
	液态流动	212
第十七章	构造运移	214
	有限运移	214
	无限运移	216
	褶皱轴与运移方向的关系	221
	物体的延伸与运移方向的关系	222
	张裂隙与运移方向的关系	228
	交叉环带与运移方向的关系	229
	火成岩内构造运移与颗粒方位的关系	230
第十八章	关于片理和线条构造的说明	234
	有关片理和线条构造理论的发展	234
	轴面片理	238

第三部分 岩组分析及有关的技术

第十九章 野外调查和标本采集	241
标本的选择和标记	241
野外量度	242
标本定位	247
岩组分析前的准备	248
第二十章 显微镜和X射线的研究方法	252
普通光线下的检查	252
显微镜下的检查(不用旋转台)	253
旋转台方法	257
X射线法	268
第二十一章 记录的表示	276
光学记录的投影	276
密度图的绘制	286
误差的来源	291
X射线记录的投影	291
第二十二章 二维组构图的统计分析	296
第二十三章 三维组构图的统计分析	307
参考文献	325