

断裂构造岩带的划分

孙 岩 韩克从

科学出版社

断裂构造岩带的划分

孙 岩 韩克从 著

W77/14



北林图 A00069700



科学出版社

1985

内 容 简 介

本书是运用地质力学的观点和方法研究断裂构造岩与地质构造的经验总结。全书共分八章。除前言及绪论外,第一章叙述构造断裂岩的分类命名,第二章论述断裂带中的显观构造,第三、四、五章分别讨论压性断裂构造岩带的划分,压性断裂带中的混杂磨砾岩带,以及压性断裂力学性质的转化,第六章系统论述了扭性和张性断裂构造岩带的性质,第七章专门讲各种断裂带的显观构造型式,而第八章则论述断裂构造岩带划分的地质意义。

全书章节首尾联贯,内容充实,取材新颖,层次严谨。可供从事构造地质、地质力学、岩石学、工程地质、矿山地质和地震地质等科研、生产、教学人员参考。

断裂构造岩带的划分

孙 岩 韩克从 著
责任编辑 李祺方

科学出版社出版
北京朝阳门内大街137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

*

1985年1月第一版	开本:787×1092 1/16
1985年1月第一次印刷	印张:10 3/4 插页:5
印数:0001—4,200	字数:242,000

统一书号:13031·2800
本社书号:3841·13—14

定价:3.00元

序

断裂构造岩带的划分一书,是南京大学地质系教师孙岩同志与韩克从* 同志的近著,将由科学出版社出版,不久可与广大读者见面。现在拟就个人的认识和体会所得,把本书的要点和特色作一概略的介绍。

本书是运用地质力学的观点和方法,研究断裂构造岩与地质构造的经验总结。是独具特点的新书,是作者们的处女作。全书共分八章,约计二十万字,插图约 240 幅。除前言及诸论外,第一章叙述构造岩的分类命名;第二章讲断裂带中的显观构造;第三章第四章及第五章以整整三章的篇幅,分别讨论压性断裂构造岩带的划分,压性断裂带中的混杂磨砾岩带,以及压性断裂力学性质之转化;可见作者是十分重视压性构造的意义的,在书中给予了应有的分量。关于扭性和张性断裂构造岩带的性质,也分别在第六章作了系统的论述;而第七章则专讲各种断裂带的显观构造型式;第八章论述断裂构造岩带划分的地质意义。全书章节首尾联贯,几乎是一气呵成,内容充实,取材新颖,层次严谨,这说明作者的思路已自成系统,斐然成一家之言,实践经验之产物,本来如此,散发着新鲜的气息,充沛着实事求是的创见精神。

大家都知道,李四光教授倡导的地质力学,在方法上是分为七个步骤的,其中第一个步骤就是鉴定每一种构造形迹或构造单元(结构要素)的力学性质。一般有五种类型的结构面,而各项结构面的鉴定,主要依靠野外的观察,但有时也需要从岩组和矿物的分析来提供佐证。李四光教授历来认为:不论断裂的深浅、大小,地质力学要求查明它们的性质,如压性,张性和扭(剪)性以及压扭性和张扭性等。直到现在,野外地质仍然是许多地质工作者所经常重视的,认为是取得主要成果的必经之路,“不入虎穴,焉得虎子”,这是许多人时常铭记心头的一句谚语,决不应因为是技术发达的时代,对于基本精神的发扬和基本方法的应用而有所忽略。关于断裂构造类型的鉴定,主要还是依靠结构面或构造带显示的形态特征的差别来决定的。压性结构面有六条特征,张性结构面有五条特征,而扭性结构面有七条特征,这些,地质力学概论中早已经讲到,当然,不同地区,不同岩性,不同构造体系中,即同属一种力学性质的断裂带,其形态特征也不是千篇一律的,而常有不同的表现。孙岩同志正是带着断裂构造岩分带的初步总结,深入到许多省、区,特别是华东区,与南京大学地质系学生,与有关科研机构合作,采用专题协作方式,深入到区域地质、矿山地质的现场去接触具体问题,了解情况,收集第一手材料。在事物的发生过程中,如实地反映事物演变的情况。就是说,将构造岩带按组成成份的属性,将其划分为若干段落,若干细节。换言之,划分不同的构造型式和不同的构造岩带,当然是在一定的区域地质基础之上,在一定的构造体系的基础上。这样就把不同断裂不同构造部位的构造岩带分析比较。就把构造岩和所处的构造环境、边界条件和受力情况广泛联系起来,从断裂构造岩的分布和展布,其发生发展的过程中,探讨内在的规律性。

* 韩克从同志在江苏省地质四队地质科工作。

划分构造岩带,并广泛应用和进行系统的总结,首先对压性构造岩带,接着又对扭性的张性的构造岩带进行了野外和室内观察,并逐步取得了系统的认识,扩大了眼界,加深了对不同力学性质断裂的理解,深入到构造体系的认识。所以孙岩同志在字里行间表达了自己的工作情绪。“至此我们就抓住事物的本质、事物的全体、事物的内部联系了”。“破裂结构面的分带轮廓,地表和井下是一样的,并且不仅在一个地区,就是在不同的地区,以致不同的岩性、不同的构造体系中的破裂结构面都看到了这种分带现象。确实到了一定的时候,人们就惊奇地发现,从前没有看到的東西,现在到处都露出自己的痕迹。”

关于断裂构造岩带分带的研究,还有许多新的工作可做,书中已经谈到,作为一个地质力学工作者,我个人也愿意重复说一点看法,供有关同志参考。第一,今后多注意结合工程地质、矿山地质和地震地质的工作,通过这些工作,进一步探索断裂构造岩的岩性与物性的研究,第二,有重点地开展地球物理方法的研究,特别在掩盖区及海陆交界区,采取由已知到未知的方法步骤进行探索,如所谓正断层及下降盘等等,第三,进行显观构造测量的方法,必要和可能时,试作一些粒组分析工作,以取得经验。

吴磊伯

前 言

断裂构造岩的研究已有上百年的历史了,而断裂构造岩带划分的工作,自六十年代起由于它在勘探实践和理论研究上的重要性,才越来越引起广大地质工作者的重视。笔者在学习前人成果的基础上,就这方面工作所获得的一些资料,进行了概要的总结,不待说,这仅仅是初步的。

随着野外调查和室内测试工作的深入开展,构造岩石学研究的课题,已从岩石组构的观察,扩展到应力矿物、动力变质、动热变质、显观构造、断裂机制、流变机理、成矿机构以及构造地球化学等广泛的领域。这本册子仅涉及到所谓的动力变质岩和显观构造两个方面,还有许多方面尚在探讨之中。现就得出的肤浅见解,聊作引玉之砖。

本书材料,除笔者历年在野外调查积累外,是在同所在的工作单位南京大学地质系、江苏地质四队以及有关的地质部门广大师生和同志们进行教学、科研和生产过程中共同收集的。

在撰写过程中,承蒙徐克勤、郭令智、张祖还、孙鼎、王德滋、俞剑华、施央申、俞鸿年教授等诸位老师和吴磊伯先生,以及中国地质科学院地质力学研究所、北京大学地质系、桂林冶金地质学院、成都地质学院等单位,许多热心从事断裂构造岩研究的同志们的关怀指导、审阅稿件,并提出宝贵意见,谨此一并致以衷心的感谢!

本书是在笔者工作单位党政领导的关怀鼓励、同志们热情支持和实验室的大力协助下,才得以完成的,是集体劳动的成果。诚然,由于笔者水平所限,文中论述不尽全面,错误缺点在所难免,敬希读者批评指教。

孙 岩
韩 克 从

目 录

序

前言

绪论.....	1
第一章 断裂构造岩的分类命名.....	4
第二章 断裂带中的显观构造简述.....	22
第三章 压性断裂构造岩带的划分.....	49
第四章 压性断裂带中的混杂磨砾岩带.....	79
第五章 压性断裂力学性质之转化及其对构造岩带的影响.....	92
第六章 扭性和张性断裂构造岩带的划分.....	107
第七章 各种断裂带的显观构造型式.....	126
第八章 断裂构造岩带划分的地质意义.....	146
参考文献.....	160

绪 论

一

地质学是一门探索性很强的科学,这是因为“按其性质来说,地质学主要是研究那些不但是我们所不曾经历过的,而且一般地是任何人所不曾经历过的过程”(恩格斯,《反杜林论》,人民出版社,1961版,第89页)。毫无疑问,人们对地质现象和规律的认识,总是以社会的生产力和生产关系为基础的,总会反映当代的工业技术和科学实验水平;反过来,新的科学技术成就又促使地质学的发展。在电子计算技术渗入到科学各个领域,现代科学正面临重大突破的今天,地质学自六十年代以来,也处在一个新的变革时期,这就是由定性向定量的方向发展,也就是向数学化、数字化的方向发展。为便于数理推导演算,就必须把繁杂琐碎的事物、现象加以高度的综合,俾使系统化、模式化。对于浩繁错综的地质现象更是如此。因此,地质学领域里的模式化,是当前地质科学发展的重要趋势之一。所谓模式化,就是形象化了的抽象,就是把一些复杂而又有内在联系的现象,综合成严密的有生成联系的体系。毋庸置疑,这是数学化的前提,也是现代科学的显著特点。因为“现代科学技术,不是单单研究一个个事物,一个个现象,而是研究事物、现象的变化发展过程,研究事物相互之间的关系。整理材料的科学已发展成为严密的综合起来的体系。”(钱学森,《现代科学技术》,人民日报,1977年12月9日。)

二

众所周知,在李四光先生开创倡导下,在地质学的基础上,运用力学理论和方法发展起来的一门新兴学科——地质力学,它的核心就是构造体系。主张把一个地区发生的具有生成联系的各种构造现象,当作一个整体来看待。构造体系的主要形态特征,又有许多具体的标准型式,即构造型式。各种构造体系和构造型式的确立,便掌握了繁杂的地质构造现象的有机联系、内在的规律,以使构造现象定型化。这无疑把地质学向现代化、数学化的方向大大地推进了一步。

李四光先生在1965年谈地质力学当前的任务和它面临的问题时就指出:“是不是有些变质岩带或构造岩带也形成定型的构造型式,值得进一步探索”^[1]。这就把构造体系、构造型式的研究深入到岩石学的显观、微观的领域。其实,这正是地质力学发展的一个必然趋势。因为研究运动和研究物质是分不开的。运动是物质存在的形式,是物质所固有的属性。

运用地质力学的观点和方法来研究构造岩,显然不能是单纯地描述岩石本身一个个孤立的现象,而是把断裂带不同构造部位的构造岩划分对比;再把不同力学性质的断裂里的构造岩带分析比较。这样就把构造岩和所处的构造环境、边界条件和受力状态广泛地联

系起来。从断裂构造岩的分带展布、变化发展的过程中,探求内在的规律性,进一步确定了各种破裂结构面中构造岩带的构造型式,并和结构面的显观构造相联系,称为结构面的构造岩带——显观构造的构造型式。

三

如同其他事物的研究工作一样,我们对结构面中构造岩带的构造型式的研究也有一个过程。开始只限于对破裂压性面的观察和划分。在野外(特别是在矿井下)认真考查的基础上,首先对压性破裂结构面的显观构造,如片理、构造透镜体、劈理和节理等进行分带描述。并系统取定向标本,进行肉眼和室内镜下鉴定,和显观构造相对应,对构造岩也进行了分带。综合了几十条压性破裂结构面的野外和室内的观察分析、划分对比,得出了破裂压性面分带的初步概念。再把这个粗浅的理性认识运用到地表观察,虽然受到风化剥蚀破坏的影响,然而压性破裂结构面总的分带轮廓和矿井下是一样的。并且不仅在一个地区,就是在不同的地区,以至不同的岩性、不同的构造体系中的破裂压性面都看到了这种分带现象。

接着我们又对扭性和张扭性的结构面进行了系统的野外和室内的观察。并尽量在同一个地区、同一种岩性、同一构造体系中的各种类型结构面,就其构造岩和显观构造予以分析对比,发现具有一定规模的结构面,不仅破裂压性结构面,其余四种结构面(扭性、张性、压扭性和张扭性)都有着分带现象,而且各具不同的形式和特点。其每种独特的形式在野外是经常出现的;用模拟实验是可以把其中的一些现象类似地反映出来的;同时用弹性应变能等力学理论也可能得到合理解释的。各种结构面的这种能够迭次出现一模拟再现一力学验证的现象,同其他事物一样,也有一个发生、发展和演变的过程,也就是发迹—成生—成型—演变—消迹的过程。只有在其成生发育到成型时,它们才表现出一定的型式。至此,我们认为,这样就可以抓住事物的本质、事物的全体和事物的内部联系了。并认为这个“型式”就是李四光先生要我们探索的结构面中构造岩带的构造型式中的一个方面。

之后,对结构面中构造岩带的系统取样,不仅进行构造岩方面的观察,也进行了应力矿物、岩石组构等方面的观察;同时也进行了一定数量的光谱分析、X光分析和化学全分析等,使构造岩向微观方向的研究,更深入了一步。这同自然科学的其他学科一样,向微观方向发展和宏观方向一样都是无限的,再进一步的研究则很可能超出了地质学的范畴。仅仅就目前取得的一些资料来看,各种破裂性结构面在岩石组构、构造地球化学分带等微观方面,亦具有一定的构造型式,只是与构造岩带——显观构造的构造型式相比,鉴于资料积累和研究程度的缘故,还不能提出一个完备的方案,但其雏型的眉目已明朗化了。

四

断裂构造岩带的划分,是侧重物质组成方面对破裂结构面进行研究的。然而形成和形变,或称建造和改造,是构造运动的两个侧面,是矛盾的两个方面,对运动的地质体而言,形成是形变存在的前提和物质基础;形变则是形成的制约条件和必然发展。这两个方面是互为自己存在的前提,是不可分割的。在某种意义上讲,形变控制着形成,形变是矛

盾的主要方面,在构造岩的成生发展上表现得尤为突出。因此,在我们研究构造岩分带的时候,总是把它和与它有关的地质现象(主要是显观和微观的)联系起来。在确定其构造型式时,亦是尽量包括了形成和形变这两个方面,这样就产生了上述构造岩带——显观构造的构造型式的提法。

在研究断裂构造岩带的划分之基础上,提出了各种破裂结构面的构造岩带——显观构造的构造型式,这无疑有助于每一种构造形迹或构造单元的力学性质的鉴定。“关于压、张、扭破裂面的分析,是研究地质构造形迹的极重要的基本问题。”^[2]但是一些断裂的力学性质还不易厘定,“如扭性断裂和张性断裂,在野外怎样有把握地区别开来,还需要找出可靠的标准。”^[3]结构面的构造岩带——显观构造的构造型式,就是关于这方面工作的尝试,虽然还达不到维妙维肖的程度,但是提出了一个可行的标准,是向“找出可靠的标准”的方向进行了新的探索,提出了一个重要的标志。更进一步说,把各种结构面模式化、定型化,是为地质学、地质力学的数学化、定量化进行探索。纵观现代科学的发展,地质现象的体系化、定型化是数学化的必要前提和必经之路,这是毫无异议的。

断裂构造岩带的划分,结构面构造岩带——显观构造的构造型式的确立,不仅在为结构面力学性质的鉴定提出了一个有力的佐证,这在理论上,对于向微观方面的探索,开拓着新的研究前景;而且在实践上,在找矿勘探、水工地质和地震地质等方面,也有着行之有效的实用意义。在下面的有关章节中,将以实例说明之。

本书原拟定撰写两篇,现刊出的八章为第一篇。鉴于侧重叙述微观、超微观方面的第二篇,材料芜杂,尚需整理方能赓续,故以下的论述中,涉及到需在第二篇从详者,均书以“容而后陈”等字句示之。

第一章 断裂构造岩的分类命名

地质力学分析构造形迹、观察地质现象,不是单纯以形态论的观点描述罗列,而是用力学的观点探讨现象的本质,从成生联系确定它们的构造体系¹⁾。因此对一些大型、中型和小型的构造形迹,往往虽然在规模形态上差异很大,可是从力学实质来看,却没有根本的不同。故构造现象规模的大小,就没有突出的必要。在对各种断裂构造岩带进行研究时,诚然还是以构造体系为核心,还要划分构造岩带的构造型式,但是从观察接触到的现象,则主要是微观和显观方面,宏观方面要次后一些。

超宏观、宏观、显观、微观和超微观,毕竟由于构造规模不同,在研究方法上、认识途径上也有所差别。超宏观,是通过遥感遥测、地球物理等手段研究宇宙地质、超壳深部构造等方面的问题;宏观,是用地质图分析、钻探勘探等方法调查区域构造、大地构造;显观,是通过手标本及野外直接观察来解决一些小型构造。所谓“显观”(megascopic)^{[3]2)} 一词,在绪论中已提到,有的译作宏观,指用肉眼在手标本或露头上可以直接地进行观测而言,所看到的一些小型构造现象,通称显观构造,或称直观构造,如描述显观的碎裂变形、显观的有限应变^[4]等;微观,是用显微镜及费氏台等仪器来观测分析一些显微构造、岩石组构;超微观,就是用电子显微镜、电子探针和高温高压测试来研究晶格位错、流变机理等方面的问题。

显观(直观)构造的观察是微观研究的基础,宏观构造的调查也需要显观上的验证。由于许多地质构造问题需要在野外解决,地质力学中结构面力学性质的鉴定这一基本工作,通常也是在现场定案,因此在野外现场能直接取得第一手的显观资料,进行直观的综合分析,就显得格外重要。再者,考虑到微观的研究受到测试手段的限制,在野外尚不能广泛开展的情况下,对于有关构造岩的研究,这本来属于微观范畴的课题,也尽量找出它的显观标志,并且把形成和形变结合起来,把构造岩带和显观构造联系起来进行叙述,以便野外应用。侧重对构造岩组构分析,构造地球化学特征等微观方面的探讨,以后再进行讨论。

1) 李四光, 1972, 天文地质古生物, 科学出版社, 第 87 页。

2) 张寿常 (1954, 构造地质学, 商务印书馆, 第 123 页) 认为: “按小型构造可以再细分为两部分, 凡单独构造直接用肉眼能看得到的, 例如褶皱、断层、流纹、劈理等, 则称为显形的小型构造 (megascopic minor-tectonic), 其他非肉眼所能睹, 必须借显微镜才能够鉴定的, 例如矿物的光轴和晶面等等之滑动排列现象, 则称为隐形的小型构造 (microscopic minor-tectonic), ……” 本书所指的显观构造和微观构造, 与上述的显形构造和隐形构造的含义相类同。其实, megascopic 和 microscopic 亦可译作显观的和微观的。

克雷斯特 (J. M. Christie, 1977), 在美国“科学技术百科全书”(该书部分章节为南京大学地质系翻译, 待出版) 岩组分析词幕里, 将岩石组构要素分成二部分, 一部分是具有显观特征的 (megascopic features), 包括层理、片理、叶理、劈理、断层、节理、褶皱和矿物线理; 另一部分是具有微观特征的 (microscopic features), 包括构成矿物晶体(结构)的形状、方位和相互排列, 以及内部构造(双晶纹, 变形带等)。

台尔纳 (F. J. Turner, 1949, Mineralogical and Structural Evolution of the Metamorphic Rocks) 则把 S-面、线理和节理等称为变形组构的显观面和方向 (Megascopic Surfaces and directions)。

一、构造岩的术语涵义和研究概述

构造岩是指构造断裂带中的矿物和岩石在应力作用下产生破裂、粉碎、粒化、重结晶和新相矿物,并形成具有一定组构的变质岩石,从而反映了岩石形变的历史,故是一种变质作用的产物。

动力变质岩亦有碎裂变质^[5]、压碎变质^[6]和机械变质等名称,并相应的把形成的岩石称为动力变质岩、碎裂变质岩等。目前在地质力学和岩石学上已广泛采用构造岩一词^[1,8,10],是桑德尔(B. Sander, 1912, 1930)所提出来的一个术语^[9,10],系根据岩石对其中物质的差异活动反映的特征,来划分其塑性、碎裂和变晶的结构,进而将构造岩分为S和B构造岩等组构类型。该术语经长期沿用,继续因袭旧的含义,直到F. 特纳和L. 韦斯(1963)提出与此相当的变质构造岩的定义,还是把构造岩这一术语局限于由于固态流动发生了晶格定向排列,产生其组构的岩石^[10]。在以后的引用中,把岩石学上所称的动力变质岩——“糜棱岩、千枚糜棱岩、具有结晶片理的岩石……,都归并在构造岩中。”^[9]现在我国科研教学和生产单位中,构造岩一词已和动力变质岩通用了^[11,20,3],完全超出了原来只叙述岩石组构的狭隘的定义,而且赋予动热变质作用等广泛的内容。

笔者认为,为了便于区分起见,可以把局限于只划分组构类型的狭隘的构造岩,称作组构造岩;而把动力变质岩称作断裂构造岩^①,这样广义的构造岩应包括两者在内,但从当前广大的地质工作者,特别是地质力学工作者的习惯用法来看,主要指后者,把前者称作构造岩的岩组分析。不待说,断裂构造岩亦可称断层构造岩,简称断裂岩或断层岩。

构造岩石学是地质学本身学科间的一种边缘科学,它的研究和构造地质学,特别是岩石学的发展是分不开的。和地质学的其他学科相比,构造岩石学虽然还是一门年青的学科,但它的研究历史已可以追溯到上一世纪。对自然科学我们只能在所处时代的条件下进行认识,所以地质科学史的研究是不能脱离当时的条件,特别是科学的进展和引进到地质学的程度,这会在一门学科中引起彻底的革新和重大的转折,因此我们就以偏光显微镜、费德洛夫旋转台和电子显微镜的发明和在地质学上的应用,来划分构造岩石学的发展阶段。

第一阶段,1857年索尔贝(H. C. Sorby)将偏光镜装置于显微镜上,以研究透明矿物的光学性质。最初索尔贝在偏光镜下只研究侏罗系砂岩的薄片,后来就应用于各种块状结晶岩,并在各国迅速推广。无疑,索氏这一重大技术改革,不仅为岩石学,亦为显微构造的研究,开辟了广阔的前景。1880年克哲鲁勒夫(Kjerulf)首先把碎裂和碎裂结构这两个术语,侧重于构造名词的含义引用到岩石学中^[9,12]。1885年莱普沃尔思(C. Lapworth)在研究变质岩和机械变质作用中,第一次提出了糜棱岩这个术语^[7]。在十九世纪里,岩石学处在描述阶段,纯描绘派占统治地位。构造岩石学方面的工作,也只是孤立地零碎地描述一些现象,还没有形成独立的学科。

1) 云南省地质局实验室, 1975, 岩石分类命名, 第 66—71 页。

2) 张治洮, 1976, 构造岩, 动力分异和秦岭构造与成矿分区的初步探讨, 陕西地质科技, 第 1 期, 第 35—49 页。

3) 武汉地质学院地质力学系, 1977, 地质力学, 第 126 页。

4) 斯特斯基等(R. M. Stesky, et al., 1974) 在研究摩擦机理时, 把断裂带中的岩石, 直接称谓断裂岩(faulted rock)^[18], 或译为断层岩。

第二阶段,十九世纪末叶,是科学技术发明和学术思想都十分活跃的一个时期。1893年费德洛夫(E. C. Федоров)所著的《矿物学和岩石学中经纬仪法》一书译成多种文字出版,他所发明的费氏旋转台,使显微研究方法大大的改善,得到很高的评价¹⁾。不少学者用费氏台做了大量的工作,而集大成者为桑德尔(B. Sander)和施密特(W. Schmidt),于1930年著有经典性著作,为组构岩石学奠定了基础。在断裂构造岩石学方面,克文赛尔(P. Quensel, 1916)和斯套普(R. Staub, 1915)按构造岩的变形程度不同,在克哲鲁勒夫和莱普沃尔思的工作基础上,又提出了一系列的新术语,其中包括有粗糜棱结构、细糜棱结构、超糜棱结构、变余糜棱结构、碎裂花岗结构、碎裂鳞片变晶结构等^[9]。还应指出的是,1895年栾琴(B. Röntgen)发现X射线,及其光谱分析技术的发现和应用,都为矿物岩石的研究开辟了新生面。

进入二十世纪之后,岩石学的研究,特别是变质岩的成因起源探讨,引起了研究者的极大的关注,描绘派也不再占优势了,而让位给成因派了。构造岩石学的研究,除桑德尔进行了大量系统工作外,尚有许多重要的专著问世。如费尔拜因(H. W. Fairbairn, 1949)的《变形岩石的构造岩石学》,台尔纳(F. J. Turner, 1948)的《变质岩矿物和构造演变》等。

第三阶段,岩石学超微观技术的发展和运用是这一阶段的一个突出的特色。第一台透射式电子显微镜是德人罗斯卡(Ruska)和他的同事于1933年设计成功的,1934年分辨率即可达500 Å(埃)。到二十世纪六十年代以后,特别是现在所处的时代,电子显微镜等微束技术已卓有成效地应用到有关矿物岩石学的各个领域。表现在构造岩石学的研究上,一个很重要的特点是,尽量采用先进科学技术,向着超微观、高效率、数学化的方向发展。在此所谓超微观是指用电子显微镜把所研究的构造岩石学的微观现象,放大上千上万倍进行超微观的观察,晶面滑动的距离以埃为单位进行计算。有关这方面的研究报道,在国外“构造物理”等杂志上,比比皆是,如卡雷腊斯(J. Carreras, 1977)等关于石英糜棱岩c轴组构的研究^[14,15]等。所谓高效率,例如用电子技术操作费氏旋转台的岩组测量,仅一分钟就可测得矿物颗粒的数百个光轴方位,比人工操作其效率高达上百倍,这种先进方法,在六十年代初就已经使用了。所谓数学化,在绪论中就有阐述,把构造岩带用数学模式来表示,并把它列成程序,用电子计算机计算有关问题,已是我们现代研究的课题了。

表现在构造岩石学研究上的另一个重要的特点是,不是孤立地观察构造岩的某一现象和特征,而是以严密的体系思想为主导,综合地分析其内在的联系和问题本质。有关变质岩的研究,“岩系”、“岩带”和“对变质带”的提法,都反映了综合分析研究的思想。都城秋惠(A. Miyashiro, 1973)的专著《变质作用和变质带》^[16]中,有精辟的论述,在“沿转换断层的碎裂变质作用”一节中,就是把断裂构造岩的研究与断裂构造本身密切结合起来。李四光先生所指出的探索结构面中变质岩带或构造岩带的构造型式,就是地质力学工作者有关这方面工作的研究方向。构造岩(带)的研究,我们在技术上是落后的,是在努力赶超的,但在研究的学术思想上我们是前进的、活泼的,地质力学以严密的体系去整理材料的这一特点,是反映现代科学水平的。

我国学者何作霖、王嘉荫、池际尚和程裕淇等,以及中国科学院地质研究所、中国地质

1) 1928年爱孟斯(R. C. Emmons)对费氏台又进行了改良。

科学院地质力学研究所和北京大学等单位,在构造岩的研究上,都积累了丰富的资料,作出了很多的贡献,他们研究的宝贵成果,将在各章的论述中予以引用。

二、断裂构造岩的分类

构造岩的分类,这里主要指的是断裂构造岩,即岩石学上称为动力变质岩的分类命名,一直是莫衷一是,甚为混乱,“同岩异名”,“异岩同名”,屡见不鲜。这主要是构造岩的变化较为复杂,涉及的内容较为广泛,分类的标准又很不统一的缘故。目前比较流行的是结构分类和成因分类两种,兹分述如下:

1. 断裂构造岩的结构分类

这是一般岩石学所常用的分类标准。结构一词用法不尽一致,按斯普瑞(A. Spry, 1968)的定义“岩石的结构包括晶体的大小、形状、分布和方位”^[17]。这样广义的概念,实则也反映了岩石的构造了。斯普瑞强调岩石的结构,是其强度、弹性、脆性、韧性、再结晶的趋势以及化学稳定性的反映。其变化受到应力性质、应力大小、临介压力和强度变化的约制。他基于结构的标准,提出一个分类于表 1-1。这个分类中,显然亦强调了碎基、碎裂的程

表 1-1 断裂构造岩(动力变质岩)分类(A. 斯普瑞, 1968)

碎基性质		碎基比			
断裂的	片状 块状	0—10%	10—50%	50—90%	90—100%
		压碎构造角砾 岩或砾岩	初糜棱岩	糜棱岩	超糜棱岩
			初碎裂岩	碎裂岩	超碎裂岩
重结晶的	少量 多量	硬板岩 变晶糜棱岩 假玄武岩玻璃(玻基糜棱岩)			
玻璃的					

度,这对断裂带中的构造岩的分类是必要的、合理的。只是使用起来显得简单了些,一些重要的构造岩如千枚糜棱岩等都没有列入。

笔者根据在河北、山东、江苏、安徽、江西、湖北和四川等地的野外观察,切制了约一千五百片构造岩薄片,进行了对比和鉴定,并以已总结出的一些构造岩的特征^[18,19,20]为基础,参照了王嘉荫^{[12,21][22]}、斯普瑞^[17]的分类,和近几年来国内一些新命名^{[22][34]},以及国外的有关资料^[13,16,23,24],以岩石的结构为主,并结合成份和成因的原则,提出一个分类命名方案(表 1-2)。在这里角砾岩和磨砾岩是应力性质的反映;碎裂岩到碎粉岩、粗糜棱岩到超糜棱岩则受到应力大小的约制;粒状岩石到片状岩石,以及片状岩石发育的程度,则是受到临介压力的影响;从糜棱岩—千糜岩—千枚岩—片岩的再结晶的变化,是和应变强度的增加直接相关。不待说,由于断裂构造岩的结构和应力应变,形成原因是不可分割的,故以结构为

- 1) 王嘉荫、玄孝千, 1973, 密山北石城新华系断裂带的初步研究, 地质科技, 第 3 期, 第 24—37 页。
- 2) 王嘉荫, 1975, 碎裂变质岩, 北京大学地质系, 第 1—17 页。
- 3) 河南省地质局区测队, 1977, 岩石分类命名统一方案, 第 49—66 页。
- 4) 见第 5 页注 1)。

表 1-2 断裂构造岩分类命名

1977年

类 别	碎基性质	构 造	结 构	粒级* (单位毫米)和碎基比(百分含量)				复合命名
				0—10%	2—0.5mm 10—50%	0.5—0.02mm 50—90%	<0.02mm 90—100%	
角砾——磨砾岩类	碎裂的	无定向或定向	角 砾 磨 砾	角砾岩,磨砾岩				冠以原岩名称(**除外)
碎裂岩类		无定向	碎 裂 碎 粒 碎 粉	碎裂××岩** 碎裂岩 (压碎岩、扭裂岩、张裂岩)	碎斑岩	碎粒岩	碎粉岩 (断层泥岩)	
糜棱岩类	糜棱的	眼球状带状	糜 棱		粒化岩、粗糜棱岩	糜棱岩	超糜棱岩	冠以原岩或应力矿物名称
千枚糜棱岩类	重结晶的 (数量)	平行纹理	千枚糜棱变余糜棱	千枚糜棱岩、变余糜棱岩、硬板岩				冠以应力矿物或其组合名称
			变晶糜棱片麻糜棱	变晶糜棱岩、片麻糜棱岩				
千枚状		显微鳞片变晶	千枚岩					
		片 状	鳞片变晶	片岩				
构造片岩类	90—100%							
玻化岩类	玻璃的	条痕状条带状	玻 质	玻化岩(玻基糜棱岩、假熔岩)				

* 系指构造岩中的大部分颗粒而言。

主的分类,也必然在一定程度上反映了岩石的形变原因。至于所指的岩矿成分,则与一般的岩石命名不同,不是按一般矿物成分的多寡,而是按应力矿物的比例定夺,因为应力矿物是指矿物在应力作用下已发生了物理和化学方面的各种变化或应力作用下产生的新相矿物^[32],显然不同于一般的矿物,故这两者在岩石中成分的多寡和比例的多少不一定是相符合的。

2. 断裂构造岩的成因分类

这是按照构造岩受力的性质、形成原因进行分类的,显然更符合于客观实际情况,早在1949年王嘉荫就提出一个成因分类方案^[12],1975年又做了充实修改¹⁾,现将后一方案,录表如下(表1-3)。

有关构造的成因研究、分类划分,以地质力学分出五大类破裂结构面(压性、扭性、张性、压扭性和张扭性)的力学原理和基本原则,就可更加广泛地展开工作。因为应力矿物、构造岩的形成,是与构造运动的力学性质、应力大小密切相关的,如同地壳的振荡运动所产生的相关沉积是复理石建造,一个大的构造运动周期的结束所产生的相关沉积是磨拉石建造一样,不同力学性质的断裂构造运动,即不同力学性质的破裂结构面,也产生相关的应力矿物、构造岩。笔者正是从各种不同力学性质的断裂构造岩的划分上,对这一相关性进行探讨的,它属于构造岩成因分类的范畴,但又把这一工作向前推进了,因为提出不同断裂构造岩带的模式或型式,把它模式化,定型化。详见表7-2,这在第七章中进行综述。

1) 见第7页注2)。

表 1-3 断裂构造岩(碎裂变质岩)的成因分类

(王嘉荫, 1975)

原岩性质	应力大小	压 应 力	张 应 力	扭 应 力
脆性 物质和 脆性 形变	小 ↓ 大	角砾岩 碎斑岩 透镜岩 碎斑岩 细碎斑岩	角砾岩 细角砾岩	角砾岩 碎斑岩 碎粒岩
塑性 物质和 塑性形 变	小 ↓ 大	镜面糜棱岩 眼球糜棱岩 糜棱片岩 糜棱片麻岩 层状糜棱岩 带状糜棱岩 超糜棱岩		镜面糜棱岩 构造砾岩 砾质糜棱岩 糜棱片岩 糜棱片麻岩 超糜棱岩 假熔岩
重结晶		变晶糜棱岩 石英片岩 硬板岩		变晶糜棱岩 千糜岩
多阶段		玻璃糜棱岩, 混杂糜棱岩 同生糜棱岩 异生糜棱岩 张扭性碎裂变质岩(张扭角砾岩, 张扭糜棱岩) 压性碎裂变质岩(压扭糜棱岩, 蓝片岩)		

三、断裂构造岩的命名

上述表 1、表 2 和表 3 所列的构造岩的种属颇多, 其中有些是共同的, 有些在以后的章节中还要讨论的, 下面仅就表 2 所列的构造岩种属予以区分和命名。由于分类和命名并非绝然分开, 一些命名原则于分类中已陈述了。表 1-2 把构造岩划分为六大类, 即角砾岩-磨砾岩类; 碎裂岩类; 糜棱岩类; 千枚糜棱岩类; 千枚岩-片岩类和玻化岩类。这六大类构造岩, 在野外, 依据岩石的结构构造和动力变质程度是可以从宏观上大体区分开来的, 而详细划分则要借助镜下的微观研究, 兹分述如下:

(一) 角砾岩-磨砾岩类

这类岩石在野外就可以较正确的定名, 因为其中的“砾”是肉眼能够分辨清楚的, 目前都采用斯普瑞 (1969) 的规定^[17], 砾级为 >5 毫米, 5—1 毫米为细砾级, <1 毫米为显微粒级(笔者定为碎斑粒级), 在野外常以沉积岩中规定的 >2 毫米作为砾级的标准, 是可取的。另外, >10 厘米的砾径可称巨砾。这种巨砾在不同力学性质的断裂带中均可见到。

1. 角砾岩

角砾碎块多呈尖棱角状, 稜角状, 大小相混、杂乱相积, 相对位移后难以恢复原位。胶结物为泥质、硅质、铁质和钙质等, 其本身显微粒级破碎物(即一些较大的碎斑、碎屑物),

亦可作为较高一级角砾岩的胶结物。还可见一些表生淋滤的碳酸岩脉,石英脉等,在角砾岩间不规则的穿插,故在松散状态下,在角砾的表面往往有一层次生的被壳。在角砾岩中,外来成分少见,一般角砾岩石的岩性和未破碎的原岩成分是相同的。

2. 磨砾岩

断裂带中的角砾岩,其角砾不完全是棱角状的,每每见到次棱角状、扁豆状、次圆状,甚至浑圆状的,具有一定的磨圆度,系滚动碾磨所致。显然这种砾石不能称为角砾,而应称为“磨砾”,所形成的构造岩,起了一个新名,曰“磨砾岩^{[18,20]1)}”。一般的教科书和地质文献中,都把这种磨圆的砾石称构造卵石或构造砾石,形成的构造岩称构造砾岩”。笔者认为

磨砾和角砾,磨砾岩和角砾岩都是相对应的,而且反映成因意义,“磨砾岩”比“构造砾岩”一词更为确切,可取而代之。与角砾岩相对比,磨砾的悬殊不大;碎基含量增加;胶结物多为碾磨更细的碎屑和磨砾,次生胶结物相对减少。又具砾的形状有压扁和圆化之别,可再细分为压扁磨砾岩(图版I-1)和圆化磨砾岩等。

压扁和圆化的磨砾,会有定向排列的趋势,其间常夹杂断续的细条带状、线条状新生应力矿物。而且单个磨砾表面,由于滚动碾磨作用,每每形成一层动力薄壳,其本身也是应力矿

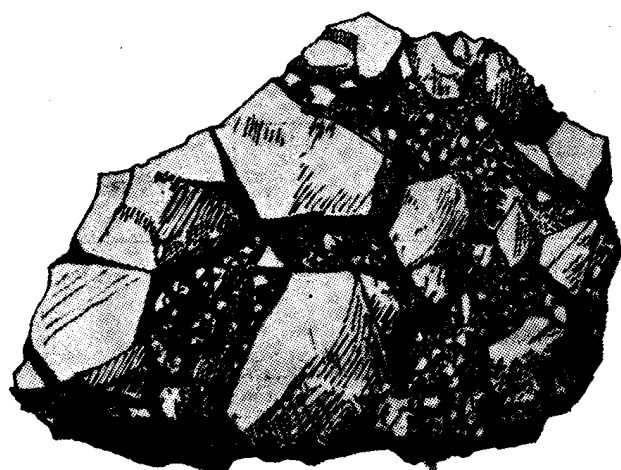


图 1-1 张性角砾岩

原岩为泥盆系五通组砂岩,故亦可命名为砂岩角砾岩。胶结物为铁硅质。产于江苏省苏州平顶山。 $\times 1/3$ 。

物组成的。这些应力矿物可以通过镜下鉴定确切定名,多为常见的动力变质矿物。

角砾岩和磨砾岩,大多位于断裂带的中心部位,其形态特征和动力变质程度的差别,是由于构造应力性质所决定的,前者是典型的“张力岩”^[12],后者也可以归到所谓的“挫力岩”^[12],而压扁和圆化的磨砾岩,则分别为压性和扭性断裂带的产物。角砾岩尤其是磨砾岩中,会具有外来成分,成为构造混杂岩,可名为混杂磨砾岩。

角砾岩和磨砾岩,可冠

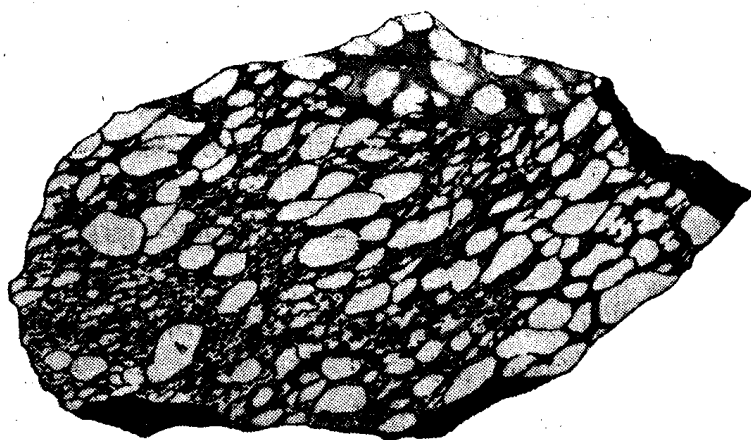


图 1-2 压性磨砾岩

原岩为二叠系埕桥组粉砂岩,亦可命名为粉砂岩磨砾岩。胶结物为碾磨更细的碎屑及带状糜棱物质。产于江苏省苏州南阳山。 $\times 1/3$ 。

1) 孙岩等, 1979, 磨砾岩的命名及其研究意义。

2) 见第5页注1)、第7页注2)。