

区域地质调查
野外工作方法

第三分册

构造、地貌、第四纪、
矿产、矿点检查、矿物

地质出版社

区域地质调查野外工作方法

(第三分册)

构造、地貌、第四纪、矿产、矿点检查、矿物

*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆·印张：27⁷/₈·字数：678,000

1980年9月北京第一版·1980年9月北京第一次印刷

印数1-12,130册·定价3.50元

统一书号：15038·新505

目 录

第八章 地质构造的观察和研究

一、绪言	1
(一) 小引	1
(二) 地质构造观察研究的尺度	1
(三) 不同尺度构造观察研究的任务	2
(四) 地质构造观察研究的方法	3
二、构造数据的收集和处理	4
(一) 构造数据的收集	5
(二) 构造数据的图解处理	8
三、岩层层理及成层顺序的观察	17
(一) 层理的识别	18
(二) 成层顺序的确定	18
四、节理的观察和研究	19
(一) 节理性质的鉴别	19
(二) 节理的分期与配套	23
(三) 节理的频率	24
(四) 节理的测量及制图	26
五、断层的观察和研究	28
(一) 断层类型及其力学性质	28
(二) 断层带的观察	34
(三) 断层的位移与断距	38
(四) 生长断层	39
(五) 隐伏断层	40
(六) 活动断层	41
六、褶皱构造的观察和研究	42
(一) 褶皱的认识	43
(二) 褶皱形态特征的研究	43
(三) 褶皱内部次级构造的研究	47
(四) 褶皱形成时代的研究	49
七、面理和线理的观察和研究	50
(一) 面理的观察和研究	51
(二) 线理的观察和研究	54

八、构造的置换	55
(一) 函义	55
(二) 层理的置换过程	55
(三) 置换的识别	58
九、构造的复合	59
(一) 引言	59
(二) 面理和线理的复合	60
(三) 褶皱的复合	63
(四) 断裂的复合	68
十、构造序列的建立	70
(一) 小引	70
(二) 构造的世序	71
(三) 构造样式	71
(四) 构造序列及其特点	72
(五) 区域变质岩区形变和变质作用关系的研究	73

第九章 地貌调查

一、概述	76
(一) 区域地质调查中地貌调查的意义	76
(二) 地貌调查的任务	78
二、地貌调查的基本方法	79
(一) 形态分析法	79
(二) 沉积物相分析法	81
(三) 动力分析法	81
(四) 实验研究法	81
(五) 遥感遥测技术的应用	82
三、地貌调查的工作程序	85
(一) 准备工作	85
(二) 解译、调绘阶段	85
(三) 总结工作	87
四、各类地貌的调查	89
(一) 岩石地貌	89
(二) 构造地貌	90
(三) 山岳地貌	91
(四) 平原地貌	93
(五) 河流地貌	97
(六) 岩溶地貌	101
(七) 冰川地貌	103
(八) 滨岸地貌	104

(九) 风成地貌·····	106
(十) 黄土地貌·····	108
五、砂矿区地貌调查·····	109

第十章 第四纪地质调查

一、概述·····	113
二、第四纪堆积物的岩石类型和成因类型·····	114
(一) 常见的岩石类型及其野外鉴定·····	114
(二) 主要成因类型及其鉴定方法·····	117
三、第四纪地层的划分·····	124
(一) 划分标志·····	124
(二) 第四纪分期·····	128
(三) 我国第四纪地层概述·····	130
四、气候地层学的基本手段和工作方法·····	139
(一) 测定古气候的常用方法·····	139
(二) 冰期的划分依据·····	144
(三) 气候地层学的辅助方法·····	144
(四) 地层划分中应当注意的问题·····	148
(五) 地层划分和对比工作中航空摄影资料的应用·····	149
(六) 卫星象片第四纪地层目视解译·····	151
五、第四纪地质调查方法及制图·····	156
(一) 调查路线和观察点的布置·····	156
(二) 观察点的主要工作·····	157
(三) 第四纪地质剖面·····	158
(四) 第四纪地质制图的基本原则·····	160
(五) 第四纪地质图的基本内容和表示方法·····	163

第十一章 区域矿产调查的地质前提及找矿标志

一、找矿地质前提·····	166
(一) 构造前提·····	166
(二) 岩浆岩前提·····	176
(三) 岩性前提·····	184
(四) 地层、岩相、古地理前提·····	185
(五) 地球化学前提·····	187
(六) 变质前提及其它前提·····	190
二、一些主要矿产的地质特征和找矿标志·····	192
(一) 铁矿·····	192
(二) 锰矿·····	196
(三) 铬铁矿·····	199

(四) 铜矿	203
(五) 铅锌矿	210
(六) 铝土矿	212
(七) 菱镁矿	227
(八) 镍矿	230
(九) 钴矿	239
(十) 钨矿	246
(十一) 锡矿	248
(十二) 钼矿	268
(十三) 汞矿	269
(十四) 铋矿	271
(十五) 铂矿	275
(十六) 金矿	279
(十七) 稀有分散元素矿产	281
(十八) 铀、钍矿	284
(十九) 磷矿	287
(二十) 硫铁矿与自然硫	301
(二十一) 砷矿	303
(二十二) 盐类矿产	304
(二十三) 萤石	307
(二十四) 石棉	308
(二十五) 膨胀珍珠岩原料	310
(二十六) 云母	312
(二十七) 金刚石	313
(二十八) 美术工艺矿物原料	319
(二十九) 煤	325
(三十) 油页岩	333
(三十一) 地热资源	333

第十二章 矿点检查

一、矿点检查	341
(一) 矿点踏勘	341
(二) 矿点检查评价	343
二、老窿调查	348
(一) 老窿调查的意义	348
(二) 老窿调查的内容	348
(三) 老窿调查的步骤与方法	349
(四) 调查时应注意的几个问题	349

第十三章 野外矿物鉴定及简易分析

一、鉴定表索引	352
(一) 条痕黑色(包括亮彩色)——本类矿物绝大部分属金属光泽的矿物	352
(二) 条痕褐色、红色、黄色——本类矿物多属半金属光泽或金刚光泽的矿物	353
(三) 条痕蓝色、绿色——包括有铜铀云母、钙铀云母、硅孔雀石	353
(四) 条痕无色、白色——本类矿物绝大多数属玻璃光泽的矿物	353
二、矿物鉴定表	354
(一) 表13-1条痕黑色(金属光泽), 银白、锡白、铅灰、铁黑色, 硬度小于5.5, 解理明显	354
(二) 表13-2条痕黑色(金属光泽或半金属光泽), 银白、锡白、铅灰、钢灰、铁黑色, 硬度小于5.5, 解理无或不明显	356
(三) 表13-3条痕黑色(金属光泽或半金属光泽), 银白、锡白、铅灰、钢灰、铁黑色, 硬度等于或大于5.5	360
(四) 表13-4条痕黑色或亮彩色(金属光泽), 其他金属色, 硬度小于5.5	363
(五) 表13-5条痕黑色(金属光泽), 其他金属色, 硬度等于或大于5.5	366
(六) 表13-6条痕红色、黄色、褐色(金刚光泽、玻璃光泽), 硬度等于或小于2.5	368
(七) 表13-7条痕褐色、红色、黄色(金刚光泽或半金属光泽), 硬度2.5—5.5	371
(八) 表13-8条痕褐色、红色、黄色(半金属光泽或金刚光泽), 硬度等于或大于5.5	373
(九) 表13-9条痕蓝色、绿色(玻璃光泽)	376
(十) 表13-10条痕无色、白色(玻璃光泽), 硬度等于或小于2.5, 有味感	379
(十一) 表13-11条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度等于或小于2.5, 无味感	379
(十二) 表13-12条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度2.5—5.5, 加盐酸冒泡	384
附: 部分碳酸盐矿物染色法介绍	388
(十三) 表13-13条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度2.5—5.5, 加盐酸不冒泡, 解理明显	391
(十四) 表13-14条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度2.5—5.5, 加盐酸不冒泡, 解理无或不明显	394
(十五) 表13-15条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度等于或大于5.5, 解理明显	398
(十六) 表13-16条痕无色、白色(玻璃光泽、金刚光泽), 硬度等于或大于5.5, 解理无或不明显	406
附: 野外简易化学鉴定分析箱设备	413
* * * *	
地貌调查、第四纪地质调查(第九、十章)的照片	414
区域矿产调查的地质前提及找矿标志(第十一章)的照片	438

第八章 地质构造的观察和研究

马杏垣 刘和甫 宋鸿林 编著

一、绪 言

(一) 小 引

地质构造观察研究是区域地质调查的重要组成部分。通过地质填图搜集丰富的地质构造资料数据并加以正确的解释,是区域地质矿产综合研究的基础。

地质构造观察研究和整个地质学一样主要还是一门野外的学科。因之,这里着重讲的是各种构造形迹的几何性和野外空间关系的描述,收集和表示构造数据的方法,还要尽量去理解控制造成这些构造的原因以及这些构造形迹发展的过程。要强调的是,对地质构造本身的野外实际观察是许多理论解释的基础,是不能用室内实验研究完全代替的。事实上,许多构造地质原理是从野外观察中引导出来的。

地质构造观察的第一步主要是几何的,包括描述和表现地质构造形迹的形态和方位的基本方法等。当然几何学并不是目的,还要对岩石变形的过程和产物作完整的力学解释。我们也要看到问题的另一面,即多年来构造地质,象地质学大多数学科一样,是一种定性的描述,在很大程度上依靠地质工作者的直观和个人经验,严重地影响了它的发展。现在地质学正经历着从定性向定量科学的改造。构造地质也迅速地成长为一门定量的科学,严格的定义正在逐渐地产生,已经研究概率统计抽样的问题,并且在有些情况下结构要素是按照能用电子计算机处理的词汇来描述的。近年来构造地质工作正逐渐转向实验物理和数学分析,以便对观察数据作出更完整的解释。

(二) 地质构造观察研究的尺度

地质构造现象,无论在时间和空间上都可划分为许多级,也可称为“尺度”。暂就空间上的尺度来说,为了观察研究地质构造,可把地质体按大小范围相对地划分,其中每一地质构造现象都有适当的尺度或一定的尺度范围。每一尺度的构造都强调某些不同的方面,而且有其不同的研究任务和作观察的方式。因之从越多的尺度上看构造问题,就越能有机会得到比较全面的答案。现将地质构造观察的尺度划分如下:

1. 小尺度 (小构造)

野外地质调查,是从能直接观察到的手标本和岩石露头开始工作的,这是一种小型尺度,其中的构造称为小型构造,包括小褶皱、面状、线状构造及断裂裂隙等。它的特点在于能在露头中观察到构造的整体形态。

2. 大尺度 (大构造)

通过地质填图把不同露头中的构造形迹联系起来,间接地搞清楚清楚的构造观察研究称大尺度,其构造为大型构造或区域构造。更大尺度的构造观察研究称为大地构造乃至全球构

造。

3. 微尺度 (微构造)

用显微镜和旋转台对岩石的精密观察和研究属于显微尺度, 还有更细微的颗粒, 不能使用通常的光学方法, 而只能用X射线及电子扫描显微镜等手段加以处理, 可称之为次微尺度。这些构造的观察研究主要是在室内进行的。

地质构造按不同尺度划分虽然是相对的, 然而这一概念在构造研究中却很重要。地质体结构要素的透入性和构造的均匀性等特点, 都是和尺度的概念相联系的 (图 8-1)。任何一场构造运动的形变作用所造成的构造格架可由许多不同尺度, 不同类型的构造组成一个统一的整体。因此, 决不能见树不见林, 只看到个别露头, 单一构造。完整的地质调查应包括大型、小型及显微尺度的构造观察研究, 三者虽各自有不同的技术方法, 然而其目的是共同的, 即揭示岩体内部结构构造规律性及其构造发展史。因之三种尺度的构造研究是紧密联系的。

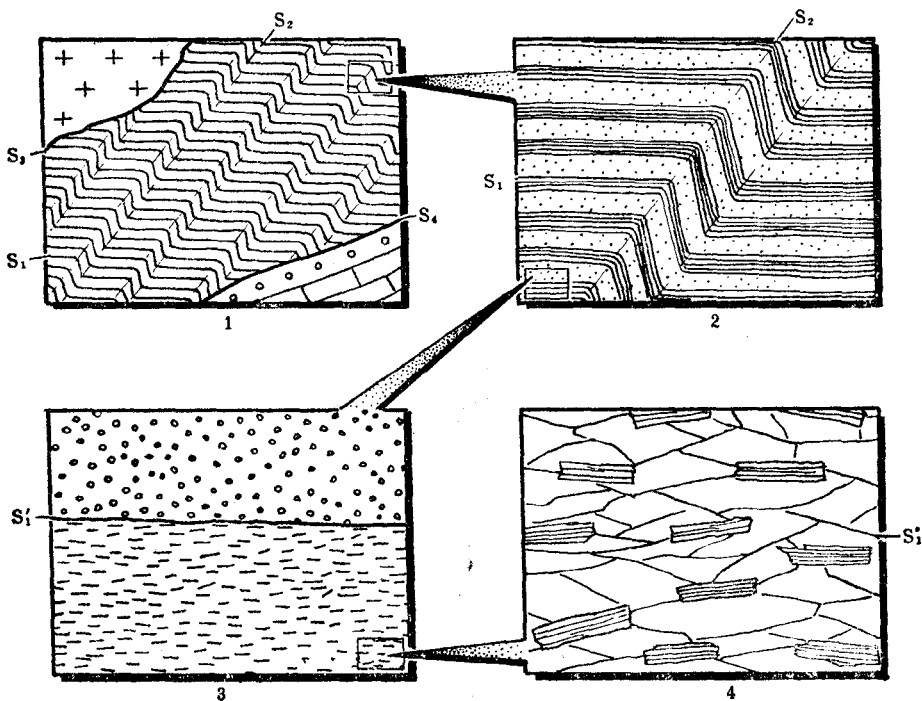


图 8-1 面状结构要素在同一岩体四个不同尺度中的表现, 示透入性与尺度的关系

- 1— S_1 片理面和膝褶轴面都是透入性的, 但 S_3 侵入岩体与围岩的接触面和 S_4 不整合面, 把岩体划分成完全不同的区段, 显然是非透入性的;
- 2—取岩体中的一块, S_1 仍然是透入性的, 但 S_2 分隔的两侧岩石内部结构均匀, 方位却不一致;
- 3—在更大尺度上 S_1' 划分上下不同结构的岩石, 是一个非透入性的面;
- 4—是显微尺度的岩石中矿物结构, 其颗粒结构显示一种优选方位 S_1''

(三) 不同尺度构造观察研究的任务

如上所述, 不同尺度的构造研究所要求解决的任务不同。但地质工作通常是从小尺度开始的, 即在露头上观测并配合必要的室内研究。因之, 小尺度构造研究是基础, 所得的

结果再结合区域填图扩大范围，推导至大尺度构造，而微尺度的构造解析则是研究的深入。小构造研究要求主要解决：（1）小型结构要素类型的识别与描述；（2）结构要素产状方位的测量、记录及填图；（3）鉴定每一种结构要素的力学性质；（4）各种结构要素之相互关系的研究，辨别其时代关系及成生序次；（5）分析联合及复合的构造关系；（6）鉴定小区段内的构造均匀性；（7）确定小型构造的对称性；（8）观察研究不同岩石物理性质与受力变形之间的关系；（9）分析变形时应力分布状况及变形过程中局部构造运动方向和性质；（10）采集定向标本，以作详细的室内研究并与显微镜构造特征对比。小尺度构造解析中数据统计分析的效用一般不如大型和显微尺度中显著。例如，在一个露头中可能仅出露一个小褶皱，只能对它进行描述和测量。因之，大多数小型构造的优选方位只能在大型尺度上分析才能清楚地显示出来。

大尺度构造研究主要任务是：（1）研究露头上不能直接观察到的大型构造，如大褶皱、大断裂等，进行与上述小构造类似的观测。大型构造在观测的尺度上往往不是透入性的，但它们的面状和线状部分，如褶皱的轴和轴面，可以平行于相应的透入性结构要素，如小褶皱的相应要素；（2）研究大型地质体或区段中透入性小型构造，如面状、线状构造及小褶皱等的空间排列规律性，确定它们的优选方位；（3）鉴定大型区段的构造均匀性和对称性；（4）随着观测范围的加大，有可能确立构造体系的存在及其归属，并鉴定构造型式；（5）分析联合及复合的构造关系。

显微构造研究通过光学的方法可观测：（1）岩石中矿物颗粒，其光轴或劈开面、双晶面的优选方位；（2）颗粒组构的均匀性和对称性；（3）观察构造形变和运动性质的直接证据；（4）鉴定结晶作用和不同结构要素发展的时间顺序。要把这种构造分析的成果与较大尺度构造分析加以联系和比较，往往能互相补充和印证，而显微构造解析则可以加深对变形机制的理解。

（四）地质构造观察研究的方法

沉积岩、岩浆岩和变质岩等岩类的构造，各有其特殊性，必须采取相应的不同研究方法。但野外实践证明，各类岩石变形所产生的构造也有显著的共性。特别是小型构造的类型和性质都相当的一致，因之首先要讲的是地质构造观察研究的一般原则和方法。

尽管有许多研究地质构造的专门方法，但地质填图仍然是研究构造的基本手段。地质调查过程中应结合地质填图进行详细地构造观察和构造制图，着重各种结构要素的几何特征、力学性质及其相互关系的分布，从构造形变的发生、发展、复合、转化等继续不断地变化中，去建立构造形迹的组合，构造事件的发展的序列和相应的构造型式。

构造研究的基础是对岩石组构和不同结构要素之间互相关系的野外观察。这包括各种面状构造，如层理、节理、面理（劈理、片理）褶皱轴面、岩浆岩中的流面等，以及线状构造，如褶轴、岩浆岩中的流线等。特别是那些均匀贯穿于整个地质体中，在一定尺度上具有优选方位的透入性结构要素的观察研究，对于阐明地质结构的演化具有重要意义。显然这种结构要素分布的规律性，意味着变形作用中相应的规律性，也就是说，它是受特定的构造应力场控制的。在这方面，B. 桑德（1930）在其所著《岩石组构学》一书中，曾提出变形岩石的组构及其几何分析方法和运动学解释的原则。后来这种构造分析的方法在许多国家用来阐明变质岩的构造，取得了不同程度的效果，因而也得到了广大地质工作者

在实践中的修正和补充，发展成现今的所谓变质构造岩的构造分析。

这种构造分析的统计的几何程序，首先曾应用于显微组构，去阐明构造岩中矿物颗粒优选方位的格式等等，这就是一般所熟知的“岩组学”或“构造岩石学”。但如果认为这种构造分析仅限于或者甚至主要用于显微规模的技术，那是一种极大误解。事实上这种方法主要是从野外工作中发展起来的，完全可以应用于中小型和大型构造，特别是用于分析褶皱和褶皱系及其伴生的面状、线状结构要素。因之应特别强调这一方法的详细野外研究的基础和野外与室内研究相结合。这一方法基本上是在某些特定区段中，对岩石的所有可测量的结构要素的方位和相互几何关系的统计分析。特别强调对称性作为自然变形岩石的基本特征，对地质结构的解释就是建立在如下的设想上：即构造的对称性是受原岩中结构构造的非均质性和变形作用中包含的力、应力和内部运动的相应对称性控制的。

变形岩体的完整的构造解析包括几何的和力学的分析两个方面；而前者，包括对变形岩石的构造解析包括几何的和物理的特征的直接观察和测量，是构造分析的基础，是试图鉴定应变和应力历史的第一步，也将是本章要侧重的方面。以下将概述一下在填图地区野外研究中建立构造的形态范围、分布、排列和组合以及恢复构造发展的时间序列的方法，并试图从整体构造的各个组成部分的研究中建立一个构造的三度空间图象。当然，这并不是轻而易举的，由于野外露头通常不是连续的，再加上地势起伏，因而要达到上述要求，还需要推断和解释。至于力学分析应包括运动学和动力学的解释，乃至建立一个地区的应变和应力历史。在这方面李四光同志倡导研究的地质力学方法，无疑是应该参照的，这里就不再赘述。此外，还有国外广泛发展的构造物理学资料，也值得学习借鉴。

地下构造研究方法，包括获得地表以下地质体结构情况的所有手段，主要有绘制剖面图和其它深处投影方法，或根据钻探、坑探、地球物理勘探以及遥感技术所取得的地下构造资料。此外反映地下构造的有效手段是构造等值线和等厚度图。

全面的地质构造观察研究应该把形成和形变或建造与改造紧密地结合起来。建造是基础，但在观察研究地质构造时形变则是主导方面。应该以一场构造运动为主线，把沉积、岩浆、形变、变质、成矿诸作用贯穿起来，加以综合考虑，统一于一个与其相应的构造应力场。还要恢复和建立地质构造发展史，找出与成矿有关的特定阶段，查明矿产分布规律，为进行矿产预测，指出方向，提出理论依据。

地质构造观察研究必须遵循实践、认识、再实践、再认识这个辩证唯物主义认识论的原则。首先是观察的构造素材必须十分丰富，而且完善、合于实际，然后才能经过思考作用，将实际材料加以去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里的改造制作工夫，造成概念和理论的系统。这在构造研究中常称为综合分析，它本身也是一种构造分析方法，在区域地质构造研究中这种方法的应用曾导致了許多新的发现。

二、构造数据的收集和处理

构造数据的收集和处理是在地质调查的过程中进行的。它包括野外和室内两方面：前者包括各类构造现象的观察、分析，各种地质构造图件的编制，以及定向标本的采集等；后者包括手标本的室内详细观察和必要的显微镜下研究，以及构造数据的处理（如应用图解方法进行野外数据的方位分析和运用电子计算机作数据的统计分析和数学模拟等）。

(一) 构造数据的收集

构造数据主要是各种结构要素的(1)位置,(2)形态、范围和(3)方位或产状的数据。

1. 结构要素

结构要素都可以几何地处理为面和线,而有的则是两者的结合,如褶皱,它不仅具有轴面,而且由褶轴表示,这两个方面在一定程度上具有独立性,分别记载着变形的不同方面。一般常用的面状和线状构造是一种描述性无成因含义的名词。如果它们在一定尺度上是透入性的,则称为面理和线理,第七节将专门论述。

李四光同志(1956)在“关于地质构造的三重基本概念”一文中,把结构要素划分为结构面和线条,并分别作了精辟的论述。首先从发生的观点来说,无论是面状和线状结构要素都可划分为原生的和次生的两种。从形态类型的角度,它们又可以概分若干种。

(1) 面状结构要素

原生结构面包括地层的层面,间断面,不整合面,岩浆岩体之间以及它们和围岩的接触面,岩浆岩的流面等。次生结构面也可称为变形面,包括节理、断层、劈理、片理等。按形态类型和形成方式有:(1)破裂结构面,如节理、断裂等,是分划性的。(2)标志性结构面,如褶皱轴面,客观上并不存在,而只具几何意义。(3)由片状矿物平行排列而决定的劈理、片理和片麻理,不同于一般的破裂结构面,而是一种透入性结构面,应另列一类,统称为面理。为了记录的方便,一般用S作代号(包括褶曲轴面),在S的右下方加上1、2、3……等数字,如 S_1 、 S_2 、 S_3 等,表示不同序次的面理,用 S_0 表示原始层理(国外有些文献中用 S_1 表示最早的S面);也可在S的右上方加1、2、3……等数字代表不同组或不同类型的面理。

节理是平行的破裂面,往往与构造作用力有一定的对称联系,而且在一定尺度内是透入性的,因之,也应认真研究。节理用J表示,在右下方加上1、2、3……等数字表示不同期的节理,如 J_1 、 J_2 、 J_3 ……等。在右上方加上数字,代表不同类型或不同组的节理。

断裂用F表示,但在小尺度上往往不是透入性的。按照类似节理的记录办法,可以区分不同形成时期和不同组的断裂。总之,在野外工作中,露头里所有的面状构造都要详加研究,要测定其走向、倾斜和倾角,并尽量弄清它们之间的相对时代关系。

(2) 线状结构要素

原生线状结构要素包括沉积岩中的线形沟槽,斜层理与层理的交线,岩浆岩中的流线等。次生的线条种类很多,如擦痕、拉伸的砾石,矿物集合体的延伸,条状或板状矿物的平行排列,褶曲枢纽,小揉皱的脊线和结构面的交线等,而线理一词则仅限于手标本和露头里的透入性线状构造。棒状构造、窗棂构造和石香肠线等大型线状构造,也往往并不均匀分布,在小尺度上并不是透入性的,大褶皱也是一样。但小褶皱,特别是小褶皱的枢纽在小尺度上可以是透入性的。

要测定线状构造的产状,包括其指向与伏角。前者取包含该线的铅直面的走向;后者为在该面中线理与水平面之间的夹角。一般采用描述性符号L代表线状构造,在L的右下方加上1、2、3……等数字,可以代表不同期次的线条,在右上方加上数字代表不同类

型。褶皱轴（枢纽）作为线理，用B代表。在其右下方注上被褶皱的面，如 S_0 ；右上方注明褶皱的轴面 S_1 ，如 $B_{S_0}^{S_1}$ ，表示褶皱B是 S_0 与 S_1 的交线。

构造数据的测量应尽量在工作地区均匀分布，使之有代表性。在地质填图过程中如果遇到有代表性的露头或地段，能清楚地显示区域主要构造特点，应选出作为进一步深入研究，以解剖麻雀。特别重要的是不同构造形迹之间的年代关系的观察，应尽可能地鉴别它们的序次、世代和各自不同的样式。

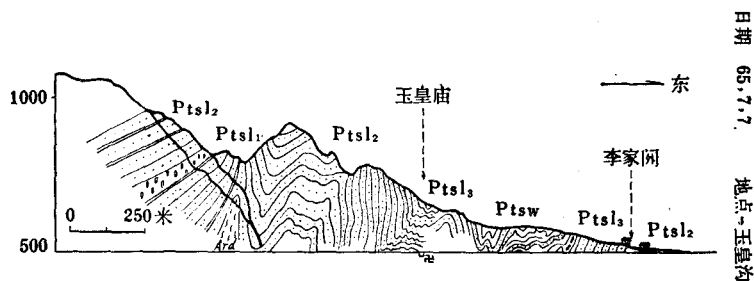


图 8-2 野薄记录格式
主要表示面状和线状构造产状的记录，其它描述未包括在内

1965年7月7日 星期三 天气 晴
地点 河南省登封县 玉皇沟

观测点№10，从玉皇沟沟口李家湾村往西进沟至玉皇庙沿途观察，地层为元古界嵩山群罗汉洞组和五指岭组			
层理 S_0	倾向	$293^\circ \angle 55^\circ$	薄层石英岩夹千枚岩板岩
劈理 S_1	倾向	$280^\circ \angle 71^\circ$	小褶皱轴面壁理显示绢云母的平行排列
		$285^\circ \angle 55^\circ$	
		$283^\circ \angle 61^\circ$	
折劈 S_2	倾向	$139^\circ \angle 20^\circ$	千枚岩中的折劈理斜交第一期褶皱
		$126^\circ \angle 35^\circ$	
褶皱B	倾伏	$15^\circ \angle 25^\circ$	小褶皱的枢纽
		$15^\circ \angle 5^\circ$	
线理	L_1 倾伏	$10^\circ \angle 11^\circ$	层面与劈理(S_1)的交线石香肠线
		$15^\circ \angle 8^\circ$	
	L_2	$202^\circ \angle 2^\circ$	千枚岩中的小皱纹
		$187^\circ \angle 8^\circ$	
节理	J^1 倾向	$288^\circ \angle 89^\circ$	小背斜转折端上的纵节理
		$115^\circ \angle 33^\circ$	
	J^2	$327^\circ \angle 75^\circ$	
	J^3	$205^\circ \angle 74^\circ$	小背斜上的横张节理
定向标本№5， 采自小背斜西翼，石英岩			
上层面向向 $272^\circ \angle 74^\circ$			
照片，第一卷 № 1, 2, 3, 4			

结构要素的产状方位数据要在野薄中系统记录,使之便于投影和电算处理。一个地质点上的数据连同描述性记录最好在野薄中占单独一页,而把地质素描图画在对页。(图8-2)。

2. 地质构造制图

一张良好的地质图,首要的是要避免主观性,要把实际材料和推断解释明确地区分开,使之成为地质实际的客观反映。它要包括一般的地质数据,如岩石地层单位的界线、产状等,还应反映岩浆岩和变质岩类型、变质程度和混合岩化、花岗岩化等。很重要的是要用不同的专门符号表示构造要素,特别是透入性的小型结构要素,有时要求编制专门的构造图件。

以往的区域地质调查,都是从点到线,一点一点观察,作一条条地质剖面,然后按照一定的精度,绘地质界线,圈闭地质体。自从有了遥感影象,就有可能点面结合了。从卫星照片上能够直观地看到地质构造全局,每个地质点和地质剖面的情况,在全局中的位置一目了然。这就使地质构造观察由点、线而及面;也可能由面到点,两个程序互相结合使工作提高了预见性和精度。

近年来发展的小构造的详细系统填图,有人称为“定量填图”,已使现代构造地质成为地球科学中较精确的分支学科,使野外工作发生了深刻的变化。经过这种填图能够发现形变序列,建立形变和变质的历史(图8-3)。

这种填图的要点一般是:①在填图范围内均匀分布若干测点,搜集产状方位数据。②把全区划分成若干区段,每个区段一般包括20至50个测点。这些区段通常是以构造的或组成上的不连续面为界的。它们在填图比例尺的尺度上,每一区段的内部结构是均匀的,但与其它区段在内部规律性的类型和程度上往往是不相同的。③按每一区段分析野外构造数据。要用等面积投影处理各种方位数据,因为许多构造规律,往往只有经过统计归纳之后才能表现出来。还要研究所观察到的构造形态的意义,同时要特别注意那些可以表征不同变形阶段的构造特征和构造要素之间的相互关系。逐区建立构造几何性的图象。④各区段之间的构造对比,查明构造变化,揭示全区的方位格式以及是否有的构造形迹的方位在全区都保持稳定,即具优选方位。还要注意小型构造和大型构造之间的关系,为全区的力学解释建立基础。

对于构造复杂的变质岩区,有两种填图方法具有较大的重要性:①露头填图——即在大比例尺填图中,把每片露头的范围和实际测量数据都标在图上。②形面填图——即在图上填绘的不是任何特定的层,而是表示任何透入性面的踪迹,这种办法能更清楚地表现构造整体。

配合地质制图在适当线段作剖面图可提供三度空间的地质构造图象。一般垂直于地表的横剖面仅适用于相对简单的构造,如枢纽近水平的开阔褶皱等。对于强烈变形的变质岩系的深部情况则需要从地表往深部作较多的推测,在这类地区最好是作垂直构造轴线的剖面,才能清楚地反映地质体未经歪曲的构造特点,并表现出褶皱形态的确切形象。这种剖面可称为截面或正交剖面。对于具有倾伏褶皱的地质体,可用正交投影法从地质图上作出垂直褶皱轴的截面,其优点在于地质图上的界线都能反映到截面上来(图8-4),其作法如下:

①在地质图上画方格,其中一个座标线要平行于褶轴的倾状(图8-4a);②沿倾伏向下望,垂直褶轴方向的间距(1、2、3……)保持不变。而沿褶轴倾伏方向,缩短至 $k\sin\alpha$,

其中 k 是原来方格间距, p 是倾伏角。这个新的间距可以计算出来或作图求出 (图8-4b);
 ③于是画出第二个网格, 代表沿倾伏下望的景观, 其中 a' , b' , c' ...等经过缩短 然后把褶皱形式转换到这个截面网格上去 (图8-4c)。

立体图解在构造分析中常用来表示不同结构要素或构造区段之间的相互关系, 也应尽量采用。

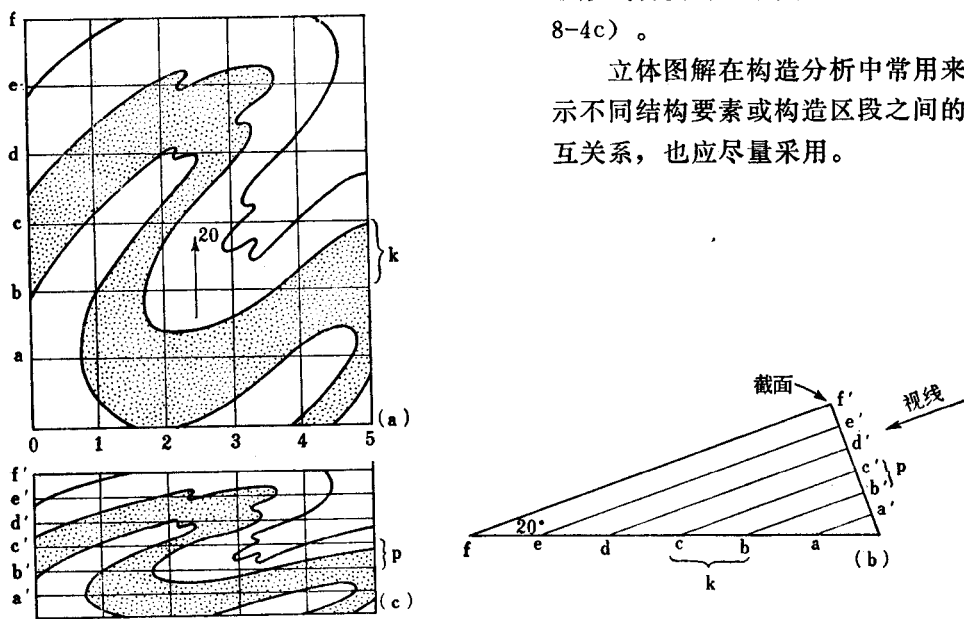


图 8-4 作褶皱截面图

(a)地质图画有方格; (b)计算截面上缩小的格距; (c)转绘到新的网格上去的地质图, 得到一个沿倾伏向下望的景观
 (据D.M.拉根)

(二) 构造数据的图解处理

1. 等面积投影

构造解析主要涉及面状和线状构造及其相互交切关系的方位数据, 要求给以三度空间形式的几何分析。赤平投影就是表现地质构造的面和线之间角距关系的一种有效方法。它可以用图解的方法简易迅速地求出不同结构要素之间的方位和角度, 其精确度一般在半度以内; 还有可能在一个单独图解中, 处理上千个构造数据, 以统计方法求出精确的结果。

当然也要看到这种方法的局限性, 赤平图不能表示观测数据的空间分布, 而仅仅是它们的角距关系; 同时也往往难于确定赤平图中记录的数据的意义。国外有些构造文献中过于依赖这种表现方法, 使文章枯燥难读, 是不可取的。

关于赤平投影的原理和方法, 国内、外都有专文论述, 这里就不再单讲, 只是结合有关问题举些实例。

在构造解析中, 为了估价优选方位, 要求圆球面上的相等面积在投影图上也保持相等。因此通常在构造分析中采用等面积投影。而且多用下半球投影。等面积网的圆周叫基圆, 经线是大圆, 纬线为小圆, 网的两个直径是垂直于投影面的大圆 (图8-5)。还有一种极等面积网 (图8-6), 当大量线理的方位需要投绘时, 特别有用。

由于所有结构要素的形态, 都可由一系列变化的面或线来表现, 因之构造分析中所要求的图解并不复杂, 只有几种基本的投绘技术就能满足。例如表示褶面的两种投影法: 一

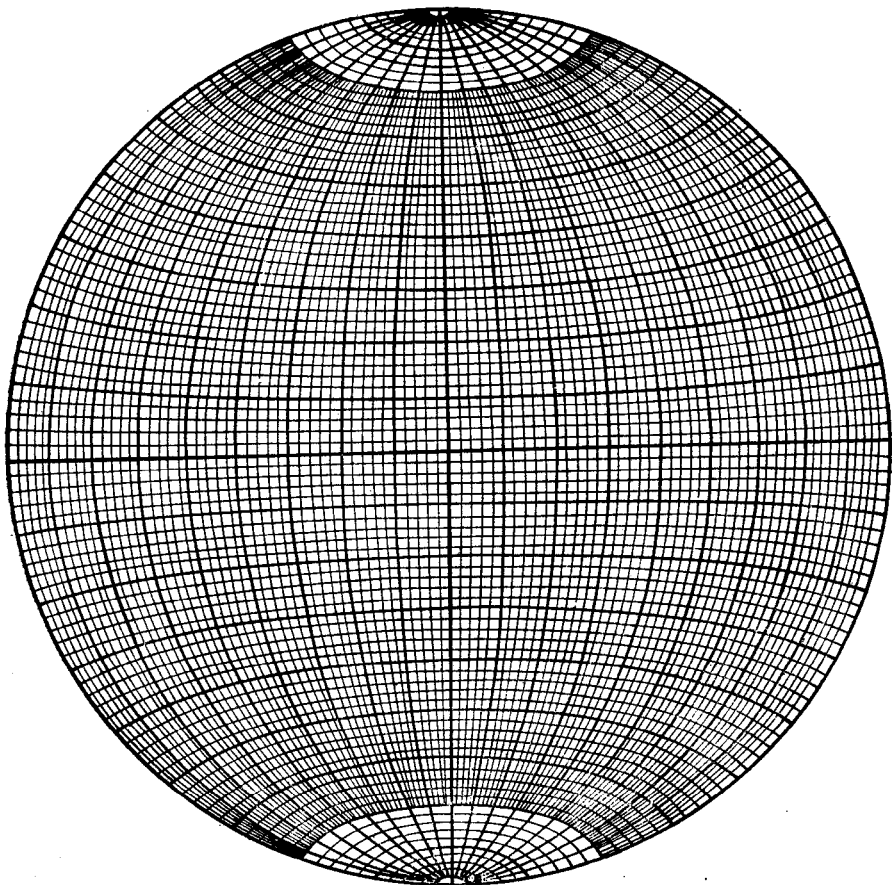


图 8-5 等面积投影网
(施密特网)

为最常用的面极点图解(或 π 图解,也可用 $\perp S$ 或 πS 表示),就是用面的法线作为点来投(图8-7)。在圆柱状褶皱地区,面的极点成一环带(图8-8d、e),通过它们画出最合适的大圆,称为“ π 圆”,它的极点就是 π 轴。另一种较少用的面大圆图解(或 β 图解),把所测量的每个面作为大圆来投,所有大圆轨迹相交于一点称 β 轴(图8-8a、b、c)。理论上讲,两法应用同样数据,得出的 β 和 π 轴应该完全相当(当然实际上并不完全这样),因为它们代表两种不同方式确定的构造的同一几何特性,用 B 表示证实了的褶皱轴, β 和 π 通常是相当于 B 的。

2. 方位图解的统计用途

等面积投影网上点的分布,构成一种优选方位的格式或者叫一个方位图解,代表面状或线状结构要素的优选方位的性质和程度。图中的随意分布没有集中的趋势,是统计地均匀结构,这种情况在自然界是很少的。大多数表示结构要素的方位图解具有明显的局部集中,均匀区段图解中点的分布有以下几种类型:

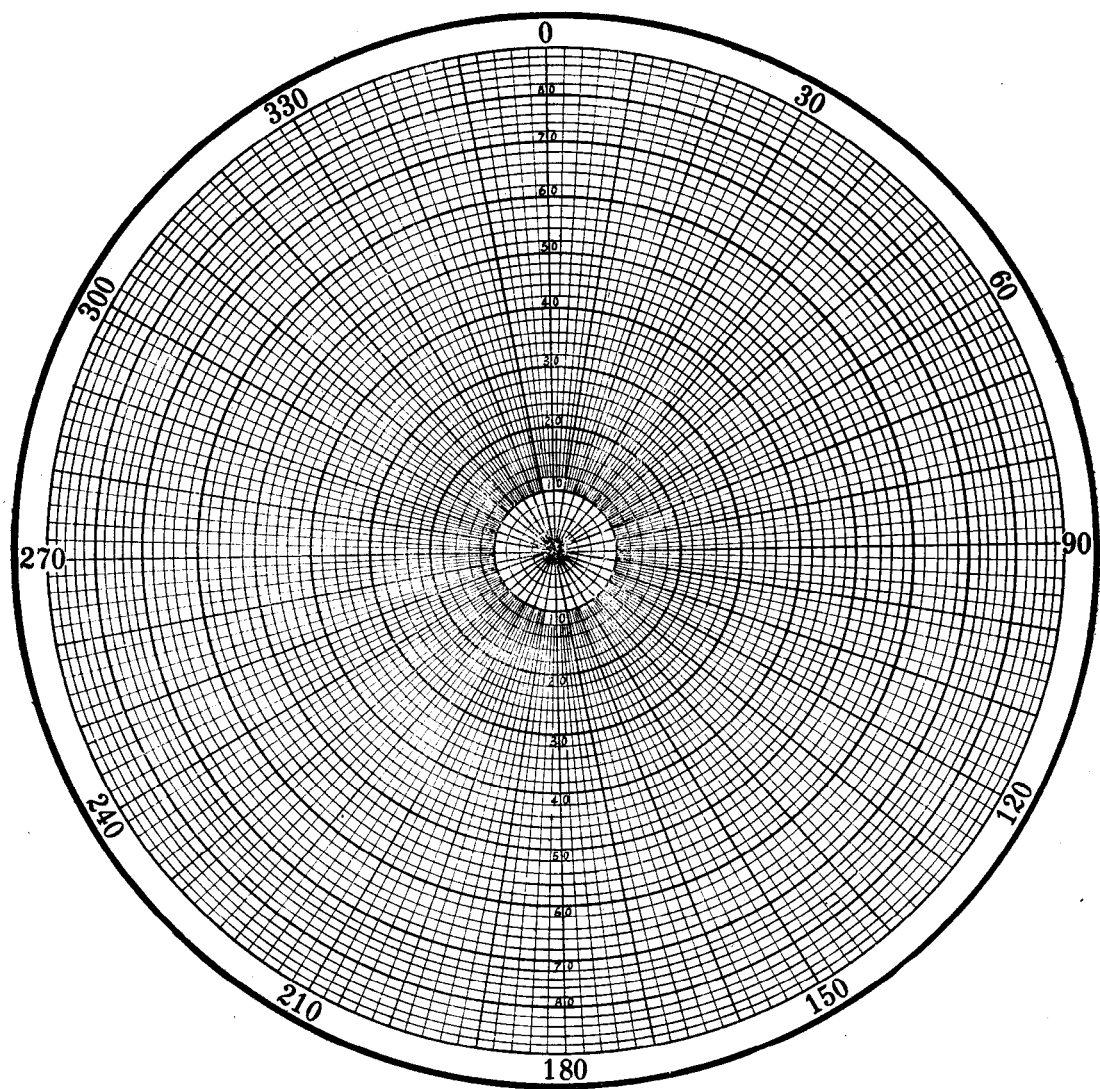


图 8-6 极等面积投影网