

高等学校試用教材

构造地质学及 地质制图学

成都地质学院編

只限学校內部使用



高等学校教材試用本



构造地质学及 地质制图学

成都地质学院編

中国工业出版社

本书系按矿产地质与勘探专业的“构造地质学及地质制图学”教学大纲要求编写的。

全书共分十三章，在介绍了有关地壳运动类型及其地壳构造关系，岩石变形力学原理后，系统地讲述了地壳各构造的形态特征、分类和野外研究、制图方法，并着重阐述地质构造力学成因及组合关系；同时对大地构造的基本概念也作了扼要而系统地讲述。最后，还简要介绍了本学科发展简史及今后发展方向。

全书附图片照片计 300 余幅，并另编有实验指导书，以供实验课之用。

本书除可作地质矿产与勘探专业和水文工程地质专业的课本外，并可供及其地质专业有关课程教学参考书。

构造地质学及地质制图学

成都地质学院编

*

地质部教育司教材编辑室编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 110 号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $14\frac{1}{2}$ ·字数 335,000

1961年11月北京第一版·1965年8月北京第四次印刷

印数 8,797~11,336·定价（科五）1.50 元

*

统一书号：K15165·1106(地质-74)

序 言

本书系按矿产地质及勘探专业的“构造地质学及地质制图学”教学大纲要求,根据北京、成都两地质学院近几年来所用的讲义,并参考了长春地质学院及有关院校地质系的教材而编写的。同时,本书对水文工程地质专业也适用。

为了使理论讲授和实验课密切配合,加强理论联系实际,在阐述各种构造形体的基本概念和分类描述之后,跟着即讲述有关野外研究和制图方法,在“地质制图学”部分,则着重介绍地质制图的基本原则和技术方法。需要指出的是:地质制图是以找矿为中心的综合性地质调查研究工作。但为了避免与该专业以后要学习的“地质测量与找矿”课程重复和由于某些课程(如水文地质学、地貌学及第四纪地质学等)尚未学习,故对有关找矿方法及专门性地质制图(如水文、地貌和第四纪地质观察和制图等)内容均予以精减,而归入有关课程中讲授。在此,我们本着地质制图作为地质构造研究方法之一来讲授,使全部课程更紧密结合成为整体。

根据生产和教学实践经验,本书对各种构造形态分类描述作了适当精减和调整,加强地质构造的成因分析(着重于形成力学机理),使学生不仅掌握构造形态的知识,并能从成因、地质构造形成机理去了解它们内在的本质的联系,从而了解其发生、发展和组合分布规律。为此,除适当讲述有关理论外,并在实验课中增加简单的构造模型力学实验,以配合理论讲授。据初步教学实践,尚能收到一定的良好效果。当然这仅仅是一个尝试。由于编者的学识水平所限,在这方面的内容尚不十分完整和成熟,至于在采用别人成果(如用B.B. 别洛乌索夫的)时,可能因理解不够而有错误。我们希望在今后在教学和生产实践中,不断加强这方面研究工作,使之逐渐完善起来。

本书编写后,经北京地质学院区域地质教研室及普地教研室部分老师审查,提出许多宝贵意见,并在北京地质学院领导和有关教师同志们热情地协助下(提供资料、讨论研究)进行了修改,使本书质量有所提高,在此谨向北京地质学院领导及参加审查的教师同志们志谢。

由于编者学识水平有限和编写修改时间均较仓促,本书一定尚存在不少缺点和错误,希使用本书的教师和同学多予指正,使之不断充实和提高。

成都地质学院普地教研室

1961年7月

目 录

序言

第一章 緒論1

- 第一节 构造地质学及地质制图学的研究
对象、任务、意义及其与其他科学
的关系1

- 第二节 关于地质图的一般知识3

第二章 地壳运动及地壳成层构造6

- 第一节 地壳运动及其类型6

- 第二节 沉积圈及其与升降运动的关系9

- 第三节 未經变动的成层岩层产状19

- 第四节 地壳运动与构造变动22

第三章 岩石形变的基本力学原理22

- 第一节 形变的概念23

- 第二节 应力的概念24

- 第三节 岩石的形变阶段及岩石的力学性质28

- 第四节 岩石形变的力学分析——变形椭
球体36

第四章 单斜岩层40

- 第一节 岩层的产状要素40

- 第二节 岩层的厚度和埋藏深度44

- 第三节 岩层露头形态及露头宽度47

- 第四节 单斜岩层的制图50

第五章 褶皱构造52

- 第一节 褶曲要素52

- 第二节 褶曲分类53

- 第三节 褶皱构造的类型61

- 第四节 褶皱构造的野外研究和制图64

第六章 断裂构造76

- 第一节 裂隙77

- 第二节 劈理87

- 第三节 断层91

第七章 岩浆岩区的构造及制图110

- 第一节 岩浆岩体的产状110

- 第二节 岩浆岩体的构造117

- 第三节 岩浆岩区构造的研究及制图123

第八章 变质岩区的构造和制图137

- 第一节 变质岩区的地质特征及其研究任
务137

- 第二节 变质岩系的构造138

- 第三节 变质岩发育地区的制图141

第九章 非构造变动146

- 第一节 重力作用形成的非构造变动146

- 第二节 化学作用形成的非构造变动149

- 第三节 冰川作用形成的非构造变动149

第十章 地质构造的力学成因的基本 概念150

- 第一节 褶皱构造的力学成因150

- 第二节 断裂构造的力学成因157

- 第三节 地质构造的形成和組合关系167

第十一章 大地构造的基本概念171

- 第一节 大地构造单元及其划分原則171

- 第二节 地槽区172

- 第三节 地台区182

- 第四节 过渡区188

- 第五节 深断裂192

- 第六节 地壳基本构造单元的发展方向194

第十二章 地质制图的基本原則和方 法197

- 第一节 地质制图的基本类型197

- 第二节 地质制图的室内准备时期197

- 第三节 地质制图的野外組織工作、工作
方法与技术199

- 第四节 航空照片在地质制图中的应用209

- 第五节 最終室内整理216

第十三章 构造地质学及地质制图学的 发展簡史219

- 第一节 国外构造地质学及地质制图学发
展簡史219

- 第二节 我国构造地质学及地质制图学簡
史223

- 第三节 构造地质学及地质制图学今后发
展方向226

第一章 緒 論

第一节 构造地質学及地質制图学的研究对象、任务、意义及其与其他科学的关系

一、构造地質学及地質制图学的研究对象和任务。

构造地質学和地質制图学的内容包括：构造地質学、大地构造基本概念及地質制图等三部分。

构造地質学和大地构造学的研究对象都是地壳的构造。构造地質学着重研究地壳中各种岩石所组成的各种地質构造形态特征，对各种构造形态进行描述、分析和分类，并对各种构造成因和分布规律加以探討；而大地构造学則着重研究地壳各种构造的組合、分布及其发生发展的规律，并闡明造成这些构造的地壳运动的规律、原因和运动史。构造地質学是大地构造学的研究基础和主要部分之一，故二者有着极为密切的关系。

組成地壳的各种岩石以不同形状、产状和一定几何关系有规律地組合和分布着。如在沉积岩区有水平岩层、傾斜岩层、褶皱、断层和裂隙等等；岩浆岩中有岩基、岩株、岩墙、岩床等等。它們各有其形态特征，并彼此有规律地組合和分布于地壳中。对这些地質构造进行調查研究，对它們进行观察描述和分类，并运用力学原理分析各种构造的形成和組合分布规律，从而了解它們之間在成因上的內在联系，这为构造地質学研究的任务。

地壳中任何一种构造現象都不是孤立的。因此，为了正确地、深入地認識和研究各种构造現象，就必须对广大区域甚至整个地壳的构造类型和特征有所認識，并对造成地壳地質构造的地壳运动的规律、运动发展历史特征有所了解。为此，在本課程的“大地构造基本概念”部分将簡要闡述这方面的概念。

地質制图学是研究地質构造的闡明方法和表現方法的一門学科。地質制图工作是認識和研究地質构造的基本方法，也是正确地进行找矿勘探以及一切地質調查研究工作的必要的手段。必須指出，地質制图不仅仅是編制地質图，它是一項綜合性調查研究工作。为了正确地認識和表示一个地区各种地質构造現象，寻找和查明矿产資源，必須对这个地区的地质层、岩石、岩浆活动、变质作用以及各种构造变动和有关地貌、水文地質、第四紀沉积等各种地質現象进行綜合观察和研究。最后，把所观察和测量的具体事实用地質图、地質剖面图、柱状图、立体图以及其它图件表示出来，并用文字加以描述和說明。本課程將論述进行地質制图工作的基本原則和方法。

构造地質学、大地构造学和地質制图学虽然研究对象不同，但它們之間是有着极为密切的联系。我們知道要研究一个地区的大地构造，首先要从观察研究各个小地区的每个单独的地質构造形态特征，只有在这个基础上才能認識和确定本区大地构造特征；而对各个构造形态特征的研究，就必须进行地質制图工作。当在进行地質制图工作的过程中，又必須应用构造地質学的知識，并应对該区大地构造的輪廓預先有所了解，才能正确地、順利地进行工作。由此可知这三部分是十分紧密联系的，所以把它們合并为一門課程統一讲授。

二、构造地質学及地質制图学在国民經济建設中的意义。

我国人民在偉大的中国共产党和毛主席领导下，在党的社会主义建設总路綫、大跃进和

人民公社三面紅旗的光輝照耀下，在党的以农业为基础，以工业为主导，优先发展重工业和迅速发展农业相結合的方針指导下，正在斗志昂揚、意气风发地进行着偉大的社会主义建設。由于社会主义工农业及其他事业的高速度的巨大发展，对地質工作提出了更加艰巨也更加光荣的任务，这就是要求及时的滿足工业和农业所需要的大量矿产资源和在农田水利、动力交通等各項建設中多、快、好、省地进行地質調查勘探工作。在这方面，地質构造的調查研究和地質制图工作有着十分重要的意义。

根据地質調查和生产实践証明，地壳中矿产的分布是受一定的地質构造控制的。如石油和天然气常分布于地壳的隆起构造部分，尤其在穹隆和背斜构造中，要找石油首先要找儲油构造。許多金属和非金属矿产的形成与岩漿侵入体及断裂构造有关。同时，許多已形成的矿产又常受到后来的构造运动的影响。如果我們在找矿勘探或开采时不首先研究和分析与矿产有关的构造，那就会使我們的工作失去指导方向，很可能把矿体漏掉，或在工作中給国家带来很大的浪費。

在地壳上不同的构造区或同一构造区的不同发展阶段形成了不同类型的矿产。因为地壳中的矿产都是与地壳构造的发生、发展及地壳运动有密切关系，只有对这些了解之后，才有可能对各个地区的矿产进行科学的預測和寻找。

地下水的类型和活动常受地質构造的控制。許多工程建筑常因地質构造未彻底解决而不能施工，即使施工了也将因地基不穩而使工程的进行和工程效用受到損失。因此，在进行水文地質和工程地質調查时，弄清地質构造条件是一項极为重要的任务。所以正确而全面地了解地質构造条件是正确进行設計和施工的重要依据之一。

为了对一个地区的构造和其他地質現象进行調查研究，就要进行地質制图工作。因此，地質制图是一切地質工作的极重要的一环，也是一項地質研究工作。地質图最主要的任务在于尽可能精确而完全地把一个地区的地質构造和地質現象表示出来。因此，地質图已經成为保証工农业获得矿产原料基地，为解决工农业建設，交通、动力建設以及国民經济其他各个部門的許多任务而不可缺少的重要資料。

这門課程和国民經济建設的实践既有如此密切的关系，因而在地質教育和地質勘探部門中占有重要的地位。

三、构造地質学及地質制图学与其他学科的关系。

辯証唯物主义教导我們說：“……自然界中任何一种現象，如果把它孤独拿来看，把它看作是与其周圍現象沒有联系的現象，那它就会是不可了解的东西，……”^①因此，为了正确地进行找矿和勘探，为了正确而全面地認識和研究地質构造，需要应用地質学的其他学科和其他部門科学的知識，另一方面，构造地質学及地質制图学的发展，又对那些有关的学科和科学在解决理論問題和实际問題时給以帮助和促进。例如在进行沉积岩区的构造研究和制图时，就要首先查明岩层生成順序和时代，这就必須具有古生物学、地层学和地史学的知識；組成地壳的各种岩石，是各种地質构造的物質基础，为了查明各种地質构造的发生发展和分布規律，就需要应用岩石学、岩相学的資料；一个地区的地貌形态、成因和发展与該区地質构造有着密切的关系。一个地区的地貌特征常常反映了該区的岩石性質和地質构造特征。因在野外进行地質构造調查研究时，利用地貌学的知識有着重大意义。地形图是編制任何地

① 斯大林：《列宁主义問題》人民出版社 1953 年版 839 頁。

质图的基础,要正确而順利的进行地质制图工作,要求我們具有地形测量与地形制图学的基本知識和熟練的技术。构造地质学及地质制图学的基本任务与最終目的是为了找矿,因此,只有具有矿床学的丰富知識,才能更好地完成国家給与地质工作者的光荣任务。

科学在不断地发展,新的研究方法和技术在不断产生和日益完善。由于有关的其他理論和技术科学的发展,在地质科学中产生一些新的边缘学科,这不仅促使地质学的发展,也对其他理論和技术科学的发展起了促进和启发作用。为了研究地壳中各种构造的形成过程。查明組成地质构造的物质运动規律,即地壳中岩层的形变和破坏的物理作用,那就必須应用現代物理学、力学原理的理論和实验方法。从而产生了构造物理学或地质力学,成为构造地质学和大地构造学的新的研究和发展方向。为了查明地下深处构造和矿产,地球物理勘探方法在地质构造調查研究中已成为最重要的工具。又如在大地測量中航空方法的发展,也使得在地质制图上广泛地应用并日益完善。

近年由于地球化学,放射性和同位素地质学以及实验科学的迅速发展,不仅提高了地质科学研究的准确和定量程度,同时也使有可能对陆地的掩盖地区、地壳深部和海洋底部进行直接和間接的考察研究,这方面也就促使了构造地质学及地质制图学的新的发展。

可見,构造地质学及地质制图学与地质学的其他学科和其他理論技术科学有着密切的关系。同时,它本身也是一項科学生产工作。为了正确地进行地质构造研究和地质制图工作,要求工作者具备丰富的、精深的科学理論和技术知識。

第二节 关于地质图的一般知識

一、地质图的概念

地质图是用規定符号将某部分地壳的地质組成表示在地形图上的一种图件。地质图不仅要表示地面上分布的岩层及其組成的构造,而且要把地下深部的构造反映出来。

必須指出,在一张地质图上是 impossible 把所有各种地质現象都表示出来的。例如,一幅地质图是不可能把一个地区中岩层的时代、岩性成分、地面构造及地下深处产状,矿产以及矿质和矿量,地下水及其供应量和质量等所有这些資料都表示在一张图上,否則这幅图就过分繁杂而无法閱讀了。因此,在进行綜合性地质制图时,通常編制各种性质不同的图,来反映与表現各种不同的現象。有时,一幅图也表示几种不同的現象,但这些現象必須在成因上是十分密切相关的。

地质图不仅要表示地面地层的分布和构造情况,而且要提供这些地层和构造的发育和发展情况。就是說,地质图必須貫穿着历史的观点。地质图虽然是一幅用各种符号构成的图画,但应当看作是活生生的地质实际的反映。必須从用一整套符号、顏色和各种綫条所表示在图上的地质現象中看出它們的本质及彼此間的联系,并且要力求看出那些沒有直接在图上表示出来,然而却由整个图形决定了的現象。一看地质图,要能够把图上各种顏色和綫条了解为构成某种地形的岩石,把描繪在图上的矿产符号看作是与祖国的繁荣与幸福有关的矿物原料的产地。

可見,地质图乃是一种最重要的图件,是表示一切地质現象的相当好的方式。可是,不論图編得怎样好,但在以历史的观点表明地质現象的发展上是远逊于文字說明的。例如,为了說明某一类岩石的变质作用,必須編制一套图。然而所有这些图都不能代替描写这些現象的文字。因此,只有地质图、地质图的文字說明以及其他地质图表合在一起,才是表示地

質构造的完整的文件。

地質制图的内容和方法,因制图比例尺、任务、构造、地形、野外工作条件以及基岩的出露情况的不同而不同。关于这方面将在制图部分詳細討論。

为了对一个地区的各种地質現象进行全面的研究,就要进行綜合性地質測量。綜合性地質測量的結果分別表示在各种类型的地質图上。最基本的地質图类型有:地質图、岩石岩性图、古地理图、地貌图、第四紀地質图、构造地質图、大地构造图、矿产图、水文地質图、工程地質图及地球物理图等。其中每幅图都是表現該区某一种地質現象。这些不同类型、不同性质的地質图,是为滿足国民經济各方面的需要而編制的。由于国民經济各方面的发展需要和地質制图学的发展(尤其專門性地質調查制图工作的发展),无疑还会出现更多的新的类型的地質图。

地質图的类型虽然很多,但最基本还是編制地質图、剖面图、柱状图及构造地質图,这些图都是根据地层学、岩石学以及构造地質学的原則編制的。这些图的編制方法正是这门課程討論的主要对象。

二、地質图的基本内容及規格

关于如何編制地質图,我們将在整个課程中,先其在地質制图部分及实习課中将要詳細討論。这里,我們只談一談地質图的内容及其裝飾,作为构造地質及地質制图这门課程的引子。

現在我們来談談地質图的規格。

地質图虽然是在地形图上編制的,但是地質图上应注明比例尺。如果是国际分幅中的一幅,应在图名下面加上国际代号。例如百万分之一北京幅的图名下面注上J-50。有时可以写在一排或置于括号之内。此外,应加上經緯度。如果不是国际分幅中的一幅,而且是大比例尺图的話,可以不注上經緯度。有等高綫时,要在图框外注明等高距。

在一幅地質图上应有图名。图名經常用大字写成整齐美观的标题。图名应反映是什么区域、什么地段的图,然后指出图的类型。如北京西山地質图、苏联烏拉尔地質图等等。如果大比例尺地質图所表示的地区并不是一般人所知道的,那末为了清楚起見,在小地名前面加上包括作图区地段更大的地名或地区,如中国鞍山弓长岭地質图,或写作弓长岭(中国鞍山)地質图。

在图名下面或图框外面應該注上制图人和制图年月。如果图是根据不同人的調查材料編制的,則在图框外注明所引用的地質图及其作者、編制年月以及比例尺。

图例是每一幅地質图不可缺少的重要部分。图例包括有地层时代符号、岩石或岩性符号、构造或大地构造符号。如为專門地質图則有專門地質图的图例,如第四紀地質图或地貌图上均有相应的图例。

地質图是根据地层年代原則編制的。在这种图上表明不同时代岩石的分布情况,因而也反映了岩层的成层順序和构造。

在地質图上一般用不同的顏色以及字母和数字来表明岩层的时代。世界上大多数国家作地質图时所应用的岩层时代的顏色和代号,是由 A. И. 卡宾斯基制定,并經 1881—1900 年国际地質會議通过的。解放后,由于我国地質科学的重大发展,1959 年 11 月召开了全国地层會議,討論我国地层及地質时代的划分,制定了适合我国实际情况的地层符号。

地层順序的最大单位是界,太古界最老,代号为[A₁];其次是元古界,代号为[P₁];接着

是古生界,代号为 $[P_2]$,中生界代号为 $[M_2]$,最后是最年青的新生界,代号为 $[K_2]$ 。界又分成系,太古界和元古界到目前为止,国际地质学会还没有核定两界的划分单位。太古界和元古界统称前寒武界($A_n\epsilon$)。太古界一般用玫瑰红色代表,元古界用玫瑰色代表。在我国第一次区域地质测量会议上,黄汲清根据国际惯例,建议太古界用暗玫瑰色,元古界用玫瑰色。

古生界分为七个系。自老而新划分如下:震旦系,符号是 Z ,用深蓝色;寒武系,符号是 ϵ ,用紫红色,黄汲清建议用橄榄绿色,以便更明显地与前寒武系区分;奥陶系,符号是 O ,用暗绿色代表;志留系,符号是 S ,用深绿色代表;泥盆系,符号 D ,用棕色代表;石炭系,用 C 表示,用灰色和蓝灰色;二迭系的符号是 P ,用鲜明的棕橙色表示。

中生界分成三个系。三迭系符号是 T ,用紫红色;侏罗系符号是 J ,用鲜蓝色表示;白垩系符号是 K ,用鲜绿色表示。

新生界分为两个系。第三系的符号是 R ,用黄色表示;第四系符号为 Q ,用鱼白色或十分浅的蓝色表示。在地质实践中,已把第三系划为两个独立的亚系了,即下第三系和上第三系。下第三系符号 E ,以深黄色表示,上第三系符号是 N ,以鲜黄色表示。

所有的系又分成统,每一系分为三个统或两个统。其中除二迭系、白垩系和上第三系分两个统外,其余均划分为三个统。三分时为下统、中统、上统。二分时为上统、下统。而第四系常划分为四个统。统的颜色和系的颜色相同,但下统的颜色比中统的深,中统又比上统的深。统的代号是在系的代号右下角加上一个数字。例如泥盆纪下统是 D_1 ,中统是 D_2 、上统是 D_3 ;如果二分,白垩下统是 K_1 ,上统是 K_2 。

统又分成阶,每一统分几个阶因地区不同而不同,没有统一的分法。例如华北寒武系下统分为两个阶。阶的颜色和系、统的颜色一样,只是在颜色的深浅或符号线条的疏密上有所不同,但时代老的仍然是比较浓而深,时代新的仍是淡而浅。阶的代号在统的代号右上角加上数字,如下寒武系的阶的单位是 $\epsilon_1^1, \epsilon_2^2$ 。有时阶的代号是在统的代号后面加上建阶地名的第一个或两个汉语拼音字母,如华北寒武纪上统(炒米店统)分为简山阶(ϵ_{3g})、长山阶(ϵ_{3c})、凤山阶(ϵ_{3f})。

对于在年代上包括两个相邻的统或两个系的地区分层(岩系、岩组),其符号是用两个统或两个系的符号。如表示包括整个寒武系和奥陶系总合的符号是 $\epsilon+O$ 。表示包括寒武系和奥陶系的邻接部分,其符号用 $\epsilon-O$ 。表示两个统的总合或两个统的邻接部分,其符号为 C_2+3 和 C_2-3 。如果一套岩系,时代不能肯定,如不能肯定是寒武系还是奥陶系,则用 ϵ/O 。

喷出岩的色谱,在新生界以前的用相应的地层时代的颜色,对新生界的喷出岩,采用浓艳颜色。其符号由两个代号合在一起,一是代表岩石,一是代表时代,如上白垩纪玄武岩写作 βK_2 。

现在我们把时代不能确定的岩石的色谱谈一谈。这主要是岩浆岩类。岩浆岩一般用大红大绿表示。花岗岩符号是 γ ,正长岩符号是 ξ ,闪长岩是 δ ,辉长岩符号是 ν 。斑岩符号是 π ,流纹岩符号是 λ ,玄武岩符号是 β ,安山岩符号是 α 。酸性岩浆岩用红色表示、基性的用深绿色表示、超基性用深紫色表示、碱性用橘黄色表示。变质岩一般染成玫瑰色,用字母 M 表示。

岩浆岩的时代如果已知,也可以在其符号后加上岩浆岩的相应的时代符号,如上石炭纪花岗岩(γC_3)。

在地质图上,按时代划分的任何有颜色部分,不论这部分的大小如何,都应注明时代的

符号。如果图上没有在所有孤立的部分上都注明时代符号,那末地质图退了色,未注上符号的部分就不能确定其时代了。

在图例表中,时代、岩石和构造的符号的位置有一定的顺序。

图例中颜色符号常染在大小 $1 \times 1\frac{1}{2}$ 或 1×2 厘米长方形格子里。有时格子更小一些。相互隔开,排成一行或一行。颜色符号的左面注明时代标记,右面指明地层时代,有时也指明岩石。时代符号可注在长方形的内部色底子上。长方形的左边用文字表明岩石的时代,指出界、系、统、阶。在图例中,图例符号自上而下是自新而老。时代没有确定的岩浆岩的符号,或一般说来不作为地层单位,常排在地层图例的后面或另作一单独的表。所有岩浆岩按酸性高低分为三类或四类,按硅酸量减少的顺序排列起来。因此,首先是花岗岩,而后是正长岩、闪长岩、辉长岩和橄榄岩及其他类岩石。与其相当的喷出岩也根据这一原则排在侵入岩之后。

变质岩的图例通常排在岩浆岩图例的后面,按变质程度深浅排列。

假如全部岩浆岩根据形成的时代,在地质年代表中找到一定的位置,那末其图例应该放在地层图例表中,而不单独列为一组。如喷出岩时代已定,则按时代顺序排列。图例中的构造图例放在地层和岩石图例的后面,排列的顺序没有一定,通常按普遍性和重要性排列。矿产符号一般放在图例的末端,在构造符号的后面。

在某些地质图上,除了颜色符号以外,还有线条岩性符号。在这种情况下,或是把岩性符号划在颜色符号上面,或是把长方形分为两部分,一部分染时代的颜色,一部分画岩石的线条符号。符号的说明中,应说明岩石的特征、时代和名称。

图例表的位置一般在图的右边或下边。如在图的下面,那末排成一横排,自左向右自新而老。或是先排成几竖行,各竖行的排列自上而下、自左而右是自新而老。如放在图的右面,则成柱子形式,自上而下自新而老。如果在图框内有空白部分,图例也可以放在这片空白部分上。地质图上所有岩层或制图单位和符号均应有图例。

选择图例应该很细致。作地质构造复杂地区地质图时,地质图的时代符号和线条符号要反映出地质构造。如果符号挑选不好,则不能清楚地反映出构造来。

我们讲到了地质图的最主要要素,没有这些,地质图就是没有完成的,或是不能使用的。至于其他各种图,如柱状图、剖面图、将在以后各章或实习指导书中讨论。

第二章 地壳运动及地壳成层构造

第一节 地壳运动及其类型

一、地壳运动的概念

地壳自形成以来,它的各个部分,各个质点,自始至终都在长期缓慢的运动着,促使了地壳结构的不断的变化和发展。这种引起地壳结构改变的地壳或地球深部物质的运动和作用叫做地壳运动。它是地球内力地质作用表现形式之一。

地壳运动控制着地球表面海陆分布的轮廓,并引起各种各样的地质作用(如剥蚀作用、沉积作用、岩浆活动等)的发生和发展。同时使地壳上的原始水平岩层大多改变了自己的原

始产状,形成各种各样的构造形态(如岩层的弯曲和破裂)。也就是說,地壳上的各种地质构造是地壳运动的結果。因而,在一定意义上又把地壳运动称为构造运动。

构造运动在漫长的地质历史时期中以至现代,都在不断的发生和进行着。根据构造运动发生的时间、性质和特点以及研究方法的不同,可以划分为古代构造运动和新构造运动。古代构造运动是指新第三纪以前各地质时期所发生和进行的一切地壳运动;而新构造运动是指新第三纪到现代还在进行着的地壳运动。它对于现代地形的形成,海陆分布和沉积物性质起着主导的作用。由于它的研究任务和方法的特殊,不属本学科讨论范畴。然而新构造运动是古代构造运动的继续和发展,从运动基本类型和特点来看,它们有其一致性。

二、地壳运动的类型:

地质构造是由于地壳运动而使岩层变形的結果。要很好地分析研究构造的形成和分布的规律,必须对地壳运动的原因及类型加以探讨。关于地壳运动类型的划分,许多地质学家曾作过不少的努力。但由于对地球发展的真实历史以及地壳运动发生的根本原因还知道得不多,至今还未能提出按其成因来划分构造运动的类型的方案。同时,由于地壳运动规模的巨大,性质的复杂,即使按照构造运动所显示的特点来进行分类,也存在着许多分歧。

目前,多数学者认为,地壳运动可以分为两大基本类型:

(一)升降运动(振荡运动):即辐射线方向的运动,地壳物质沿着地球半径方向移动。它表现为地壳的上拱和下拗,并形成大型的构造隆起和拗陷。

(二)水平运动:地壳物质沿着大地水准球面的切线方向的运动,即大致平行于地球表面的运动。它表现为地壳岩层的水平移动,如强烈而巨大的褶皱构造及平移断层的形成。

还有一些学者提出所谓“斜向运动”,就是岩石沿着垂直和水平之间的方向移动,即与地球半径斜交方向的运动。

究竟以那个运动为主,目前尚无一致看法。我们认为花样繁多的地质构造说明了地壳运动类型的复杂。在地壳不同区域,不同的地质时期,具有不同的性质。但各种运动间又存在着内在联系。因而不能片面强调某类型而忽略另一类型。当然在不同区域或不同时期,不同类型的运动其表现的强度是有主次之分的。

在一些文献里,尤其是旧的文献和资本主义国家的地质文献里,常常可以看到“造山运动”和“造陆运动”这样的名词。所谓造山运动是指作用急速,引起构造形态改变的运动;而造陆运动是指作用缓慢宁静,不引起构造形态改变的运动。这种把地壳运动截然划分为急速的与缓慢宁静的,以及引起构造形态改变和不引起构造形态改变的看法是过于机械。此外,造陆运动是大面积的上升与下降,上升可以造成陆地,下降则相应造成海洋,所以用造陆运动来表明地壳大面积的缓慢升降是不恰当的。至于造山运动,主要是形成褶皱与断裂,但并不一定造成山。山的形成正是造陆运动(上升)的结果。因此“造陆运动”和“造山运动”这两个术语显然不能反映地壳运动的真象,而在地质科学中逐渐被抛弃了。但是,造陆运动的含义,能体现地壳上大型的隆起和拗陷,说明了辐射方向的运动;造山运动的含义,能体现褶皱山脉的构造形成,说明了切线方向的运动。因而至今还有些人采用这种术语。

三、地壳的升降运动

地壳上的每一质点都在不断地运动着。它们的运动方向和方式虽各有不同,但主要运动之一是沿地球半径方向的升降运动(或称振荡运动、垂直运动)。依照苏联学者B. B. 别洛乌索夫的意见,升降运动是基本的、原生的地壳运动,并有一系列的特性,这些特性从地质剖

面資料的分析得到認識：

(一) 普遍性和永恒性：地殼的升降運動在地球表面的任何角落都在進行着，這就是普遍性。升降運動的永恒性表現在自地球形成以來(甚至在形成過程中)一直是不間斷的進行着。通過對地質剖面的研究及現代地形的起伏，就可以證明這一點。也就是說，在任何地方和任何時期，地殼始終不是靜止的，而是在不斷地緩慢地上下運動着。

(二) 迴歸性：地殼的上升和下降的運動在同一地點逐漸互相交替：上升為下降所代替，下降又代替了上升。這種現象稱為升降運動的迴歸性。

必須指出：在上升和下降運動的交替的過程中，地殼的隆起與拗陷的範圍、形狀、位置和速度都在不斷的改變着。因此，迴歸性不是地殼簡單的“擺動”，而是一種複雜的、在時間上不斷變化的過程。

(三) 周期性：它是升降運動的重要特性。地球上雖然同時存在有上升和沉降的區域，但是向上或向下的運動，大部分對相反的運動占優勢，這種占優勢的情況，周期地從一個運動轉移到另一個運動。

在升降運動的發展過程中，有時上升占優勢，有時沉降占優勢。這種上升下降的變化，在時間上有一定的規律，可以形成某些正常的周期。這種現象表現在存在於地球歷史中的大節奏或大周期的出現，每一個大周期大約為一億五千萬年。在一個周期開始時，上升對沉降占絕對優勢，沉降區域很少，上升部分很大。然後，下降運動逐漸占優勢，在周期中段下降占絕對優勢，沉降區域擴大，拗陷加深。到了周期的終期，上升又占優勢，此後又開始了新的周期。

(四) 複雜性：升降運動的複雜性表現在較小的升降運動重迭在較大的升降運動上面。所以某一地區在普遍隆起時期，會有個別短期的下降，或是在普遍下降的時期，同時有局部地區的隆起。許多地質學家把不同級別的升降運動給與不同的名稱。B. E. 哈英把引起極為廣大地區或全球性的升降運動稱為升降運動(或“普遍振蕩”)。地殼上不同地區的具有大振幅和比較大速度的升降運動稱為波狀運動。其次在波狀運動之上又迭加着時間更短，振幅及涉及範圍更小的升降運動稱為脈狀運動。而脈狀運動有時又為更次級的升降運動所複雜化。各級升降運動可在同一地區出現，它們結合起來，形成一幅十分複雜的升降運動圖畫(圖1)。

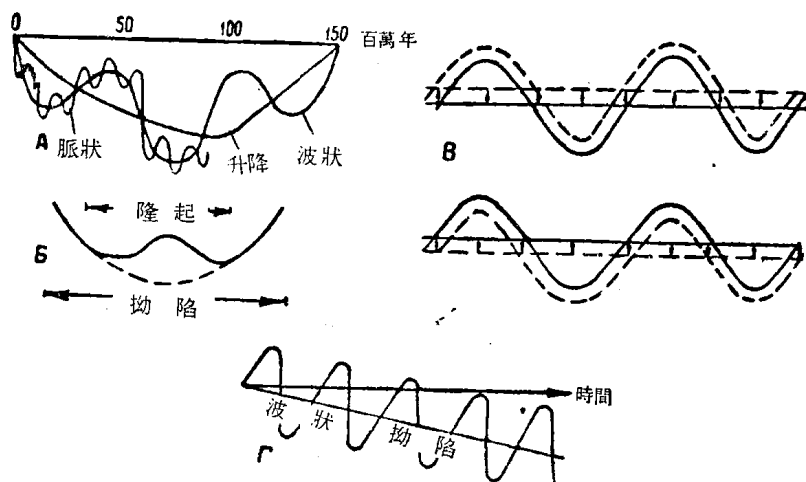


圖1 各級升降運動的相互結合與干擾

由于地壳不停的上升与下降，尤其在下降过程中，形成了拗陷，在一定地区便发生了沉积，形成了沉积岩层，构成了地壳的沉积圈。沉积圈是地质构造的物质基础，是我们研究的对象。下面我们将讨论沉积圈形成与升降运动的关系问题。

第二节 沉积圈及其与升降运动的关系

一、层与岩层：

“层”与“岩层”至今在地质学中还没有一个公认的定义。过去人们把两个平行的或近似平行的面所限制的某种岩石所构成的地质体都称之为岩层，而将层与岩层混为一谈。1953年在莫斯科召开了有关沉积岩石学问题的全苏讨论会以后，开始把层与岩层的概念严格地划定了范围，把它们当作是在成因上和形态上都不相同的两种地质体。

地壳中沉积层这两个最基本组成部分的划分，不仅有理论上的意义，而且在进行地质测量，阐明岩石产状及其进行矿产寻找和勘探方面，也都有着实用的意义。现在就成因上和形态上来讨论一下层和岩层的概念。

无论在陆地上还是在水盆地中的沉积岩其形成过程就是内力作用和外力作用相互结合与相互作用的过程。内力作用主要是指升降运动，升降运动的波状运动造成了地壳表面的巨大隆起和拗陷，形成了大的侵蚀单位和沉积单位。而外力作用主要是趋向破坏隆起的地形，破坏岩石和制造沉积物质，并且把这些破坏了的产物搬运到沉积盆地中去，将拗陷地形填起来。

在影响沉积岩形成的外力因素方面，气候与地形起着重要的作用，因为气候与地形往往在很大程度上同时决定着岩石的破坏、搬运和沉积条件。由此可见在地壳发展的一个短暂的时期中，沉积物的性质及其在空间上的分布，首先决定于自然地理环境，也就是决定于一个地区的地势、岩石破坏过程的速度及其产物，决定于地质外营力，也决定于沉积物的堆积和再冲刷条件和生物对沉积层形成的影响，所有这些都是外力因素。

而这些外力因素，又基本上受内力作用决定。例如波状运动，造成了地壳的沉积单位（沉积盆地）与侵蚀单位（隆起的地区），隆起地区的剥蚀速度基本上决定于上升速度，可见内力与外力是相互制约、相互影响而又以内力作用作为主导因素，这就是造成成层地壳的两个作用力的相互关系。

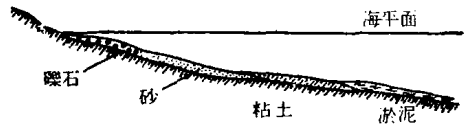


图2 沿海岸带沉积物堆积的概要图

内力与外力控制着岩层与层的形成。例如某一盆地处在地球逐渐下降的过程中，沉积了一个岩层，通常在沉积盆地边缘形成了砾岩，向盆地中心逐渐过渡为砂岩和页岩（图2），这样形成的砾岩，砂岩或页岩，都是一个岩层，每一个岩层在岩性上是基本一致的。但是，如果对砂岩层或页岩层仔细观察的时候，还可看到该岩层的岩性并不是固定不变的。在成分、颜色、粒度都是一致的一个砂岩层中，又有粗粒细粒之分，或颜色有深浅之分，或含的有机质有多少之分。这些差异显示了该岩层中包括着若干层。甚至在岩性很相似的各个层中，下一层的顶部与上一层的底部在岩性上也有差异。这些差异不是受地壳运动的影响，而主要是由于沉积过程中沉积物质的改变。这种沉积物质的改变是受外力作用因素所支配的，也就是随着外力作用因素改变而变化的。这样一个在外力作用的影响下形成的性质相当一致的沉积物就称为层。所以层是在外力作用影响下形成的，例如季节的变化，——风及水流的，

改变,气候的改变影响到被搬运来的沉积物的物质不同,因而就造成了不同的层。

如果地壳的缓慢下降为一次较快的上升所中断,然后又继续缓慢下降,这时的自然地理环境已与前有所不同,那末就形成一个新的岩层。这个新的岩层在岩性上已经与前者不同了。在这个新岩层形成过程中,又可由于外力作用的不同,而产生一套岩性上基本相同但稍有差异的层。所以岩层就是由于升降运动造成的沉积单位,由一套岩性基本相同的层所组成。整个岩层往往在颜色、成分和结构等方面,具有一种或几种特征。因此一个岩层一定是同一时代的产物,但岩层的不同部位则可由不同的成分所构成。

由上可知,层与岩层在成因上是不相同的。岩层是沉积圈的基本地层单位和岩性单位。层组成了岩层,一个岩层通常是由若干层组成,但也可以由一个层组成。

层与岩层通常被理解为是由两个平行的或近似平行的面所限制的某种岩石所组成的地质体。上边的面称顶面,下边的面称底面。对于相互重迭着的岩层或层来说,上一层的底面即为下一层的顶面。人们把有平行界面的岩石称为成层的或层状岩石。

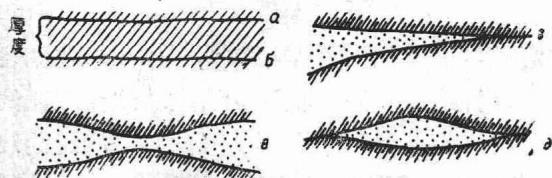


图3 层与岩层的厚度及其形态

a—顶面; b—底面; c—变薄; d—尖灭; e—透镜体。

层与岩层的厚薄就是其厚度。通常是根

据顶面到底面间的垂直距离来计算(图3)。上下层面大致平行的扁平地质体有时在一个方向上变薄了,甚至厚度渐趋于零,造成尖灭现象(图3右上)。也可能在两个方向上均发生尖灭,形成一个透镜体(图3右下)。

二、层理及其类型:

(一)层理的概念: 地壳的沉积圈是由各种不同的岩层及其包含的层组成的。每个层与岩层都有两个层面,两个层或岩层之间层面便是其分界面。许多的层或岩层均由其间的界面所分开。使一套层或岩层具有成层的性质,这种性质叫做层理。层理是地壳沉积圈的成层构造。

对于层理这个概念还没有一个统一的定义,有人认为层理就是沉积物在柱状剖面上岩性非均一的现象(在颜色上、成分上、组织上颗粒排列上等)。H. B. 瓦索耶维奇认为层理是沉积物的原生性质在柱状剖面上(时间上)全面的表现。M. C. 什维佐夫和B. A. 阿普洛道夫均指出层理包含两个内容:一是组成岩层与层的物质;一是限制岩层和层的层面。由于组成岩层或层的物质的改变(如成分、结构和颜色等)乃引起了分界面——层面的出现。对于层来说引起层面出现的原因主要是由于自然地理条件,即外力促成的;而对于岩层则是地壳运动,即内力促成的。

(二)层理的类型: 层理可以从层的厚度、层理的几何形态、层理的成因等方面分为以下类型:

1. 根据层理间的间距,即层的厚度可以分为:

- (1)巨厚层: 厚度在100厘米以上。
- (2)厚层: 厚度自50厘米至100厘米。
- (3)中厚层: 厚度自10至50厘米。
- (4)薄层: 厚度自2至10厘米。
- (5)叶片层: 厚度自0.2至2厘米。
- (6)微细层: 厚度在0.2厘米以下。

2. 根据几何形态: Л. Н. 波特維金娜作了下列分类:

- (1) 平行层理——层理平直, 各层排列彼此平行, 且与层面平行(图 4a)。
- (2) 波状层理——层理成波状, 大致与层面平行(图 4б)。
- (3) 交错层理——平直的或曲线形状层理系互相交错, 小层理与岩层面成各种角度(图 4в)。



图 4 层理的形态分类(根据 Л. Н. 波特維金娜)

a—水平层理; б—交错层理; в—波状层理。

3. 根据层理的成因可以分为: 风成的、流水的、冰水的、静水的层理等。它们都各具有自己的特征。

(三) 层理的识别及其意义: 一般说来, 明显清晰的层理是容易查明的。但在岩石层理隐蔽的情况下识别层理就会有一定的困难。在层理隐蔽的地区工作时, 就要根据如下一些标志来确定层理: 第一、研究岩石结构上的变化, 即颗粒粗细的变化, 如发现粗细颗粒相间成层, 则显示出层理。有时扁平砾石或扁平的原生结核排列成带, 或云母片呈面状分布等均可显示出层理。特别是后者在块状砂岩中为确定层理位置的珍贵的标志; 第二、根据岩石的颜色, 有时会在层理隐蔽的一套岩层中看到一层或数层颜色不同的夹层或条带, 也可作为判别层理的标志; 第三、由岩性特殊的夹层可以作为判断层理的标志, 如砂岩中的一层砾岩, 或石灰岩中的一层页岩; 第四、在裂隙隐蔽了层理的情况下, 可以对一个分界面加以追索, 如该面延续很远, 则是层理。如果延续不远即中断, 则是裂隙; 第五、根据岩层的一些层面特征, 如缝合线、波痕、泥裂、雨痕等现象, 帮助找寻层理。

以上所举的几点, 并不能概括识别层理的所有标志。在野外根据层面或岩层的特点对层理进行识别时, 要仔细观察和分析。

层理是沉积岩的最基本特征, 是表明沉积条件的重要标志之一。在沉积岩区研究构造和制图时首先必须查明层理。只有找出层理才有可能确定岩层的产状, 厚度和成层顺序, 从而得出正确的地质构造结论。

对层面特征和层理进行详细研究, 帮助确定岩层的成层顺序有着重大的意义, 下面谈谈如何根据层面特征及不同层理, 来确定岩层的上下层面及新老关系。

泥裂: 是由于充满水的泥质及石灰质淤泥发生干燥和凝固的结果而在岩层面上形成的网状龟裂面。裂纹上部开阔向下变窄尖灭, 泥裂指向下方则为正常层位(图 5)。

雨痕: 细粒沉积岩表面常有不大的浅圆坑, 是雨点打在疏松沉积物上留下的印痕。浅圆坑凹向顶面, 所以浅圆坑可指出岩层的正反。

波痕: 波痕有两种: 一为静水波痕; 一为流水波痕。它是流水和波浪搅动在尚未固结的松散物质所产生的波状起伏的表面构造。静水波痕是由一些向下拗的宽阔平缓的对称浅槽

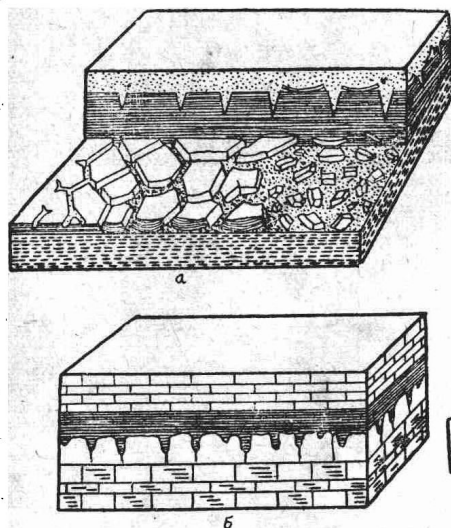


图5 层理面上的泥裂

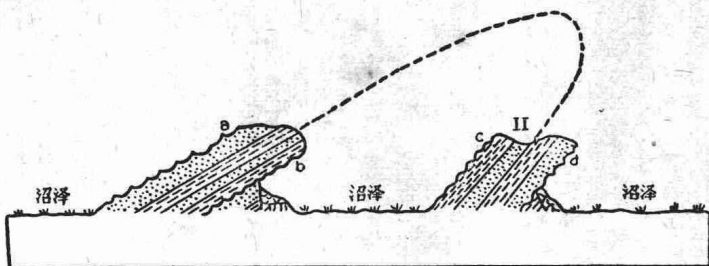


图6 根据波痕决定岩层顺序(根据毕令斯)

組成,两个淺槽相交成为一个尖棱突起。尖棱向上为正常岩层,尖棱向下则为倒轉岩层(图6)。

交錯层: 交錯层一般在砂岩中发育。每一个交錯层的最上端通常与真层理成很大的角度相交,而其最下端基本上平行于真层理。因此,交錯层在上部突然中断,在下部与真层理相切。

用交錯层鉴别岩层的頂面与底面的情形清楚地表示在图7上。

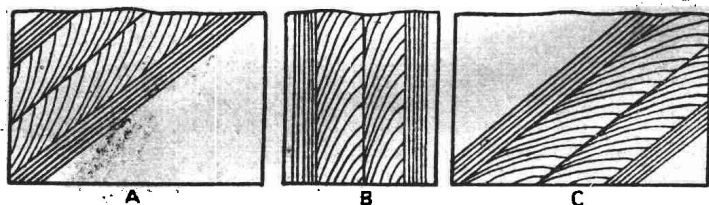


图7

A—岩层是正常的; B—頂面在右面; C—岩层是倒轉的。

层理的递变: 一个薄层中的顆粒往往从底面到頂面逐渐变細(图8A),这种特征称为层理递变。利用层理递变,也可帮助确定岩层的頂底面(图8B、C、D)。但这种方法并不十分可靠,尤其是在砾岩之类的粗粒沉积岩中,例外的情况很多。故只能作为参考。

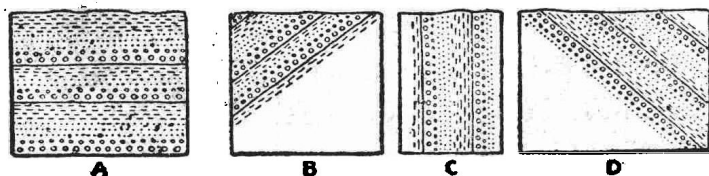


图8 层理递变(根据毕令斯)

A、B—正常岩层; C—頂面在右面; D—倒轉岩层。

对层面及层理的特征的研究,在确定构造及地質制图中有很大的实际意义。在野外工作过程中应給予足够的重視。