



国家改革发展示范学校重点专业建设成果
地质调查与找矿专业教材

构造地质一体化教程

STRUCTURAL GEOLOGY INTEGRATION TUTORIAL

主编 严小敏 陆济璞



广西科学技术出版社



国家改革发展示范学校重点专业建设成果
地质调查与找矿专业核心课程教材

构造地质一体化教程

主 编：严小敏 陆济璞

副主编：莫志明 陈 艳

主 审：梁官华 陆少文

广西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

构造地质一体化教程 / 严小敏, 陆济璞主编. — 南宁:
广西科学技术出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-5551-0319-6

I. ①构… II. ①严… III. ①构造地质学—中等专业
学校—教材 IV. ①P54

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第 287936 号

GOUZAO DIZHI YITIHUA JIAOCHENG

构造地质一体化教程

主编 严小敏 陆济璞

出 版 人: 韦鸿学
社 址: 广西南宁市东葛路 66 号
网 址: <http://www.gxkjs.com>

出版发行: 广西科学技术出版社
邮政编码: 530022

经 销: 全国各地新华书店
印 刷: 广西大华印刷有限公司
地 址: 广西南宁市高新区科园路 62 号
开 本: 787 mm×1092 mm 1/16
字 数: 158 千字
版 次: 2014 年 12 月第 1 版
书 号: ISBN 978-7-5551-0319-6
定 价: 32.00 元

邮政编码: 530007

印 张: 7.25
印 次: 2014 年 12 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接与本社调换。



前言

构造地质一体化教程是中等职业学校地质调查与找矿专业应用性较强的一门核心课程，适用于中等职业学校地质调查与找矿专业，是从事地质找矿勘查、工程勘察、地震预报等工作的必修课程，其主要功能是使学生掌握中小型地质构造特征，具备地质构造野外工作能力及室内构造图件读图、作图等基本技能，可服务于地质找矿勘查、工程勘察设计、地震监测预报等诸多领域的工作岗位。

本教材的编写始终贯彻中等职业学校培养具有较强实际操作能力的高素质技能型人才的教学宗旨，以技能培养为主线，按野外实际工作项目设计学习过程，以具备野外地质构造的识别和描述为核心组织课程内容，让学生具备地质构造野外工作能力及室内构造图件读图、作图等基本技能，逐步形成相关职业能力。

本教材由广西机电工业学校、广西第四地质队和广西城乡勘察设计有限公司共同编写，主编为严小敏、陆济璞，主审为梁官华、陆少文。广西第四地质队陈艳、蒙学礼、莫涛、葛丽萍，广西城乡勘察设计有限公司陈赞颐、韦俊媚、罗亮昭、黄建国、姚作波和广西机电工业学校的莫志明、李志红、陈永红、韦宇帝、农晓春、陈惠珍、吴峰平、谢磊参加了编写。

广西机电工业学校国土资源科黎新、姚杜琳、罗伟贤等也参与了本教材的研究工作。广西国土资源厅地质矿产高级工程师汪海、班波和广西地震局高级工程师李细光审阅了全书，并提出了许多宝贵意见。广西机电工业学校领导和同事在本教材编写过程中给予了大力支持和帮助，在此一并表示感谢！

由于编者水平所限，教材中错误、疏漏之处在所难免，敬请读者批评、指正。

编者

2014年3月

目录

项目一 构造地质内涵及地形地质图识别.....	1
一、构造地质研究对象和内容	1
二、构造尺度	2
三、构造地质研究方法	3
四、构造地质研究意义	4
五、地形图及地质图的认识	6
项目二 沉积岩岩层的原生构造及其产状.....	8
任务一 沉积岩岩层的原生构造判识	8
一、岩层与地层的概念	9
二、层理及其识别	9
三、判别沉积岩岩层顶面、底面和层序的原生构造	10
任务二 岩层产状的测定及表示方法	13
一、岩层产状的概念	13
二、岩层的产状要素	14
三、岩层产状的测量	15
四、产状的表示方法	16
任务三 岩层出露特征及厚度	17
一、水平岩层	18
二、倾斜岩层	19
三、直立岩层	22
四、绘制倾斜岩层地质剖面图	23
任务四 地层接触关系	23
一、地层接触关系类型	24
二、研究地层接触关系的意义	26
三、不整合的观察与研究	27
四、确定不整合的形成时代应注意事项	28
五、构造层的含义	28

项目三 褶皱	30
任务一 褶皱的基本概念	30
一、褶皱的基本类型	31
二、褶皱的基本要素	31
三、褶皱形态描述及分类	32
四、地质图上褶皱识别步骤	35
五、褶皱描述内容	36
任务二 褶皱几何形态描述	38
一、褶皱的位态分类	38
二、褶皱的组合形式	39
三、绘制褶皱地区铅直剖面图	40
任务三 褶皱成因分析	42
一、纵弯褶皱作用	42
二、横弯褶皱作用	44
三、剪切褶皱作用	45
四、柔流褶皱作用	46
任务四 褶皱野外观察及分析	46
一、在野外和在地质图上确定褶皱的存在	47
二、褶皱内部小构造的研究	48
三、褶皱形成时代研究	49
四、褶皱与矿产的关系	49
项目四 节理	50
任务一 节理的分类	50
一、按节理的成因分类	50
二、按节理与相关构造的几何关系分类	51
任务二 节理的分期和配套	54
一、节理组和节理系	55
二、节理的分期和配套	55
三、缝合线构造	57
任务三 节理的观察和分析	57
一、节理观察、研究的方法和内容	58
二、节理测量资料的整理	59
三、节理走向玫瑰花图的绘制方法	60
四、节理倾向玫瑰花图的绘制方法	61

五、节理倾角玫瑰花图的绘制方法	61
六、节理玫瑰花图的分析	61
项目五 断层.....	64
任务一 断层概述	64
一、断层的概念	64
二、断层的几何要素	65
三、断层的位移——滑距与断距	65
四、读断层地区地质图并求断距和产状	67
任务二 断层的分类	69
一、断层分类	70
二、断层的组合形式	73
三、断层的力学性质	74
四、断层地区地质图的识别	75
任务三 断层的识别标志	76
一、断层的识别标志和位移方向	76
二、地层标志——地层重复和缺失	82
三、地貌及其他标志	82
四、断层效应	84
五、断层的活动性研究	85
六、同沉积断层（生长断层）	86
七、分析褶皱断层地区地质图并作剖面图	87
项目六 劈理和线理.....	89
任务一 劈理的概念及分类	89
一、概述	90
二、劈理的结构	90
三、劈理的分类和特征	91
四、劈理的研究与应用	92
任务二 线理的概念及分类	94
一、基本概念	94
二、线理的分类	94
三、小型线理	95
四、大型线理	97
五、线理的观察与研究	98

项目七 岩浆岩区构造.....	100
任务一 岩浆岩产状类型	100
一、岩浆岩体的产状	100
二、侵入岩体与围岩的接触关系	100
任务二 侵入岩构造类型及其时代确定	102
一、原生构造	103
二、次生构造	104
三、侵入岩体形成时代及形成顺序的确定	105

项目一 构造地质内涵及地形地质图识别

构造地质是当代地质科学的重要学科之一。由于地质科学的大部分研究工作都需围绕地球构造问题而开展，因此构造地质的新理论、新方法和新概念层出不穷，推动着地质科学及其他科学的发展。

知识目标 能解释地质构造的概念及类型。
能归纳地质构造研究的方法。
能说出地质构造研究的重大意义。

技能目标 能区分原生构造、次生构造。
能识读地形图和地质图。

态度目标 培养实事求是和认真负责的工作态度。



基本概念

一、构造地质研究对象和内容

构造地质研究的对象是地壳或岩石圈中的地质构造。地质构造（以下简称构造）指地质体中物质的构建方式，是地壳、岩石圈岩层（体）在地球动力作用下产生的各类变形。比如露头上看到的褶皱、断层、节理、面理和线理以及山脉、盆地等。

地质构造按成因可分为原生构造和次生构造两种。

原生构造：岩石或岩层在形成过程中产生的（非构造变动成因）原始构造，如沉积岩的水平层理（图 1-1）、现代泥裂（图 1-2）和火山岩的流动构造（图 1-3）等。

次生构造（变形构造）：岩层、岩体成岩后在地球动力作用下发生位移或形态改变（构造变动成因）而形成的构造，如褶皱（图 1-4）、断层（图 1-5）等，是构造地质学的主要研究内容。

（一）典型原生构造



图 1-1 水平层理



图 1-2 现代泥裂

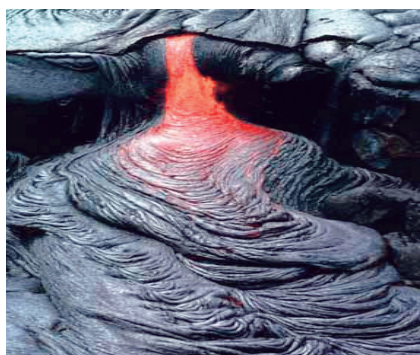


图 1-3 火山岩的流动构造

(二) 典型次生构造



图 1-4 褶皱



图 1-5 断层

二、构造尺度

构造尺度指构造规模与大小或构造观察范围的大小。构造尺度可划分为巨型构造、大型构造、中型构造、小型构造、微型构造、超微构造，大至全球性，小至纳米级。

巨型构造主要指延绵数百至数千千米的区域性地貌构造单元，这类构造往往与大型板块或古板块的岩石圈动力学过程有关，如喜马拉雅构造带、大洋中脊（图 1-6）。



图 1-6 大洋中脊

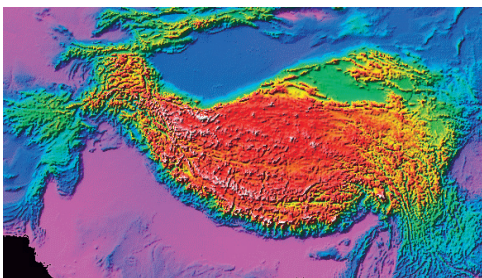


图 1-7 青藏高原

大型构造主要指延绵数十至数百千米的区域性地貌构造单元，这类构造往往与板内体制下的大陆动力过程或小型板块的岩石圈动力过程相关，如复背斜、复向斜或区域性大断裂。一般展布于比例尺为 1 : 200 000 图幅或联幅范围内。如图 1-7 所示的青藏高原即属于此类构造。

中型构造主要见于一个地段上的褶皱、断层和不整合构造，在比例尺为 1 : 50 000 或更大比例尺地质图中可见全貌，如阿尔金断裂（图 1-8）。

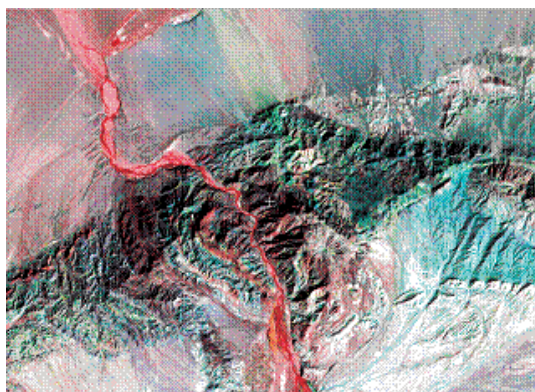


图 1-8 阿尔金断裂

小型构造主要指野外露头或手标本上可见的构造，如褶皱、断层三角面（图 1-9）、面理及线理等。

微型构造即在手标本或偏光显微镜下可见的构造，如微型褶皱、断裂、面理、片理（图 1-10）及线理等。

超微构造即在电子显微镜下可见的构造，如位错构造。



图 1-9 断层三角面

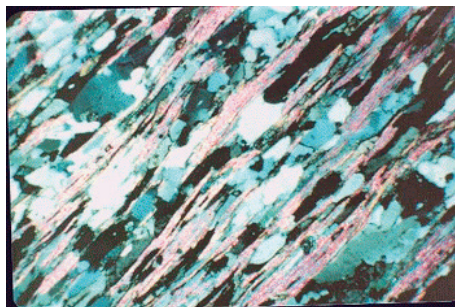


图 1-10 片理显微构造

不同尺度的地质构造各有不同的研究任务和研究方法。野外地质调查，通常是从小尺度或中尺度的地质构造观察入手。研究大尺度和巨大尺度的区域构造，除了对该范围的各种中小型构造进行观察研究外，还要对该地区的地层发育情况、沉积岩相、建造特征、岩浆活动、变质作用以及成矿作用等进行综合分析研究。这实际上已属于区域地质和大地构造学的研究范畴。

三、构造地质研究方法

（一）地质测量法

地质构造以一定的产状、形态、规模存在于三维空间之中。因此，将野外观测到的各种地质现象，用一定比例尺的平面地质图、剖面图及其他图件表示出三维空间的

构造形态是十分重要的。在地质制图过程中充分运用航空照片、卫星照片以及各种地球物理资料,不仅事半功倍地弥补了地表观察的局限性,还能获得地下构造的某些信息。这些资料有助于从三维空间认识和分析地质构造。

(二) 显微构造与组构的几何分析方法

显微构造与组构的几何分析方法对深入研究岩石变形过程中物质的运动和导致变形的作用力等方面具有重要意义。运用这种方法,除了要求具备扎实的岩石学理论知识与野外地质工作能力,还需掌握显微镜和费氏台的使用方法。透射电镜与电子计算机等先进技术的引入,大大丰富了实验构造地质学的内容,提高了实验构造地质学的水平,并使构造研究深入到超微观的晶体变形成为可能。

(三) 变形模拟实验法

选择一些有代表性的材料,从常温、常压条件下的实验到高温、高压条件下模拟实际变形环境,在特定设备上对材料进行挤压、拉张、剪切实验,再现变形过程,探讨变形机理。

四、构造地质学的研究意义

(一) 在矿产勘查中发挥重要作用

各种矿产资源的形成、富集和分布是受一定地质构造条件控制的。例如,内生资源的形成、分布常与褶皱、断裂有关;外生层状矿产的赋存状态与褶皱形态、断层分布关系密切;石油和天然气常在封闭的穹窿、背斜顶部富集(图 1-11);地下水的运移和赋存与地质构造有着密切的联系,地下水或地下热液资源多位于向斜构造或断裂带内。地下资源形成后,有可能受到新生的地质构造的改造,或使之富集,或使之贫化,甚至遭到破坏。因此,只有研究掌握了区域和矿产的地质构造特征及其分布规律,才能科学地指导矿产勘查工作和正确地评价地下资源。



图 1-11 矿产多于背斜顶部富集

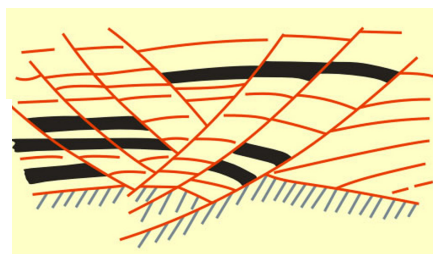


图 1-12 断层与油气形成的关系

(二) 可为各种工程建筑提供必要的地质资料

(1) 断层破碎带通常是一个裂隙发育、强度低、压缩性大的软弱地带,地下采矿、施工遇到它时,可能会出现涌水和坍塌,给采矿、施工造成困难和损失(图 1-12)。

(2) 建筑在断裂带上面的工程,则会因地面发生不均匀沉陷而产生裂缝、倾斜乃至毁坏;在其上建造水库,则可能发生水坝渗漏、坝下潜蚀,影响水库正常使用并危

及拦河坝的稳固性和安全性（图 1-13、图 1-14）。

因此，矿产的开采，地表、地下工程建筑的设计和施工，都必须事先查清影响施工安全和工程建筑稳固的水文、工程地质条件，并进行论证，否则后果不堪设想。

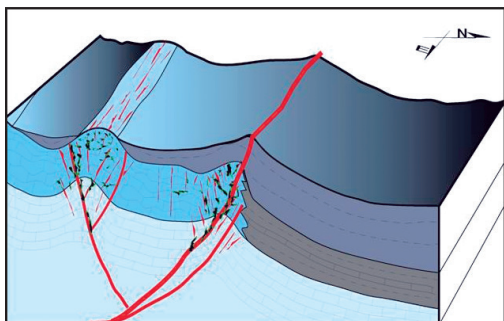


图 1-13 岩溶塌陷与断裂带发育的关系



图 1-14 断裂带发育造成岩溶发育导致某排泥库泄漏



图 1-15 汶川地震前后北川县城对比

（三）可为预报地震提供必要的依据

地震是地壳运动的表现形式之一，破坏性地震会给人类带来灾害（图 1-15）。绝大多数地震与地质构造密切相关。地震发生的位置往往是断裂活动的部位，大地震多数发生在区域性断裂带内或板块边界上，属于构造地震。近代地壳运动剧烈的地区，特别是活动性断裂带内常孕育着强烈地震的震源（图 1-16）。

因此，查清地质构造发育的特征及其在近代活动的规律，对地震地质研究和地震预报极为重要。



图 1-16 位于断裂带上地震破坏的场景



技能操作

五、地形图及地质图的认识

(一) 地形图等高线特征

等高线：表示地面上高程相等的各点连接而成的闭合曲线。

等高距：相邻两条等高线之间的高程差。

等高线平距：相邻两条等高线之间的水平距离。地形坡度越缓，等高线平距越大；地形坡度越陡，等高线平距越小。

地形图上等高线的特征：

山头为一组同心圆状的闭合曲线，高程向外递减。

洼地也表现为一组同心圆状的闭合曲线，高程向内递减。

两山头间较低的垭口称鞍部，等高线似一组双曲线。

近于直立的陡壁、悬崖处不同高程等高线相交，需特别表示。

等高线弯曲方向（“V”字形）在沟谷中指向流水的上游，在山脊处则指向下游。

(二) 地质图的基本构成

地质图：是采用规定的符号、线条、花纹和色谱将地质体（地层、岩石）和地质现象（断层、褶皱、不整合）按照一定比例尺投影到地形图上的一种图件。

地质图的构成：一幅正规的地质图至少应有图名、比例尺、图例和责任表，大多数的地质图还有图符编号、经纬度、剖面图、地层柱状图等。图名是图幅内最有代表性的地名。比例尺用数字（如 1:20 000）或线段表示。图例一般置于图幅右下角，可按实际情况灵活处理（图 1-17）。

地质图读图技巧：先图外，后图内；先地形，后地质；先地层，后构造；先整体，后局部；先略读，后详读。读图名、比例尺，了解图的地理位置、图的类型，推算图幅面积和工作详细程度。

读图例，了解图内地层、岩石、构造发育情况。读地形等高线，了解图内地形地势，帮助认识地层、岩石、地貌与构造之间的关系。概读地质内容，了解图内地层、三大岩分布、构造特征。重点详读，对重点相关地区进行有针对性详读，并做适当记录。边读边对照，即在读地质图时，要对照综合地层柱状图、剖面图和图例，这样才能加深理解。

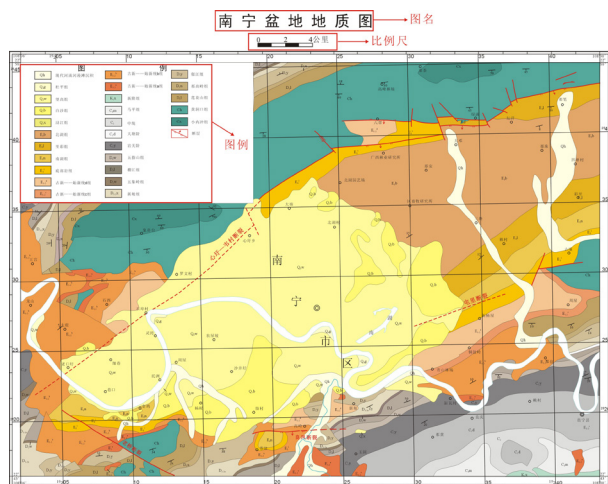


图 1-17 地质图参考图



知识加油站

地质图图例特征：

图例是地质图上各种地质现象的符号和标记，用各种规定的符号和色调来表明地层、岩体的时代和性质。

图例要按一定顺序排列，地层图例排在前，其次为岩石图例（先岩浆岩，再变质岩），构造图例一般排在最后。地层图例的安排从上到下（如横排，一般从左到右）、由新到老。已确定时代的喷出岩、变质岩要按时代顺序排列在图例相应的位置上。岩浆岩体的图例放在地层图例之后，已确定时代的岩体可按新老顺序排列，同时代各岩类按酸性到碱性排列，与之相当的喷出岩则排在这一侵入岩之下。未确定时代的变质岩按变质程度由浅而深自上而下排在火成岩之后。构造图例，如地质界限、断层应区分是实测的还是推断的。

图上出露的岩层一定要有它的图例，图上没有出露的岩层绝不能有它的图例。地形图的图例一般不列于地质图图例中。



评一评

1. 总结地形地质图读图方法。
2. 说出图 1-18 哪些是原生构造，哪些是次生构造。

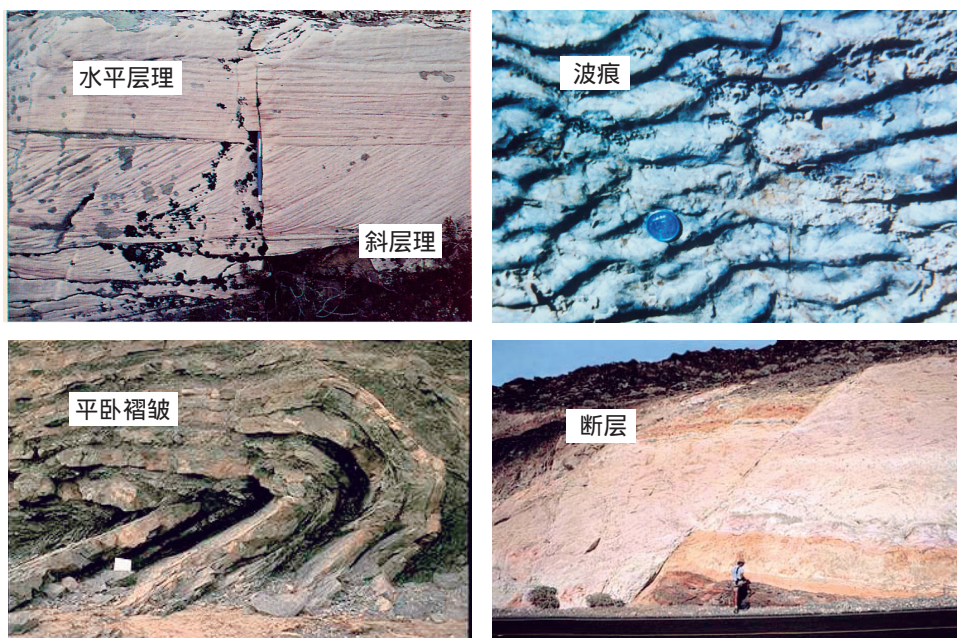


图 1-18 地质构造类型

项目二 沉积岩岩层的原生构造及其产状

沉积岩是地壳表层分布最广泛的岩石，其分布面积约占大陆面积的 75%。大陆地壳表层的地质构造很多都是由沉积岩形成。观测分析沉积岩岩层原生构造、岩层产状和接触关系是研究地质构造的一项基础工作。

任务一 沉积岩岩层原生构造判识

- 知识目标** 能解释岩层和地层的区别。
能列举原生构造的主要类型。
- 技能目标** 能在野外正确找出层面。
能运用原生构造进行岩层顶面、底面判别。
- 态度目标** 具有实事求是和认真负责的工作态度。
具有较强的沟通能力及团队协作能力。



情景引入

沉积岩岩层原生构造是指在沉积堆积与成岩过程中产生的构造，如层理构造、层面构造（图 2-1）、包卷构造、同生构造、生物遗迹、叠层石等。固结之后形成的构造称为次生构造，如缝合线、次生褶皱与断层（图 2-2）等。



图 2-1 新疆乌恰县反修煤矿 J₂ 砂岩层面上的波痕

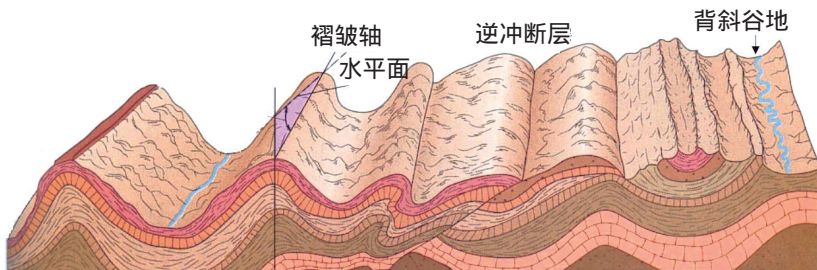


图 2-2 次生褶皱与断层



应知知识

一、岩层与地层的概念

岩层：由两个平行或近平行的界面所限制的岩性基本一致的层状岩石。在沉积过程中，一层层堆叠起来的沉积物，在成岩以后呈现明显由平行界面局限的并相互叠置的层状构造称为沉积构造。岩层的上下界面称为层面，上层面称为顶面，下层面称为底面。

地层：某地区在某一地质时代形成的一个或一套甚至几套的岩层称为地层。

岩层和地层的区别：

(1) 划分依据不同。对岩层的划分，主要根据岩石的成分、结构、层理、颜色等特征，而不考虑它的时代归属，如砂岩层、泥岩层。划分地层则需要考虑岩性及时代。

(2) 地质意义不同。岩层只有岩性意义，地层可作横向对比。



图 2-3 岩层野外出露的形态



技能操作

二、层理及其识别

层理：沉积岩中最普遍的原生构造，包括层面和由岩石成分、结构、构造、颜色等特征在剖面上的突变或渐变而显示出来的成层性。

层理的识别标志：岩层成分的变化、岩层结构构造的变化、岩石颜色的变化、岩层的原生构造等。

层理沉积物成分识别技巧：沉积物成分的变化是显示层理的重要标志之一。在成分较均一的巨厚岩层中，有时可能存在成分特殊的薄夹层，借助于这类夹层可以识别巨厚岩层的层理（图 2-4）。

层理沉积物结构识别技巧：沉积物结构的变化也是显示层理的重要标志之一。碎屑沉积岩层一般由不同粒度、不同形状的颗粒分层堆积而成，根据碎屑粒度和形状的变化可以识别层理（图 2-5）。

层理沉积物颜色识别技巧：沉积物颜色的变化也是显示层理



图 2-4 沉积物成分的变化