

首都经济圈教学实践丛书

高等学校教材

北京西山及长城地区 野外地质实习指南

BEIJING XISHAN JI CHANGCHENG DIQU YEWAI DIZHI SHIXI ZHINAN

颜丹平 张维杰 周洪瑞 周美夫 Paul T. Robinson 顾雪祥 编著



地质出版社

首都经济圈教学实践丛书

高等学校教材

北京西山及长城地区野外地质实习指南

A MANUAL FOR GEOLOGY OF THE WESTERN HILLS AND
THE GREAT WALL AREAS, BEIJING

颜丹平 张维杰 周洪瑞
周美夫 Paul T. Robinson 顾雪祥 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是北京市地球科学概论优秀教学团队和北京市教学名师建设项目成果之一,是北京西山及长城地区野外地质路线指南和教学实习指导书,也属于首都经济圈教学实践丛书之一。本书是在中国地质大学(北京)、香港大学及韩国中南大学等中外院校多年合作实践教学基础上,由本书编写团队对相关教学实践、科学研究成果进行总结编著而成,是集体成果的结晶。全书共分三章,第一章为北京及周边区域地质特征,包括区域及大地构造、地层、岩石等;第二章介绍了野外观察的基本内容及基本技能,包括野外准备工作、野外观察、野外记录、标本与样品的采集和罗盘的使用等;第三章详细介绍了北京西山和长城地区具有代表性的8条野外路线的位置、观察目的、观察内容和地质描述,并介绍了部分自然和人文景观,在每一条野外路线结束后,布置了相关的问题讨论和思考题,以便于就有关的基础地质问题进行讨论和分析。

全书中英文对照,可作为高等学校一、二年级本科生实践教学教材,也可供野外地质工作者和户外运动爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

北京西山及长城地区野外地质实习指南 / 颜丹平等编著.
北京:地质出版社,2009.7
ISBN 978-7-116-06074-6

I. 北… II. 颜… III. 区域地质—实习—北京市—指南
IV. P562.1-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 052064 号

责任编辑:刘亚军

责任校对:李玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010)82324508(邮购部);(010)82324578(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:7.5 插页:2

字 数:180千字

版 次:2009年7月北京第1版·第1次印刷

定 价:15.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06074-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

北京周边的燕山、太行山地区具有悠久的地质研究历史,是我国地质研究程度最高的地区之一。这一区域属环渤海经济圈,经济发展迅速。区内风景名胜和人文景观众多,文化历史底蕴丰厚。因此,是进行地球科学与人文教育的理想区域。

中国地质大学(北京)及兄弟院校经过50余年的教学实践与地质调查研究,在北京周边燕山、太行山区域内开发了一系列适合于进行野外教学实习的路线。这些路线地质现象丰富且较为典型,交通方便并因与北京地区自然旅游和人文景观融为一体而相得益彰。多年野外教学实践表明,野外路线考察深受学生欢迎,对促进教学工作、提高教学质量和引导学生学习热情起到了重要的作用。正是在这些前人研究和教学实践基础上,我们对其中的部分典型地质观察路线进行了较系统整理并编撰出版,以满足教学实习需要。

本书对这些野外实习路线进行了一定的筛选。筛选的标准是:路线适合低年级(一、二年级)大学生野外实习,一般一条路线安排一天时间,可当天往返北京市区,因而具有可操作性。每条路线一般都有一个重点地球科学主题,相应的地质、地貌和地理现象围绕主题,起到衬托作用。此外,适当加入了一些北京周边地区的旅游名胜和风土人情,使野外考察更贴近生活,内容更丰富。

本书共分三章,前言、第一章由颜丹平编写,第二章由张维杰、颜丹平编写,第三章由颜丹平、周洪瑞、顾雪祥编写,全书最后由颜丹平统稿。英文稿由颜丹平、Paul T. Robinson、周美夫(Mei-Fu Zhou)等编写和翻译。本书编写过程中,王根厚教授、王果胜教授、张长厚教授、张传恒教授、孙敏教授、赵国春博士(香港大学)、赵国春博士(中国地质大学)参加了部分野外工作或给予了指导,研究生汪昌亮、董铁柱、刘鹤、王科、张冰、王琴、张维宸协助进行了部分工作,在此一并致谢。

Foreword

The Yanshan-Taihang Mountain region around Beijing has a long history of detailed geological research. This region is near Beijing (the section known as the Western Hills of Beijing), and the Tianjin and Tangshan economic zones, and belongs to the Bohai Rim Economic Circle(BREC). It is enjoying a period of very rapid economic development. However, there are still many natural scenic areas, human landscapes and cultural features with a long history in this region. Therefore, this is an ideal region for short field trips for undergraduate students of Earth Sciences.

Over the past 50 years, China University of Geosciences (Beijing) and associated institutions and universities have been studying the region and have developed a series of excellent routes that are suitable for field teaching within the Western Hills of Beijing. These routes have excellent and typical geological phenomena, natural and cultural features and convenient access. Years of experience have shown that these routes have inspired students to develop an interest in geology and played an important role in promoting geological teaching. It is because of this success that we are now cataloging these routes and compiling systematic descriptions of the typical geological features in a publication that will meet the requirements of teaching practice.

Previous work has identified so many geological routes within this region that we have had to select those that focus on a specific theme in Earth Sciences, Which are suitable for one-day visits and are most appropriate for first and second year students. The main themes focus on geological, geomorphological and geographical phenomena, but we also include some appropriate tourist attractions and customs near Beijing.

This manual was written and compiled by a group of co-authors, including Chief Editor, Professor Dan-Ping Yan (China University of Geosciences, Beijing (CUGB)), co-editors, Professors Weijie Zhang (CUGB), Hong-Rui Zhou (CUGB), Mei-Fu Zhou (the University of Hong Kong), Paul T. Robinson (Dalhousie University, Canada) and Xue-xiang Gu (CUGB). We thank Professors Gen-Hou wang, Guo-Sheng Wang, Chang-Hou Zhang, Chuan-Heng Zhang, Min Sun, Guo-Chun Zhao(HKU), Guo-Chun Zhao (CUGB), and post graduate students Chang-Liang Wang, Tie-Zhu Dong, He Liu, Ke Wang, Bing Zhang, Qin Wang and Wei-Chen Zhang for enlightening discussions and for their assistance in field trips, compiling and editing this volume.

目次

Contents

前言

Foreword

第一章 北京及周边区域地质概况	1
第二章 野外观察的基本内容及基本技能	5
第一节 准备工作	5
第二节 野外观察	6
第三节 野外记录	11
第四节 标本与样品的采集	14
第五节 罗盘的使用	15
第三章 野外观察路线	20
路线一 下苇甸—丁家滩—大觉寺河流地质作用	20
路线二 八角寨—拴马庄—十渡中、新元古界地层	25
路线三 蓟县中、新元古界剖面	28
路线四 房山岩体岩石特征、岩浆岩构造与侵入关系	35
路线五 黄山店—孤山口—周口店复杂构造现象	40
路线六 云蒙谷—黑龙潭变质核杂岩构造	46
路线七 虎峪—十三陵水库—八达岭地层、岩石、构造综合观察	48
路线八 北京昌平区上庄钒钛磁铁矿矿床观察	53
Chapter 1 Geological background	54
Chapter 2 Introduction to methods and technologies for field study	58
I. Preparation	58
II. Field observation	59
III. Field recording	64
IV. Collection of samples	67
V. The use of the geological compass	67
Chapter 3 Field routes and stops for observation	73
Route 1 Xiaweidian — Dingjiatan — Dajuesi river valley	73
Route 2 Bajiaozhai-Shuanmazhuang: The lithology and sedimentary sequences of the Mesoproterozoic Jixian system(Jx) and Neoproterozoic Qingbaikou system(Qb)	78
Route 3 Geological section of the Proterozoic in Jixian	81
Route 4 The lithological character, magmatic structure and intrusion of the Fangshan pluton	89

Route 5	Gushankou-Huangshandian-Zhoukoudian Peking man ruins	95
Route 6	Metamorphic core complex in Yunmeng canyon-Heilong pool	102
Route 7	An view of strata,intrusive rocks and deformation in Huyu valley	104
Route 8	vanadium-titanium-magnetite deposit in Shangzhuang village, Changping district,Beijing	109
参考文献		111

第一章 北京及周边区域地质概况

北京位于华北盆地(平原)北部,西邻太行山系东北端,北邻近东西向燕山山系(图1-1)。从构造上看,华北盆地、太行山系及燕山山系均位于华北地块(克拉通)内部,均属于板内构造单元。



图1-1 北京及周边遥感地质影像图

华北地块南以秦岭—大别造山带为界,北以中亚造山带(蒙古—鄂霍次克海造山带)为界(图1-2)。中亚造山带经历了多期变形,以晚古生代期间沿索伦—林西缝合带发生的北北西向的俯冲产生的蛇绿岩为标志(Zhang等,1984;Wang和Liu,1986;Zhao等,1990;Nie等,1990;Enkin等,1992;Yin&Nie,1996;Xiao等,2003)。索伦—林西缝合带是由一系列逆冲断层和古生代蛇绿岩组成,并向南逆冲于奥陶系—二叠统之上(Wang等,1990),沿缝合带发育中生代花岗岩侵入并为零星出露的中生界不整合覆盖(图1-2)。

在华北地块更北端,蒙古—鄂霍次克海有大量三叠系出露,并且在晚三叠世(220~208Ma)分别向北和南俯冲(Yin和Nie,1996)。华北地块与西伯利亚克拉通于晚侏罗世的最终碰撞导致大洋消逝,并形成了蒙古—鄂霍次克海造山带(任纪舜等,1990;Yin和Nie,1996)(图1-2)。

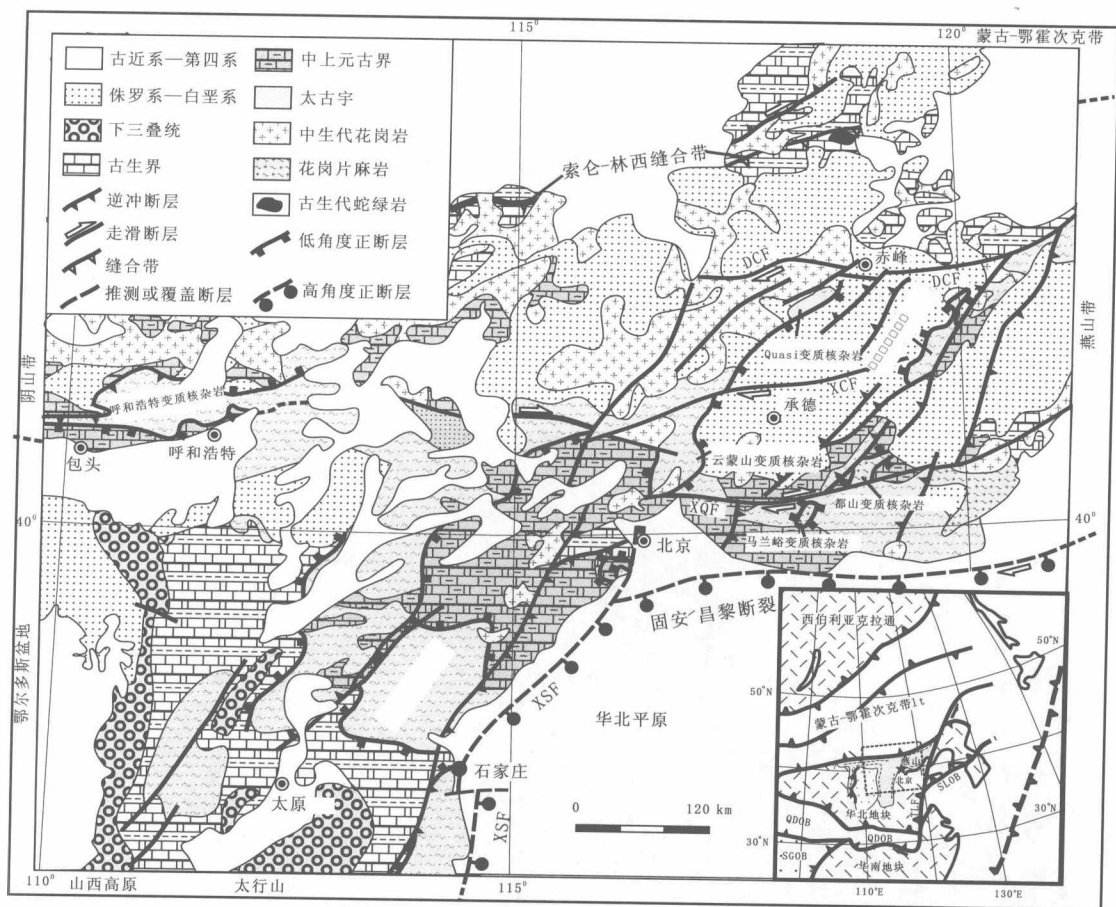


图 1-2 华北地块燕山及相邻地区地质简图

(据 Yan 等, 2006 编译自: 北京市地质矿产局, 1991; 河北省地质局, 1989, 1990; 辽宁省地质矿产局, 1989, Yin 和 Nie, 1996; Chen, 1998; Davis 等, 1998; Darby 等, 2001)

QDOB—秦岭—大别山造山带; SGOB—松潘—甘孜造山带; SLOB—苏鲁造山带; XQF—喜峰口—秦龙断裂; XCF—宣化—赤峰断裂; DCF—多伦—赤峰断裂; XSF—邢台—石家庄断裂; TLF—郯庐断裂

在华北地块南端, 约 230Ma 时华南地块俯冲到华北地块之下产生了秦岭—大别山造山带 (如 Hacker 等, 1998; Chavagnac 等, 2001; Ayers 等, 2002), 并形成右行东西向走滑断裂系统和左旋北北东向走滑的郯庐断裂系 (Yin 和 Nie, 1996)。在华北板块的东部, 这次收缩挤压导致北—南地壳广泛缩短及大陆内部的变形 (Yin 和 Nie, 1996), 并可能在华北内部造成地壳加厚, 形成了所谓的华北高原。在这个高原中仅有很少量的三叠系沉积, 并发生埃达克质岩石的侵位 (Fan 和 Hooper, 1991; Yin 和 Nie, 1996; Zhang, Q. 等, 2001; Fan 等, 2003; Meng, 2003; Davis 等, 2003)。侏罗纪时期, 华南地块相对华北地块沿着郯庐断裂继续向西滑移, 导致华北地块的南部向北西西移动和燕山板内造山带的向南东东方向挤出 (Zhang, 1997)。

位于华北地块的北部边缘的燕山板内构造带属于北东东向燕山—阴山构造带北部 (河北省地质局, 1989; 北京市地质矿产局, 1991; Davis 等, 1998) (图 1-2)。呈隐藏的固安—昌黎高角度正断层由密集的地电等深线和重力倾斜线标示, 并分割了燕山山系与平原地区

时代	组	系	厚度 m	岩性柱	描述
侏罗系		J	>1500m		砾岩, 砂岩和火山碎屑岩
三叠系		T ₁			不整合关系 变质砂岩、千枚岩和板岩 不整合关系
石炭系—二叠系		C—P	478~528m		砾岩、砂岩、页岩和煤
奥陶系		O	317m		白云岩和灰岩
寒武系		Є	271m		灰岩、白云岩、页岩和粉砂岩
新元古代	青白口系	Qbj	55m		大理岩、灰岩
	长龙山组	Qbc	24		砾岩、砂岩
中元古代	下马岭组	Qbx	161		页岩、含铁粉砂岩
	铁岭组	Jxr	186m		白云岩、灰岩和页岩
	洪庄组	Jxh	38m		页岩、白云岩
	雾迷山组	Jxw	>500m		块状白云岩、薄层条带状白云质岩石
	高于庄组	Jxg	>235m		块状白云岩、薄层条带状灰岩、含锰白云岩和页岩。
	大红峪组	Chd	335m		砂岩、白云岩和火山碎屑岩
	团山子组	Chr	91		白云岩
	串岭沟组	Chc	106		粉砂岩和页岩
	官地杂岩	Arg			条带状岩浆岩、斜长角闪岩、片麻岩、石英岩和基性岩脉
太古宙					

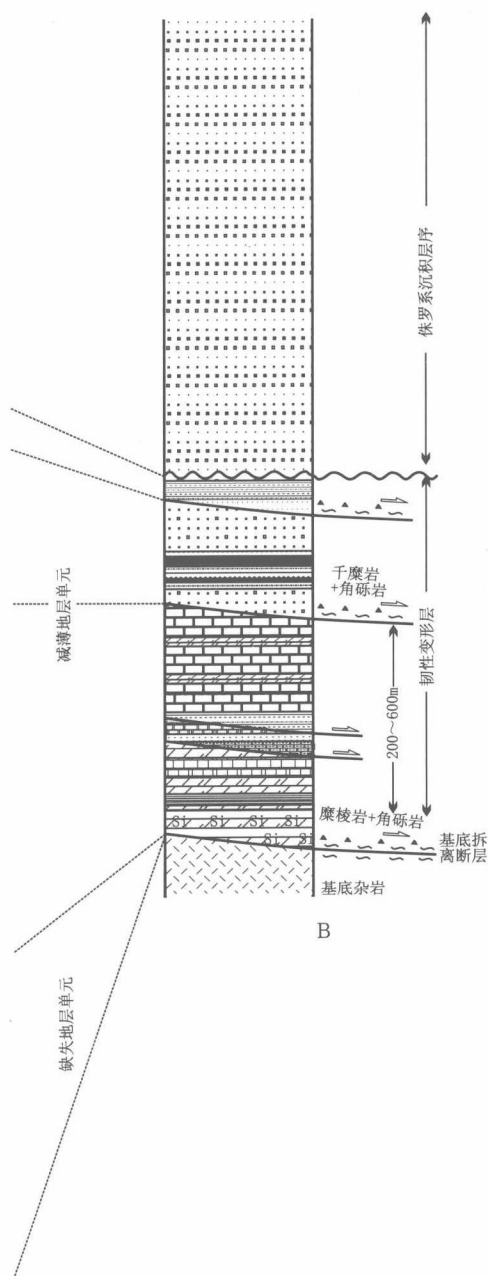


图 1-3 北京及邻区综合地层柱状图

(修改自 Yan 等, 2006; 据北京市地质矿产局, 1991; 河北省地质局, 1989; 编制)

(河北省地质局, 1989)。在燕山构造带中, 众多的北东东向右行走滑断裂, 如多伦—赤峰断裂、宣化—赤城断裂、喜峰口—青龙断裂等, 均与从古元古代到中生代的多期次变形有关(河北省地质局, 1989; 北京市地质矿产局, 1991)。在华北地块的中心部位, 北北东向的太行山山脉主要在新生代时期隆升(河北省地质局, 1989; 北京市地质矿产局, 1991)。邢台—石家庄高角度东倾正断层是由地质关系推断并为钻孔所证实的隐伏断层(河北省地质局, 1989), 这条断层分割了华北平原与太行山系。太行山系向西逐渐融入山西高原中(图 1-1, 图 1-2)。

华北地块的基底主要由中到新太古代的片麻岩、麻粒岩和混合岩组成, 其盖层主要由中元古代到三叠纪无变形或弱变形的岩石构成(河北省地质局, 1989; 北京市地质矿产局, 1991; Kusky, 2004)。盖层层序包括从中、新元古代(1850~800Ma)浅海沉积, 寒武纪—中奥陶世的浅海碳酸盐岩, 上石炭世—二叠纪海相碳酸盐岩和陆相含煤碎屑岩沉积。上述地层被下三叠统不整合覆盖, 向上并依次发育下侏罗统—白垩系大陆火山岩和碎屑沉积岩(北京市地质矿产局, 1991)(图 1-3)。

北京及邻区地层与华北地区地层及岩性基本可以对比, 其构造演化的阶段也基本相似, 在此不再详述。

第二章 野外观察的基本内容及基本技能

地质科学是一门理论与实践并重的科学。地球科学研究的重要手段是通过野外对天然地质露头进行实地观察、研究,即常说的野外地质调查来获取第一手资料和数据。从某种意义上讲,野外地质调查可视为一种带有科学考察性质的户外运动。

根据工作时间长短,野外工作分为长期和短期。本课程的每次野外考察都在1天或数天时间内完成,因此属于短期野外工作。

对学生而言,首次野外实习总是令人激动和新奇的。在野外实习之前需要进行以下几方面的准备。

第一节 准备工作

一、野外装备

首先是准备适合野外活动的着装。主要包括:合身而比较宽舒耐磨的衣服,防滑而保护足部并适合长距离行走的鞋,遮阳帽,在雨季还需准备好雨具。业务装备包括地质锤、罗盘、放大镜、小刀、铅笔、野外记录本,有条件的情况下可以准备卫星定位仪、照相机、用于记录野外信息的电子设备(图2-1)。



图2-1 常用地质工具

一个结实并背负舒适的背包可以用来携带上述设备和工作中采集的样品。不要忘了带上一定数量的饮水，必要时准备好你的午餐。

二、资料准备

了解工作地区的地理交通和区域地质情况，收集相关地理图和地质图备用，并确定观察的范围和重点、布置观察路线，选择适当比例尺的地形图及（或）带有地理坐标的遥感图像并随身携带。

对学生的野外实习，除了进行上述的准备工作外，还要针对实习进行相应的准备：首先是了解本次实习的主要地质内容，有条件的话可以查阅一些相关的地形、地质方面的资料；二是相应知识的准备，即根据实习将要观察的主要内容，复习课堂上讲过的相关知识，进一步明确相应的概念、术语，这样才能够在野外观察的过程中将观察到的地质内容和书本知识结合起来，达到事半功倍的效果。例如在进行河流地质作用野外观察时，可以重点对河流形成的地貌，如河谷、河床、河漫滩、河流阶地等内容进行了解，野外观察时就可以有意识地去识别这些地貌，重点观察这些地貌形态，观察在河流地貌的不同部位河流地质作用的特点。

第二节 野外观察

一、野外定位

到达观察点后，首先要做的是确定观察点所处的位置，并在地图上标出准确位置。这样做的目的—是明确观察点位置，确定下一步的前进路线和方向，观察地质内容发育的地形背景；二是将此处观察到的一些地质内容用规定的线条、符号、代号标注在观察点附近。

目前常用的野外定位方法有两种，分别是利用地形图或利用 GPS 定位。

利用地形图定位是通过地形图上的等高线所表示的地形变化、地物与实地地形、地物相对照，在图上找出与实地一致的点，从而达到确定位置的目的。利用地形图定位是野外工作中常用的手段，但要求使用者有一定的野外使用地形图的经验，才能准确定位。

全球定位系统（简称 GPS）具有操作简单、快速定位的特点，近年来在地质工作中得到广泛应用。GPS 可以支持多种地理坐标系，实现快速定位。目前常用的有以经纬度形式表示的 WGS84 和我国常常采用的高斯坐标北京 54、西安 80 坐标系。GPS 定位虽然有上述优点，但却无法直接标注地质内容，所以在野外工作中常采用将地形图与 GPS 相结合，并相互补充、纠正。

为了将 GPS 的优势进一步发挥，中国地质调查局开发了野外数字采集系统（图 2-2）。这一系统利用掌上电脑实现了 GPS 与数字地形图的整合，可将 GPS 所定出的位置直接显示在数字地形图上，并给出位置点的平面坐标值和海拔高度，同时可以在掌上电脑上完成对地质内容的记录和标注。



图 2-2 野外数字采集系统

二、野外观察

完成观察点定位后,开始进入野外观察阶段。野外观察的范围应包括观察点处及观察点附近一定的范围。

野外观察时首先要确定观察对象。在野外地质工作中一般选择裸露在地表的地质现象进行观察,即地质学上的露头。露头应该是与地下地质内容相连接的,即是有“根”的,而不应当是那些从山坡上滚落下来的或由山洪、河水、人工搬运而来的。

在野外观察时并不是所有的地方都可见到露头。在露头较差的地方应当注意在河谷的两侧、河流的凹岸、公路或铁路两侧人工开挖的陡坎上、陡壁上寻找和观察。对那些没有天然露头但比较重要的地段,可以用人工开挖的方式获得人工露头(即探槽)。

观察的内容包括观察点附近的地形地貌特征、露头所显示的岩石类型和岩石组合、不同岩石体间的接触关系、各种线理、面理的产状等,即观察某点及附近的地貌、地层、岩石、岩浆岩、变质岩、构造等方面的内容。

1. 地貌观察

现代地形地貌是外动力地质作用产物。山区地貌一般可分为河流地貌与山地地貌两部分。

河流地貌有侵蚀地貌与堆积地貌之分。侵蚀地貌主要观察内容包括河谷的纵横剖面形态、河谷内沉积物(包括沉积碎屑的成分、碎屑颗粒大小、碎屑的磨圆及砾石的排列方式)等特征。堆积地貌主要观察内容包括阶地发育情况;通过横切河流走向的冲沟可以观察第四纪剖面上碎屑沉积物的变化,了解阶地的组成、结构,并分析其成因类型。

山地地貌主要包括岩石地貌与构造地貌两个方面。通过对岩石地貌的观察可初步确定区内主要岩石类型或三大岩类的分布特点,为进一步的地质观察奠定基础。构造地貌是构造观

察的主要内容之一，包括区内山势延伸方向、断层崖的存在、断层三角面及其展布方向。这些观察结果是认识区域构造格架的重要基础。

2. 沉积岩

包括岩性及地层构造的观察。

岩性观察应当在岩石的新鲜断面上进行，一般要用地质锤在基岩露头上打下岩石碎片。首先观察岩石的构造，再用放大镜仔细观察岩石结构与矿物组成，估计各种矿物的含量，得出岩石名称。不同类型的岩石，其观察重点也有所不同。

组成地层的主体是沉积岩，也可以有部分火山岩。

沉积岩分碎屑岩与碳酸盐岩两大类。碎屑岩是由风化剥蚀作用所产生的矿物或岩石碎屑，经过搬运、沉积后形成沉积物，再经成岩作用而形成，因此具有分层沉积形成的层理构造。岩石一般由碎屑和填隙物两部分组成。对碎屑岩要观察岩石的颜色、碎屑的粒度大小及碎屑的分选、磨圆情况，鉴别碎屑的成分及胶结类型（基底式或接触式等）。就碎屑岩来说，其常见的碎屑成分有岩石碎屑和长石、石英等矿物碎屑，填隙物包括杂基与胶结物。胶结物又有泥质、硅质或钙质之分。碎屑的成分和粒度往往决定了岩石的名称，如红色中粒长石石英砂岩。

碳酸盐岩一般成层较厚，表面具有溶蚀特征，岩石较致密，断口较平滑或呈贝壳状，硬度较小（3~4），遇酸起泡，比较易于识别。

进行岩性观察后就要转入地层构造的观察。要注意识别哪些是岩层在沉积过程中形成的层面。在此基础上观察在岩层面倾向的方向上岩性的变化情况，以及这种岩性变化代表的沉积环境的变化。注意观察岩层面上有没有如波痕、泥裂，在岩层内部是否存在如交错层理、粒序层理等沉积构造，分析这些沉积构造所反映的沉积环境。注意观察岩层中是否含有化石，如果发现有新芦木等植物化石，则可以确定属中生代以来的陆相地层，待详细鉴定后可准确确定地层年代。

注意测量岩层的产状，根据沉积构造分析岩层是正常层序还是倒转层序。

3. 岩浆岩

岩浆岩分侵入岩和火山岩两大类。

侵入岩常由较明显的矿物晶体组成。对侵入岩要注意观察岩石的颜色、结构、构造，鉴别岩石中主要矿物的种类、粒度大小、晶体形态，估计不同矿物的含量。然后，根据岩石的颜色、结构、矿物含量对岩石进行命名，如灰白色中粒二长花岗岩等。

火山岩系岩浆喷发产物，又可分为火山熔岩和火山碎屑岩两大类。

火山熔岩多为隐晶质岩石，岩石颜色多以灰黄（流纹质）、灰绿（安山质）、灰紫（玄武质）色为主，色彩比较丰富，岩石细密，硬度较大，有时可见有流动构造、气孔或杏仁状构造。如浅灰黄色流纹岩或灰紫色杏仁状玄武岩等。火山碎屑岩根据碎屑粒度可分为火山砾岩（或角砾岩）和凝灰岩两类。如紫红色火山角砾岩或灰绿色安山质凝灰岩等。

观察火山岩岩性时，要注意岩石的结构、构造。因为火山熔岩多为隐晶质或斑状结构，所以应特别注意观察斑晶的矿物组成。对火山碎屑岩应当注意火山碎屑和胶结物的成分，观察碎屑是岩石碎屑还是晶体碎屑，胶结物是火山灰还是熔岩。

野外观察岩浆岩时还应注意对原生构造及包体的观察。原生构造观察主要指对流面、流

线、原生节理的观察。包体观察中应注意观察包体的岩性、形态、与围岩的关系以及包体是不是具有定向分布，定向的方位如何。

当观察点上出现几种岩石时，注意观察岩浆岩与不同岩石间的相互关系，是否存在冷凝边、烘烤边和细粒化等接触特征，是否存在与接触变质有关的变质岩，像矽卡岩、角岩等。观察剖面上火山岩的岩性变化及所反映的火山活动序列。

4. 变质岩

变质岩可分为深变质岩和浅变质岩两大类。深变质岩属多晶质岩石，主要有片岩、片麻岩、变粒岩、斜长角闪岩和石英岩、大理岩六大类。

片岩是片理发育的结晶变质岩，片状矿物沿片理面定向分布的现象十分明显，如灰白色二云母石英片岩等。

片麻岩为具有片麻状构造的结晶变质岩，片状矿物与粒状矿物定向相间分布，如浅灰色中粒黑云斜长片麻岩等。

变粒岩是细粒块状结晶变质岩，如灰黑色黑云母变粒岩或灰绿色角闪石变粒岩等，不含暗色矿物的称浅粒岩。

斜长角闪岩主要由斜长石与角闪石两种矿物组成，具粒状变晶结构，岩石多呈灰绿色。

石英岩和大理岩是石英砂岩和碳酸盐岩经重结晶作用形成的，矿物成分主要为石英或方解石，但常含有一些其他变质矿物。这些变质矿物常参与岩石命名，如灰白色绢云母石英岩和灰白色透闪石大理岩或灰绿色橄榄石大理岩等。

浅变质岩主要包括变质砂砾岩、板岩、千枚岩和结晶灰岩等岩石。变质砂砾岩和结晶灰岩常基本保持着沉积岩结构面貌，受轻度变质温度—压力影响，略有重结晶作用发生和定向构造形成，只需在沉积岩名称前加上变质二字即可。板岩、千枚岩主要是粉砂质—泥质岩石变质形成的，因分别具有特殊的板状或千枚状构造而得名，如灰黑色砂质板岩或灰绿色千枚岩等。

5. 构造观察

构造观察往往需要在多个点上进行，然后将不同点上情况进行综合分析。这里只介绍单个点上的小型构造的观察。构造观察包括了褶皱观察、断裂观察和韧性剪切带观察。

(1) 褶皱观察

当岩石露头上出现褶皱构造时，首先应当确定组成褶皱的面理属性，确定发生弯曲构成褶皱的面是属于岩层面、片理、片麻理，还是其他性质的面理。然后观察褶皱各个部分的特征，主要包括褶皱两翼和转折端的形态及是否存在褶皱相关的伴生构造。有条件的情况下，测量褶皱的两翼、枢纽、轴面、翼间角等产状要素，确定褶皱的空间分类状态。研究褶皱与岩层的关系，分析所观察的褶皱是属于层间褶皱还是层内褶皱。观察两翼和转折端处岩层厚度变化的情况，转折端处岩层是否有加厚或减薄现象。

在由多层岩石组成的褶皱中，看看各层组成的褶皱是否彼此协调，褶皱形态与岩性间是否存在某种关系。观察褶皱中是否出现了轴面劈理及轴面劈理的发育程度、劈理产状与岩层产状的关系、轴面劈理的分布是正扇形还是反扇形。观察发生褶皱的岩层面上是不是有线理存在？这些线理的类型、产状如何？在大褶皱的内部是否有次级褶皱出现？在大褶皱不同部位次级褶皱形态和轴面的变化规律如何？

注意褶皱有没有因发生后期叠加褶皱而导致的轴面和枢纽的弯曲,系统测量叠加后的褶皱各要素的产状。

(2) 断裂观察

包括节理、劈理及断层的观察。

节理是岩石中最常见的一种构造破裂现象。在露头上要测量节理面的产状,观察节理的延伸方向是不是稳定,节理面是光滑还是比较粗糙,节理面是否存在擦痕,节理中有没有岩脉(或矿脉)充填。当节理发育在砾岩中时,注意砾石是被节理切断还是节理绕过砾石,根据这些现象来区分张节理和剪节理。

当观察点上出现多个方向的节理时,注意观察不同方向节理的特征,以及是否构成雁列状、火炬状等组合形式。观察不同方向、不同性质节理间的相互关系,研究划分不同节理的形成序列。尤其要注意根据节理间的相互错动识别共轭剪节理,并以此来判断节理形成时主压应力的方向。

劈理是岩石中密集的破裂面,并常与褶皱、断层相伴而生。野外工作要注意观察劈理的劈理域和微劈理域的特征,测量劈理产状和劈理的密度。研究劈理与地层、褶皱、断层间的关系,并利用这些关系分析如岩层上层、断层两盘的相对运动方向等问题。

断层是当应力超过了岩石的破裂强度使岩石产生明显破裂面并且沿破裂面发生明显位移的一种构造现象。断层由断层面和断盘组成,一般情况下断层面为倾斜状,断层面以下的部分称为下盘,断层面以上的部分称为上盘。按照断层两盘在断层面上相对运动的方向将断层划分为上盘相对向下运动的正断层、上盘相对向上运动的逆断层、两侧断盘呈水平错动的平移断层以及既有两盘水平位移又有上下位移的斜滑断层。

断层的观察包括对断层面、断层位移、断层破碎带和伴生构造的观察。

在断层面上测量断层面及面上发育的断层擦痕和阶步,观察断层面上出现的不同方向擦痕的特点及它们的相互关系,确定断层在不同时间阶段的运动方向。研究断层两盘地质体的组成,看看是否能够找到表现断层位移方向的标志体,观察并分析断层两盘不同时代的地层表现出的相对位置关系,是老地层覆盖在新地层之上,还是新地层盖在更老的岩层之上;通过断层错断的地质体的时代判断断层形成的大致时代。

对断层形成的破碎带进行观察,研究破碎带内断层岩是属于脆性破碎还是属于韧性变形。对脆性变形形成的断层角砾岩,研究角砾的成分、形态、是否有圆化的现象、是否存在构造透镜体以及透镜体的最大扁平面的产状。注意观察断层破碎带内岩脉发育的情况及岩脉的岩性、产状等。观察断层破碎带内及断层两盘与断层同期形成的小褶皱、劈理等伴生构造,以此来帮助判断断层两盘的相对运动方向。

总之,要将上述内容进行归纳、综合、分析,确定断层的产状、性质、时代、应力作用方式等断层的几何学、运动学和动力学特征。

(3) 韧性剪切带的观察

韧性剪切带表现为相对狭长的高应变带,内部由具有不同变形特征的糜棱岩组成。在对韧性剪切带进行观察时一般会沿垂直韧性剪切带方向的剖面进行观察。

在露头点上对韧性剪切带观察时应系统观察和测量从剪切带的边部到中心糜棱面理的产状变化,系统观察糜棱岩的变形特征(矿物的粒度变化,石英、长石的压扁拉长的长宽