

高等学校教材

# 江山地质概论 及区域地质调查实习指导书

郭福生 主编

地质出版社

江西省重点建设学科“地质工程”  
资助项目成果

高等学校教材

# 江山地质概论 及区域地质调查实习指导书

江山实习基地建设小组 编著

地质出版社

2003.5

# 江山地质概论及区域地质调查实习指导书

## THE GEOLOGY OF JIANGSHAN AND A GUIDE TO PRACTICING OF GEOLOGICAL MAPPING

### 内 容 提 要

区域地质调查实习是培养地学类专业学生动手能力的关键环节。本书是在对东华理工学院（原华东地质学院）38年来在浙江江山地区进行地质教学实习所取得成果系统总结的基础上，结合作者近年来的科研成果和当前我国区域地质填图新方法编写而成的。全书分六章，第一章综述了江山地层、岩浆岩、变质岩和区域构造演化，第二章简要介绍了江山地区土地资源、矿产资源、水资源、旅游地学资源和生态环境，第三章总结了我国区调现状和1:5万区调填图野外工作方法，第四章详细介绍了各种地质图件的编制方法，第五章介绍了江山15条教学路线的教学内容和教学要求，第六章对区调填图实习要求与实施步骤作了具体安排。书后附有地层表、化石图版、地质图和图例格式等4个附录。

本书是地学类专业学生的区调填图实习教材，也可作为研究生教材和供有关科研、生产技术人员参考。

# 前 言

区域地质调查是一项旨在查明国家基本地质情况的超前性调查研究工作。区调成果反映了国家地质状况的最基本信息,包括地质、地球物理、地球化学等多种信息。它是国民经济建设和社会发展的基础资料。区域地质调查状况在很大程度上可以反映出一个国家的地质科学总体水平。世界各国都很重视区调工作,尤其是工业发达国家,区调速度更快。

我国的区调工作是解放后才系统开展起来的,先后完成了1:100万、1:20万和部分1:5万地质填图。填图方法基本上沿用前苏联的工作规程,结合我国的实际情况,先后研制了不同阶段的1:20万、1:5万区域地质调查技术要求。1991年完成的沉积岩、岩浆岩、变质岩三大岩类1:5万工作方法指南,使我国1:5万区域地质调查开始了一个崭新阶段。

在人口、资源、环境成为影响全球社会发展三大问题的今天,区域地质调查这一基础性、公益性地质工作正面临着新的挑战。区调应面向人类的生存资源、环境和国民经济与社会可持续发展,改变过去单一以找矿为目的的工作宗旨和方法。当前区调部门正实施一系列重大改革措施,加速我国区域地质填图的更新换代进程。扩大服务领域,开展一系列专题填图,使各类图件能直接应用于国家重大工程项目的规划,使区调成果为交通、农业、土地管理、水利、环保等部门乐于采用。实行多学科多手段综合填图,提高地球物理、地球化学等专业技术在填图工作中的应用水平,加强诸如第四系地貌地质调查、与新构造运动及地壳稳定性密切相关的地质调查、各种地质灾害调查等。加快3S技术在区域地质调查工作中的应用。区域地质调查将努力为国民经济建设和社会进步服务,在服务领域、表达方式上将有突破,实现快速、准确、全方位地提供基础资料。

区域地质调查实习是地质教育的重要内容,是培养地学类专业学生动手能力的关键环节。该实习的目的是:初步掌握区域地质调查工作的基本程序和方法;学习野外观察和收集资料的基本技能;促进课堂知识和野外实际的结合;培养对地质现象的综合思辨能力。因此,区域地质调查实习方法应与国土资源部现行填图规范一致,适当反映当前区调发展趋势和高新技术在地学中的应用动向。实习基地应有典型的地质现象供教学使用,强调在地学观察能力培养过程中,教师的主导作用与学生的独立思考同等重要。

浙江江山地层比较齐全,化石丰富,构造清晰,基岩出露良好,地形平坦。浙西的生物地层工作有着深厚的基础。江山地区经过我院30多年的教学实习和科研实践,特别是多次实习基地建设,积累了丰富的地质资料,是一个理想的区域地质调查实习基地。

鉴于1:5万区调填图新方法业已在全国范围内实施,新一轮国土资源大调查力图拓宽服务领域,有必要对江山实习的内容和要求进行适当的调整和充实。本书是在参考了梁鼎新、郭福生、林银山、许玩宏、张敬礼、陈联儿、彭花明、陈少华、陈耀辉等1991年编写的《区

域地质测量学及江山实习指南》(油印本)的基础上,结合新一轮基地建设成果编写而成的。这次修编工作主要作了下列修改:(1)简要介绍了1:5万区域地质填图新方法,强调江山实习方法训练必须与国土资源部现行规范相一致;(2)厘定了江山的岩石地层单位,从理论和实际界定上恢复了“组”的本来面目,并对区内层序地层格架进行了初步分析;(3)增加了遥感填图方法,力图与国际高科技填图接轨,并克服实习区日益严重的植被覆盖所带来的填图困难;(4)增加了土地资源、水资源与生态环境、旅游地学资源概述及相应的教学路线,尽量拓宽专业服务面;(5)补充了“图件编制方法”、“实习区地质图”、“图例格式”、“化石图版”、“地层表”、“实习区交通位置遥感图”等常用资料;(6)重新拼接和印制了实习区地形图,扩大了图幅范围;(7)删除了原实习指导书中地层、岩石、岩相古地理、构造等章节内容偏重部分。

全书分为六章,分别介绍江山区域地质、区域地质填图方法和江山实习要求与步骤。本书由郭福生任主编,负责全书设计并统稿。参加修编工作的人员有:郭福生(前言、第1.1、1.2.1—1.2.2、3.1—3.2节、附录1);刘林清(第2.3、3.3节、第6章、路线13、附录2-4);彭花明(第1.3、2.2、2.4节、路线14);林银山(第1.4节) 吴仁贵(第1.2.3节);陈少华、蒋振频(第4章);张金城(第2.1节);薛振华(路线12);梁鼎新、张敬礼、许玩宏、陈联儿(路线1-11、15)。刘帅、杨运生、曾伟、郭国林等同学参加了收集资料和打字工作。本书出版工作是在江西省重点建设学科“地质工程”的资助,孙占学教授、余达淦教授的具体指导下完成的。编写过程中得到了罗嗣海、徐定华、彭秋发、骆正东、余修日、李满根、饶明辉、王正其和资源勘查工程教研室全体教师的关心和支持,江山市政府、土管局、城建局、地矿局、环保局、气象局、水电局和博物馆提供了许多原始资料。

江山实习、江山实习基地建设和江山实习教材建设是我院几代师生不间断进行的一项系统工程,本书只不过是该工程中的一个小小环节,它既是前一环节的延续,又是后一环节的铺垫。恳请使用本书的师生对书中的错误、缺点和不周之处提出批评和指正,让我们共同为这个系统工程添砖加瓦。最后,本书作者向关心和支持江山基地建设和教材出版的领导和同行,向所有为江山实习基地的建立和完善付出辛勤劳动的学者、教师和学生致以崇高的敬意和衷心的感谢!

编著者

2002.10

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 前 言              |    |
| 1 江山实习区区域地质      | 1  |
| 1.1 概述           | 1  |
| 1.2 地层           | 4  |
| 1.3 岩浆岩和变质岩      | 16 |
| 1.4 区域构造演化       | 19 |
| 2 江山实习区国土资源      | 27 |
| 2.1 土地资源         | 27 |
| 2.2 矿产资源         | 32 |
| 2.3 水资源与生态环境     | 35 |
| 2.4 旅游地学资源       | 40 |
| 3 区域地质调查方法       | 45 |
| 3.1 区调现状及方法概述    | 45 |
| 3.2 区调野外工作基本方法   | 48 |
| 3.3 遥感图象解译方法     | 58 |
| 4 图件编制方法         | 69 |
| 4.1 实测地层剖面图的绘制   | 69 |
| 4.2 综合地层柱状图的编制   | 75 |
| 4.3 地质图的编制       | 78 |
| 4.4 地质构造纲要图的编制   | 79 |
| 4.5 野外工作实际材料图的绘制 | 79 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 5 教学路线           | 81  |
| 路线 1 实习区踏勘       | 81  |
| 路线 2 上余志棠组和不整合   | 83  |
| 路线 3 碓边组         | 84  |
| 路线 4 上横塘宁国组      | 86  |
| 路线 5 金目坞硯瓦山组     | 87  |
| 路线 6 伍家弄长坞组和断层   | 88  |
| 路线 7 方家山叶家塘组和假整合 | 89  |
| 路线 8 藕塘底组        | 90  |
| 路线 9 石头山组        | 91  |
| 路线 10 老虎山不整合和岩体  | 92  |
| 路线 11 店坝头褶皱和断层   | 93  |
| 路线 12 碗窑火山岩      | 95  |
| 路线 13 城南水资源与环境   | 96  |
| 路线 14 城北土地类型     | 97  |
| 路线 15 上溪村地形地质草测  | 98  |
| 6 实习要求与安排        | 100 |
| 6.1 实习阶段的划分及教学要求 | 100 |
| 6.2 实习报告编写提纲     | 102 |
| 附录 1 地层表         | 104 |
| 附录 2 化石图版        | 105 |
| 附录 3 江山实习区地质图    | 117 |
| 附录 4 图例格式        | 118 |
| 主要参考文献           | 121 |

# 1 江山实习区区域地质

## 1.1 概述

### 1.1.1 实习区自然地理和经济地理概况

实习区位于江山市郊，属浙江省衢州地区管辖。填图区在西郊，离城区 2 km，东经  $118^{\circ}33'45''$ — $118^{\circ}38'20''$ ，北纬  $28^{\circ}43'6''$ — $28^{\circ}45'50''$ 。江山有浙赣铁路直达杭州、南昌，与闽北、皖南有公路相连。实习区有公路直通市内，交通十分方便（图 1-1、封底）。



图 1-1 江山交通位置图

实习区属典型的丘陵地貌，山势走向北东，蚱蜢山、江山岗一带的山前地带，山丘呈北西延展（见封底）。区内较高的山峰有老虎山（279m），西山高地（272.2m），方家山（209.0m），龙王山（204.0m），区内最低海拔 80.0m。切割深度最大 150m，一般 50 m—70m。区内水系主要为江山港，河面度 200m，水深最大为 2.8m，一般小于 1m。流向北东，向北东注入钱塘江。流量随季节变化较大，8-9 月份可因干旱出现暂时性断流。

实习区属亚热带温暖潮湿气候，具海洋型气候特点。年平均气温  $16^{\circ}\text{C}$ — $18^{\circ}\text{C}$ ，8—9 月

份气温最高, 平均为 36℃, 最高可达 40℃; 1—2 月份气温最低, 平均 1℃—2℃。年降雨量 1800 mm—2000mm, 3—4 月为梅雨季节, 4 月份开始出现雷阵雨。年蒸发量 700 mm—800mm。

江山一带农业以水稻为主, 工业以水泥工业为支柱, 食品、针织等小型厂矿较多。近年经济发展较快。

### 1.1.2 地质调查简史

浙江江山地区地质研究开展较早, 过去多以生物地层研究为主。1869 年德国的李希霍芬, 1911—1917 年日本地质学者先后来本区进行地质调查。1927 年刘季辰、赵亚曾到本区进行矿产调查研究时, 对地层作了初步划分, 著有“浙江西部之地质”一文, 有一定参考价值。1951 年盛莘夫在“浙江之地质”一文中, 对本区地层作了较详细的划分, 首次肯定本区有寒武系存在。1955 年卢衍豪、穆恩之、候祐堂、张日东、刘弟壖等发表“浙西古生代地层新见”一文, 对本区古生代(尤其是早古生代)地层作了系统的划分, 是本区地层研究的重大进步, 其划分方案至今仍为人们所沿用。1959 年全国地层会议在浙西召开地层现场会议, 由刘鸿允、卢衍豪、李星学、顾知微等人对浙西各纪地层作了全面总结, 奠定了本区地层研究的基础。1959—1965 年北京地质学院和浙江省区测队先后在本区进行 1:20 万区域地质测量, 对本区的地层、构造、岩浆活动及矿产分布规律进行了全面的调查。此外, 李捷、张文佑(1937)对煤田构造的研究, 候祐堂(1959)对奥陶介形类的研究, 穆恩之、李积金(1958)、葛梅钰(1964)、朱敏达(1965)、穆恩之(1984)、肖承协(1987)对笔石的研究, 张日东(1964)对头足类的研究, 李蔚浓(1965) *Arthricocephalus* (节头虫)的发现、卢衍豪等(1965、1983、1985)对三叶虫的研究、赵修祜等(1986)对石炭纪植物群的研究, 岳昭等(1989)小壳动物群的发现, 卢衍豪等(1984)对寒武—奥陶系界线的研究、鞠天吟(1989)对浙江寒武纪地层研究等, 均使本区的生物地层研究日趋深入。

1965 年抚州地质专科学校(东华理工学院前身)在江山建立实习基地。之后经过 30 多年来地学类专业师生的共同努力, 对江山的地质构造特征积累了丰富的资料。1978 年张敬礼、韩乃仁、李罗照、金玉书等在“浙江江山古生代地层的几点新认识”一文中, 对江山震旦纪及古生代地层补充了大量新资料, 对地层的划分与对比提出了新的见解。1980 年李罗照、韩乃仁等在江山及其邻近地区采获大量三分贝科化石, 发表了“浙西奥陶纪三分贝科腕足动物化石的新材料”一文, 补充描述了许多新的属种, 引起了国内外古生物学界的重视。1983 年韩乃仁发表了“浙江江山下奥陶统印渚埠组几个三叶虫化石”及“浙江江山下奥陶统发现肿笔石 *Oncograptus*”等文章, 丰富了对下奥陶统的生物组合的认识。1984 年韩乃仁、李罗照、金玉书在“浙江江山下奥陶统宁国组的新认识”一文中提出宁国组底部存在灰岩透镜体。1986 年林天瑞(南京大学)、韩乃仁描述了硯瓦山组的三叶虫化石。1987 年韩乃仁、金玉书发表“浙江江山西山地层地质问题”, 提出西山为一向南东倾斜的倒转背斜。值得指出的是, 1976 年我院师生在江山碓边发现的寒武系剖面。经我院与南京地质古生物研究所合作研究, 已成为我国东南区寒武—奥陶系界线标准剖面。1985 年浙江省人民政府在江山碓边建立寒武—奥陶系界线地质保护区。

1988—1990 年我院根据教学工作需要, 组建了江山基地建设小组, 对江山实习区的地层、沉积岩及沉积相、构造、变质岩及岩浆岩等基础地质问题进行了两年野外和室内研究。主要成果包括: (1) 对江山历年的地层古生物资料进行了全面的整理研究, 采获了比较系统的微体古生物化石, 并在元素地层学方面作了初步尝试; (2) 在江山首次进行了系统的沉积相研

究。志留期的河流相、长垵期的浊积相和藕塘底期的混合沉积序列的确定,对认识浙西沉积环境及其大地构造背景有重要意义;(3)对江山的构造形态进行了深入研究,并借助于节理统计和数学模拟方法恢复古构造应力场;(4)从沉积—大地构造学出发,研究了浙西、皖南的大地构造环境演化,对认识华夏古陆的构造古地理提供了比较丰富的资料。课题组在《矿物岩石》、《岩相古地理》、《地层学杂志》、《浙江地质》、《华东地质学院学报》等刊物发表一系列论文,从而使江山的基础地质研究程度达到了一个新的阶段。“江山实习基地建设”1990年获江西省优秀教学成果一等奖,1993年获国家级优秀教学成果二等奖。

1999-2002年,江山实习基地的新一轮建设列入了江西省重点建设学科和核工业重点学科“放射性地质与勘探”、江西省重点建设学科“地质工程”的建设内容之一。为适应1:5万区调填图新方法、新一轮国土资源大调查和本科专业结构调整,在总结以往成果的基础上,对实习内容和实习方法进行了补充和修改。本次基地建设的主要成果包括:(1)根据现代地层学理论和1:5万区域地质填图新方法,重新厘定了江山的岩石地层单位,从理论和实际界定上恢复了该区“组”的本来面目;(2)研究了江山实习区各地层单位和构造形变的遥感影像特征;(3)对江山土地资源、旅游地学资源、水资源与生态环境进行了初步调查,从地形—岩石相结合的角度探讨了土地自然类型划分新方案;(4)研究了1:5万区调填图方法在教学实习中的应用,摸索出一套实习教学规范化和现代化的有效途径。

### 1.1.3 区域大地构造环境

江山位于江山—绍兴深断裂西侧。受深断裂控制,浙江东、西的区域地质面貌表现出极大的差异。浙东变质基底称陈蔡群,由黑云母斜长片麻岩、云母石英片岩、变粒岩、斜长角闪岩夹大理岩组成。变质相属角闪岩相和绿片岩相,锆石U—Pb年龄1438—2004Ma(水涛,1988),时代为中晚元古代。其上为上三叠统一下侏罗统河湖相煤系、中侏罗统一下白垩统火山—沉积岩系、上白垩统红层及新第三系橄榄玄武岩覆盖。缺失震旦纪—中生代早期的全部海相地层,中生代酸性火山熔岩大面积覆盖是浙东地质发展上的两个重要特点。浙西基底称双溪坞群,为一套中基性—酸性熔岩、火山碎屑岩系,全岩Rb—Sr等时线年龄705Ma(水涛,1988)。其上有零星分布的陆相火山—粗碎屑堆积。震旦纪—志留纪为一套连续的碳酸盐—砂泥质沉积,晚泥盆世—早三叠世为砂岩—碳酸盐岩组合,分别构成两个完整的沉积旋回,中生代火山碎屑盆地零星分布。与皖南扬子地台的稳定型沉积相比,浙西早古生代地层厚度较大,碎屑岩具相对优势,且发育浊流沉积为特点。由浙西向南至赣中一带,震旦—奥陶系为厚逾万米的火山碎屑岩—碎屑岩活动型沉积,具较深的陆缘海沉积特点。由此可见,浙西震旦—早古生代沉积具明显的过渡型特征。晚古生代沉积环境在上述各地差异不大。在构造岩浆活动方面,浙东以燕山期的断块活动为主,出现大面积酸性岩浆的喷出与侵入,并伴随热—动力变质作用。浙西以印支期褶皱运动为主,岩浆活动微弱。

对浙、皖、赣相邻地区的大地构造区划,不同学派有不同的划分意见。黄汲清(1979)以江山—绍兴深断裂为界,浙西属扬子地台,称浙西台褶带,浙东属华南褶皱系。张文佑(1983)称浙西为扬子块断区,浙东为华南断褶系。近年不少学者用板块模式来认识本区的构造演化,王鸿祯(1986)指出,中、晚元古代扬子古大陆南缘为岛弧环境,洋壳界线大致在绍兴—江山—宜春一线。水涛(1988)认为闽浙变质地块为一漂移的古地体,早晋宁期沿江山—绍兴一线与江南古陆碰撞拼接。梁鼎新等(1990)研究了本区显生宙沉积、构造历史之后,认为自震旦—中三叠世为板内发展时期,中生代中期开始受太平洋板块的影响,向大

陆边缘活动带转化。

江山地质构造特征的形成和演化与上述背景密切相关。显生宙以来东部华夏古陆持续性隆起及其隆升幅度的变化,江山—绍兴深断裂在不同构造环境、不同构造应力场中的运动学和动力学条件的演变,浙东和浙西地壳结构的差异是三个极为重要的构造控制条件。下面将根据这些基本认识对江山的地层、岩相古地理、岩浆活动、构造变形及大地构造演化分别进行讨论。

## 1.2 地层

### 1.2.1 岩石地层单位及其厘定说明

按中国岩石地层区划,江山地区属华南地层大区,实习区主要位于扬子地层区江南地层分区江山-临安地层小区内。实习区内前震旦系、白垩系出露零星,震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系广泛分布,层序齐全,化石丰富。

由于受传统地层学理论和原则的束缚,江山地区以往的地层单位——“组”都赋予了特定的时代含义,用化石资料引伸出的年代地层概念来限制或肢解组,严重混淆了两种地层单位的概念。因此,根据现代地层学理论重新厘定该区岩石地层单位,是一项刻不容缓的工作。

岩石地层单位的建立,应当考虑宏观岩性、岩相特征及其区域稳定性。就其时代而言,普遍具有横向穿时性,纵向跨时性。根据这一原则,将江山实习区岩石地层厘定出了1个群(未分组)16个组(表1-1)。它们的野外直观标志(主要岩性、沉积构造及古生物生态特征)沉积相类型及三种地层单位的对比关系分别列于附录1和表1-2,各组常见化石见化石图版(附录2)。

在上述17个岩石地层单位中,有12个维持原来的地理专名及顶底界。它们符合岩石地层单位含义。有4个组是经过修改厘定的,其中2个组为本文另建立的新组,另2个组保留原名称,但对底界或顶界作了修改,赋予了特定的岩性、岩相含义。

(1)按地层名称优先权原则,印渚埠组和胡乐组沿用原名,但按岩石地层单位含义修改了其界限。朱庭祜(1924)在桐庐印渚埠创“印渚埠系”,原意相当于下古生界。卢衍豪、穆恩之等(1955,1963)称“印渚埠页岩”、“印渚埠组”,时代属早奥陶世特马豆克期及阿仑尼克期早时。嗣后,卢衍豪等(1980,1985)又详细研究了江山碓边寒武—奥陶系界线及其附近的化石带,严格规定了“印渚埠组”底界,位于 *Lotagnostus hedini* 带与 *Hysteronotus asiaticus* 带之间。此后所称“印渚埠组”即是这一概念。很显然,它带有年代地层的含义。实际上,“印渚埠组”下部与寒武系“西阳山组”岩性、岩相一致,为灰黑色薄层状微晶灰岩夹泥灰岩、钙质页岩,属台地相。它们之间的界线是按照化石分带划分的,在野外宏观上无法确定,因而不符合岩石地层界线层型要求。本文将印渚埠组底界上移到大量出现黄绿色页岩处。界线之上不夹稳定的灰岩层,仅偶见断续分布的泥灰岩瘤,与下伏碓边组岩性分界线清楚。印渚埠组顶部为灰紫色页岩与灰黄色页岩互层,与上覆宁国页岩(灰黑色笔石页岩偶夹中厚层状微晶灰岩)分界明显。这一界线与原“印渚埠组”顶界一致。

表 1-1 江山地区岩石地层单位一览表

| 岩石地层单位 |                                  |       | 相当于原地层单位  |
|--------|----------------------------------|-------|-----------|
| 名称     | 符号                               | 厚度(m) |           |
| 衢江群    | K <sub>2</sub> Q                 |       | ~**       |
| 丁家山组   | P <sub>1</sub> d                 | > 70  | ~         |
| 石头山组*  | C <sub>2</sub> —P <sub>1</sub> s | 267.2 | 茅口组 (老虎山) |
|        |                                  |       | 栖霞组       |
|        |                                  |       | 船山组       |
| 藕塘底组   | C <sub>2</sub> o                 | 347.4 | ~         |
| 上段     | C <sub>2</sub> <sup>2</sup> o    | 195.4 |           |
| 下段     | C <sub>2</sub> <sup>1</sup> o    | 152.0 |           |
| 叶家塘组   | C <sub>1</sub> y                 | 104.0 | ~         |
| 长坞组    | O <sub>3</sub> c                 | 320.0 | ~         |
| 黄泥岗组   | O <sub>3</sub> h                 | 22.4  | ~         |
| 砚瓦山组   | O <sub>2</sub> y                 | 155.2 | ~         |
| 胡乐组*   | O <sub>1-2</sub> h               | 29.8  | 胡乐组       |
|        |                                  |       | 牛上组       |
| 宁国组    | O <sub>1</sub> n                 | 40.6  | ~         |
| 印渚埠组*  | O <sub>1</sub> y                 | 57.9  | 印渚埠组上部    |
| 碓边组*   | <sub>1</sub> —O <sub>1</sub> d   | 329.9 | 印渚埠组下部    |
|        |                                  |       | 西阳山组      |
|        |                                  |       | 华严寺组      |
|        |                                  |       | 杨柳岗组      |
|        |                                  |       | 大陈岭组      |
| 荷塘组    | <sub>1</sub> h                   | 19.1  | ~         |
| 西峰寺组   | Z <sub>2</sub> x                 | 157.3 | ~         |
| 上段     | Z <sub>2</sub> <sup>2</sup> x    | 79.2  |           |
| 下段     | Z <sub>2</sub> <sup>1</sup> x    | 78.1  |           |
| 雷公坞组   | Z <sub>1</sub> l                 | 9.6   | ~         |
| 志棠组    | Z <sub>1</sub> z                 | 702.1 | ~         |
| 上段     | Z <sub>1</sub> <sup>2</sup> z    | 392.8 |           |
| 下段     | Z <sub>1</sub> <sup>1</sup> z    | 309.3 |           |
| 上墅组    | Pt <sub>3</sub> s                |       | ~         |

\* 经过修订界线修改了的组；\*\* 原地层单位与现今岩石地层单位名称和界线一致。

胡乐组岩性为黑色页岩夹黑灰色硅质岩、粉砂岩。该组包括了原“牛上组”、“胡乐组”。许杰(1934)在安徽宁国县胡乐司所创“宁国页岩”、“胡乐页岩”,由卢衍豪、穆恩之等(1955)引用于本区。韩乃仁等(1984)对江山“宁国组”的底界及岩性作了进一步修正。盛莘夫(1963, 1974)根据于潜牛上剖面笔石带研究,将原“宁国页岩”上部产兰维恩期 *Amplexograptus confertus* 带和 *Pterograptus elegans* 带的地层划出称“牛上组”,归于中奥陶统。但这两个笔石带的时代归属目前尚有争议,我院实习队和浙江、安徽、江西等省区调队仍将其划为早奥陶世。故“牛上组”一词在公开文献中未见采用。“牛上组”岩性特征明显且分布稳定,在浙西、皖南、赣东北均为灰黑色薄层状硅质岩、页岩。因此,笔者认为,从岩石地层学角度来看,将“牛上组”从原“宁国组”中划出来是必要的。本文的宁国组即采用盛莘夫(1974)的划分界限。又鉴于“牛上组”一词并未正式采用,故将岩性岩相特征一致,野外难以区分的“牛上组”、“胡乐组”合并为胡乐组。

表 1-2 江山地区岩石地层、生物地层、年代地层单位的划分与对比

| 岩石地层 | 生物带或重要化石                                                                                                                                                                                          | 年 代 地 层 |                        |    |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------|----|-----|
|      |                                                                                                                                                                                                   | 阶       |                        | 统  | 系   |
|      |                                                                                                                                                                                                   | 中国      | 西欧                     |    |     |
| 衢江群  |                                                                                                                                                                                                   |         |                        | 上统 | 白垩系 |
| 丁家山组 | <i>Parafusulina</i> 带                                                                                                                                                                             | 茅口阶     | 萨 克 森 阶<br>Saxonian    | 下统 | 二叠系 |
|      | ( 3 ) <i>Neoschwagerina</i> 带<br><i>Cancellina</i> 带                                                                                                                                              |         |                        |    |     |
| 石头山组 | ( 2 ) <i>Nankinella</i> 带                                                                                                                                                                         | 栖霞阶     | 奥 图 阶<br>Autunian      |    |     |
|      | ( 1 ) <i>Sphaeroschwagerina</i> 带<br><i>Triticites</i> 带                                                                                                                                          | 马平阶     | 斯 蒂 芬 阶<br>Stephanian  |    |     |
| 藕塘底组 | 蜓： <i>Fusulina pseudobocki</i> , <i>Profusulinella convoluta</i> , <i>Pseudostaffella ozawai</i> .<br>腕足类： <i>Wellerella delieatula</i> , <i>Choristites abaormalis</i><br>珊瑚： <i>Caninia</i> SP. | 威宁阶     | 维 斯 发 阶<br>Westphalian | 上统 | 石炭系 |
|      |                                                                                                                                                                                                   |         | 纳 缪 尔 阶<br>Namurian    |    |     |
| 叶家塘组 | 植物： <i>Archaeocalamites scrobiculalus</i> , <i>Neuropteris gigantea</i> , <i>Rhodeopteridium</i> SP.                                                                                              | 大塘阶     | 韦 宪 阶<br>Visean        | 下统 |     |
| 长坞组  | 笔石： <i>Dicellograptus cf. complanatus</i> , <i>Orthograptus truncatus</i><br>三叶虫： <i>Dalmanites</i> SP.<br>腕足类： <i>Kassinella</i> SP. , <i>Trimruellina</i> SP. , <i>Leptellina</i> SP.           | 五峰阶     | 阿 什 极 阶<br>Ashgillian  | 上统 |     |
| 黄泥岗组 | <i>Nankinolithus nankinensis</i> 动物群                                                                                                                                                              | 石口阶     |                        |    |     |
| 砚瓦山组 | <i>Sinoceras chinense</i> 动物群                                                                                                                                                                     | 瀚江阶     | 卡 拉 道 阶<br>Caradocian  | 中统 | 奥陶系 |
| 胡乐组  | ( 2 ) <i>Dicranograptus sinensis</i> 带<br><i>Nemagraptus gracilis</i> 带<br><i>Glossograptus hincksii</i> 带                                                                                        | 胡乐阶     | 兰 代 洛 阶<br>Llandeilian |    |     |
|      | ( 1 ) <i>Pterograptus elegans</i> 带<br><i>Amplexograptus confertus</i> 带                                                                                                                          | 宁国阶     | 兰 维 恩 阶<br>Llanvirnian | 下统 |     |
| 宁国组  | <i>Glyptograptus austrodenlatus</i> 带<br><i>Cardiograptus amplus</i> 带<br><i>Azygograptus suecicus</i> 带                                                                                          |         | 阿 仑 尼 克 阶<br>Arenigian |    |     |
| 印渚埠组 | <i>Asaphopsis</i> — <i>Birmanites</i> 带                                                                                                                                                           |         |                        |    |     |

续表 1-2

| 岩石地层 | 生物带或重要化石                                                                                                                                                                           | 年 代 地 层              |                                 |      |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|------|-----|
|      |                                                                                                                                                                                    | 阶                    |                                 | 统    | 系   |
|      |                                                                                                                                                                                    | 中国                   | 苏联                              |      |     |
| 碓边组  | (5) <i>Adelograptus</i> — <i>Clonograptus</i> 带<br><i>Staurograptus dichotomus</i> 带<br><i>Hysterolenus asiaticus</i> 带                                                            | 新厂阶                  | 特马豆克阶<br>( 西 欧 )<br>Tremadocian | 下统   | 奥陶系 |
|      | (4) <i>Lotagnostus hedini</i> 带<br><i>Acaroceras endogastrum</i> 带<br><i>Lotagnostus punctatus</i> 带                                                                               | 凤山阶                  | 席 德 廷 阶<br>Shidertinian         | 上统   | 寒武系 |
|      | (3) <i>Pseudoglyptagnostus clavatus</i> 带<br><i>Erixanium</i> 带<br><i>Proceratopyge fenhwangensis</i> 带<br><i>Glyptagnostus reticulatus</i> 带<br><i>Glyptagnostus stolidotus</i> 带 | 长山阶                  |                                 |      |     |
|      |                                                                                                                                                                                    | 崮山阶                  |                                 |      |     |
|      | (2) <i>Lejopyge sinensis</i> 带<br><i>Lejopyge armata</i> 带<br><i>Pseudophalacroma triangulus</i> 带<br><i>Ptychagnostus atavus</i> 带<br><i>Triplagnostus gibbus</i> 带               | 张夏阶                  | Mayan                           | 中统   |     |
|      |                                                                                                                                                                                    | 徐庄阶                  | Amgian                          |      |     |
|      |                                                                                                                                                                                    | 毛庄阶                  |                                 |      |     |
|      | (1) <i>Arthricocephalus</i> — <i>Changaspis</i> 带                                                                                                                                  | 龙王庙阶                 | 勒 拿 阶<br>Lenian                 | 下统   |     |
|      |                                                                                                                                                                                    | 沧浪铺阶                 | 波 托 马 阶<br>Botomian             |      |     |
|      |                                                                                                                                                                                    | 筇竹寺阶                 | 阿特达板阶<br>Atdabanian             |      |     |
|      | 梅树村阶                                                                                                                                                                               | 托 莫 特 阶<br>Tommotian |                                 |      |     |
| 荷塘组  | <i>Shabaella</i> 带<br><i>Hunanocephalus</i> 带<br><i>Anabarites trisulcatus</i> 带                                                                                                   |                      |                                 |      |     |
| 西峰寺组 | 微古生物： <i>Protosphaeridium</i> SP. ,<br><i>Brocholaminaria</i> SP. , <i>Leiosphaeridia</i> SP.<br>叠层石： <i>Baicalia baical</i> , <i>Conophyton</i> SP.                               |                      |                                 | 上统   | 震旦系 |
| 雷公坞组 |                                                                                                                                                                                    |                      |                                 | 下统   |     |
| 志棠组  |                                                                                                                                                                                    |                      |                                 |      |     |
| 上墅组  |                                                                                                                                                                                    |                      |                                 | 上元古宇 |     |

(2) 碓边组和石头山组是经过修订而新建的组。李蔚农等(1965)在江山大陈“中寒武统杨柳岗灰岩”底部采获时代属早寒武世的 *Arthricocephalus* 而另建“大陈岭组”。故本区寒武系灰岩以往划分为“大陈岭组”、“杨柳岗组”、“华严寺组”、“西阳山组”四个地层单位。上述各“组”之界限不是以岩石特征为基础划分的,而是根据生物地层特征变化而确定的年代地层界线。因此,这不能作为岩石地层单位的组界。本文将上述四个“组”及原“印渚埠组”下部一整套岩性一致的地层合称为碓边组。其底界为原“大陈岭组”底界,顶界(与上

覆印渚埠组页岩的界线)如前所述。

本区的“栖霞组”和“船山组”与宁镇地区相比有很大差别。“栖霞组”厚度小,分不出明显的岩性段;“船山组”厚度比宁镇一带厚得多,核形石(俗称“船山球”)仅在中部偶见,含较多黑色燧石团块,与“栖霞组”无甚区别。李罗照、韩乃仁(1977)根据蜓化石在江山老虎山“栖霞组”之上划分出茅口期灰岩,认为它与丁家山组是同期异相沉积。上述三套灰岩之岩性特征极为相似,在宏观上无法区分,故合并成石头山灰岩,代表本区石灰、二叠系灰岩。

(3)本书将分布于区内老虎山、西山一带的白垩纪红层统称为衢江群(原名)。之所以这样处理,是因为在不宜详细划分成许多组或避免使用某些含义不清的组名时,并组为群可提供一种简化地层划分的有效办法。金衢盆地的巨厚红层,各种划分与命名方案之间争论不休。其实,按照化石内容建立组,实质上容易混淆组的概念。另一方面,这套河湖相红色碎屑岩,横向变化复杂,单个剖面上的粒度变化并无区域延伸规律。因而不宜细分成组。

(4)卢衍豪等(1955)在江山藕塘底村东建立的“藕塘底层”系指“长坞页岩”之上、“船山石灰岩”之下的砂岩、页岩夹石灰岩透镜体。李星学等(1963)所称的“藕塘底群”含义则更广。这两个地层单位相当于本区的叶家塘组和藕塘底组。按地层指南规定,组的地理专名不能与层、群的地理专名相同,故藕塘底组一词是不妥当的。但考虑到“藕塘底层”、“藕塘底群”等名称早已废弃,且藕塘底组专指以海相为主的碎屑岩夹灰岩部分,因而,本文沿用了藕塘底组名称,不另取名,以免词多易乱。叶家塘组为陆相沉积,顶部紫色薄层状泥质粉砂岩具有区域稳定性,以此容易确定藕塘底组底界。藕塘底组与“黄龙灰岩”岩性岩相特征迥然不同,它广泛分布于浙江江山、兰溪、江西铅山、广丰一带,各地岩石特征相似。可见其横向延伸具区域规模,应作为1:5万组图填图单位。这套地层不宜引用“黄龙组”,也不应另创“叶家湾组”。

### 1.2.2 岩石地层特征

本节简要介绍上述17个岩石地层单位以及江山—绍兴断裂东侧的陈蔡群及磨石山组的基本特征,后者隶属于东南地层区沿海地层分区。

#### 1.2.2.1 前震旦纪

上墅组( $Pt_3S$ )系浙江区测队(1969)创建,命名地点在衢县上墅村。

本组为一套轻微变质的陆相中酸性—酸性火山喷发岩,岩性主要为灰紫色英安质角砾凝灰岩、流纹质凝灰角砾岩、含角砾岩屑凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩,夹流纹斑岩及少量沉凝灰岩。时代属晚元古宙。

本组分布于河东及上余一带,露头良好,厚度>800 m。

#### 1.2.2.2 震旦纪—奥陶纪

(1)志棠组( $Z_{1z}$ )系刘鸿充、沙庆安(1959)创建,命名地点在龙游县志棠乡。但该剖面出露不全,缺失下部地层。1989年我院在江山上余测制的志棠组剖面,层序完整,顶底齐全,露头良好,可作为浙江志棠组的代表。据岩性及岩相古地理分析,志棠组可分成2段。

下段岩性为紫红色、灰红色块状砾岩、含砾粗砂岩夹灰紫色、紫红色砂岩、顶部见紫红色层状凝灰质砂岩。底部有一层灰色、灰绿色块状砾岩,砾石多呈棱角、次棱角状,以火山

岩为主，与下伏上墅组岩性一致，具底砾岩特征。本段发育不连续的斜层理、平行层理、块状层理，下部冲刷底蚀构造发育，偶见波痕（图 1-2）。厚 309.3 m。

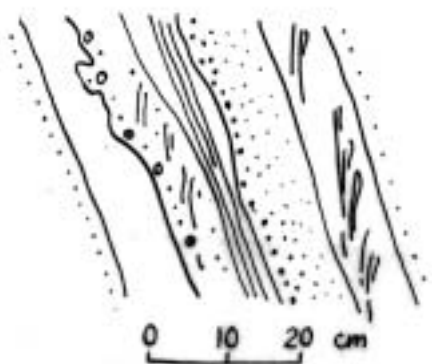


图 1-2 志棠组下段冲刷面和层理构造（上余）

上段为灰绿色、灰、灰白色含粉砂泥岩、硅质页岩、硅质粉砂岩、沉凝灰岩及凝灰质砂岩。与下段呈连续过渡。普遍发育水平纹层，偶见波状、脉状层理及竹叶状构造、滑动变形构造，厚度为 392.8 m。

本组主要分布于新塘坞、上余、四都、丰足一带，江山城关之西山及须江公园也零星出露。本组与下伏上墅组呈角度不整合接触。本组在浙江省内相变不大，但厚度由东向西递减。

（2）雷公坞组（ $Z_{1l}$ ）。系刘鸿充、沙庆安（1959）创建，命名地点在常山县城西三里亭以西的雷公坞。

本组为一套冰渍岩。为黄灰色、紫红色含砾泥岩、含砾粉砂质泥岩。砾石大小不一，直径 0.2 cm—30 cm，砾石含量 5%—15%，砾石呈不规则棱角状、饼状、椭球状等，有的砾石，尤其是青灰色碧玉砾石表面常可见到多组冰擦痕和挤压坑。砾石分选性差，无定向排列，不显层理。砾石成分复杂，主要有：红色玉髓、灰岩、含锰灰岩、碧玉、脉石英、硅质岩、石英岩、石英砂岩、粉砂质板岩及泥岩等。厚 8.5 m—49.4 m。自东向西，厚度不断增大。

本组主要分布于新塘坞、黄泥塘一带，城关西山也有零星出露。与下伏志棠组呈整合接触，本组特征清楚，层位稳定，分布广泛，是震旦系划分对比的标志层之一，与峡东地区的南沱组大致相当，属早震旦世晚期沉积。

（3）西峰寺组（ $Z_{2x}$ ）。系由盛莘夫（1951）的西峰寺硅质灰岩沿革而来，命名地点在常山县城西的西峰寺。西峰寺组按岩性可分为 2 段。

下段下部为青灰色灰质白云岩、含白云石、燧石团块微晶灰岩、含灰云岩夹灰黑色粉砂质页岩，有时呈不规则互层。中部为一层厚度不大，但层位稳定的紫红色含泥白云岩夹白云岩扁豆体，具水平纹层，可作为下段划分对比标志层。上部为浅灰色、风化后呈土黄色的白云岩，偶夹黑色页岩，本段见微古植物化石：*Protosphaeridium*（原始球藻）、*Brocholaminaria*（六面膜片）等，厚约 78.1 m。

上段灰色、灰白色风化后为黄灰色白云岩、块状叠层石白云岩，上部有时见燧石团块。水平纹层发育。产叠层石 *Conophyton*（锥状叠层石）、*Baicalia*（贝加尔叠层石）、*Gymnosolen*（裸枝叠层石）等及 *Leiosphaeridia*（光面球藻）、*Protosphaeridium*（原始球藻）、*Brocholaminaria*（六面膜片），厚 79.2 m。

本组主要出露在大陈、新塘坞，城关西山也零星出露。与下伏雷公坞组呈平行不整合接触。

(4) 荷塘组 ( $\text{J}_1\text{h}$ )。系卢衍豪、穆恩之等 (1955) 所创，命名地点在江山县荷塘村。本组岩性主要为灰色、灰黄色页岩、硅质页岩，底部见石煤层、含胶磷矿砾屑白云岩、结核状磷块岩。产三叶虫化石：*Hunanocephalus* (湖南头虫)、*Shabaella* (沙坝虫) 及海绵骨针 *Protospongia* (原始海绵骨针)，底部还见小贝壳动物化石 *Anabarites* (阿纳巴管螺)。厚 19.1 m。

本组主要分布于荷塘、碓边一带，与下伏西峰寺组平行不整合接触。本组底部的石煤层遍布浙西，是浙江重要的煤、磷层位。

#### (5) 碓边组 ( $\text{J}_1 - \text{O}_1\text{d}$ )

为本书新修订的组，由原“大陈岭组”、“杨柳岗组”、“华严寺组”、“西阳山组”、“印渚埠组”下部薄层灰岩合并而成。本组岩性主要为灰黑色薄层微晶灰岩、含泥微晶灰岩夹钙质页岩条带，底部见白云岩条带，顶部泥质含量增多。水平纹层发育，底部见鸟眼构造。

本组产丰富三叶虫化石，自下而上有：*Arthricocephalus* (节头虫)、*Changaspis* (张氏虫) (相当于原大陈岭组)；*Fuchouia* (复州虫)、*Lejopyge* (光尾球接子)、*Ptychagnostus* (褶纹球接子)、*Hypagnostus* (隐球接子)、*Goniagnostus* (棱球接子)、*Triplagnostus* (三分球接子)、*Pseudophalacroma* (假秃球接子)、*Dorypyge* (叉尾虫)、*Diplagnostus* (双分球接子)、*Phalacroma* (秃球接子)、*Oidalagnostus* (肿球接子)、*Linguagnostus* (舌球接子) 及海绵骨针等 (相当于原杨柳岗组)；*Glyptagnostus* (雕球接子)、*Pseudoglyptagnostus* (假雕球接子)、*Proceratopyge* (原角尾虫)、*Pseudagnostus* (假球接子)、*Agnostus* (球接子) 及腕足类化石 (相当于华严寺组)；*Lotagnostus* (花球接子)、*Hedinaspis* (赫定虫)、*Chekiangaspis* (浙江虫)、*Geragnostus* (老球接子)、*Charchaia* (却尔却克虫)、*Homagnostus* (等称球接子)、*Westergaardites* (韦氏虫)、*Olenus* (油栉虫) 及头足类 *Ellesmeroceras* (爱丽斯木角石) (相当于原西阳山组)；*Hysterolenus* (后油栉虫)、*Symphysurus* (粘壳虫)、*Macropyge* (大尾虫)、*Diceratopyge* (双刺尾虫) 及 *Staurograptus* (十字笔石)、*Anisograptus* (反称笔石)、*Bryograptus* (苔藓笔石) 等 (相当于原印渚埠组底部)。厚 329.9 m。

本组主要出露于碓边、大陈、杨柳岗及黄泥塘等地，江山市西山有零星出露。本组横向变化不大，与下伏荷塘组呈整合接触。碓边组是浙西烧制石灰的重要层位。

在江山市之北约 10 km 的碓边一带，寒武系灰岩出露最全，与奥陶系的分界线 [位于 *Lotagnostus hedinii* 带 (赫定花球接子带) 与 *Hysterolenus asiaticus* 带 (亚洲后油栉虫带) 之间] 清楚，经多年研究已成为江南区寒武系—奥陶系界线的标准剖面。1985 年浙江省人民政府在碓边建立了寒武系—奥陶系界线标准剖面保护区。

(6) 印渚埠组 ( $\text{O}_{1y}$ )。系由朱庭祜 (1923) 所创的印渚埠系发展而来，原命名地点在浙江于潜县之南的印渚埠，本书对其底界进行了修订，将印渚组底界上移到大量出现黄色页岩处。本组岩性为黄绿色页岩夹少量钙质页岩、瘤状泥灰岩，顶部见紫红色页岩。页岩风化后呈火柴棍状。产大量化石，包括三叶虫：*Euloma* (美丽饰边虫)、*Shumardia* (舒马德虫)、*Geragnostus* (老球接子)、*Niobella* (小女儿虫)、*Inkouia* (阴沟虫)、*Ampyx* (线头形虫)、*Asaphopsis* (栉壳虫)、*Corrugatagnostus* (皱面球接子)、*Apatokephalus* (幻影头虫)、*Niobe* (女儿虫)；笔石：*Adelograptus* (匿笔石)、*Clonograptus* (枝笔石)、*Didymograptus* (对笔石) 等；腕足类小舌形贝及介形类化石等。厚 57.9 m。

本组分布于碓边、黄泥岗、江山底一带，底部多因断层而出露不全，仅在碓边一带出露完整，与下伏碓边组呈整合接触。

(7) 宁国组 ( $O_{1n}$ ) 系许杰 (1934) 所创，命名地点在安徽省宁国县胡乐司。1955 年，卢衍豪等将宁国组一名引入浙西地区，代表原印渚埠系上部。

本组岩性为灰黑色页岩夹微薄层状粉砂岩、硅质岩，水平纹层发育，底部有时夹微晶灰岩。本组产三叶虫：*Euloma* (美丽饰边虫)、*Niobella* (小女儿虫)、*Geragnostus* (老球接子)、*Shumardia* (舒马德虫)；笔石：*Didymograptus* (对笔石)、*Azygograptus* (断笔石)、*Phyllograptus* (叶笔石)、*Tetragraptus* (四笔石)、*Glyptograptus* (雕笔石)、*Pseudotrigonograptus* (假三角笔石)、*Isograptus* (等称笔石)、*Paracardiograptus* (拟心笔石)、*Yushanograptus* (玉山笔石)、*Cardiograptus* (心笔石)、*Glossograptus* (舌笔石)、*Pseudoclimacograptus* (假栅笔石)、*Pseudobryograptus* (假苔藓笔石)、*Loganograptus* (劳氏笔石) 等；腕足类：*Orbiculoidea* (圆凸贝)、*Mimella* (拟态贝)、*Lingulella* (小舌形贝)；腹足类及介形类化石，底部灰岩中产牙形刺。厚 40.6 m。

本组分布于江山底、黄泥岗、碓边一带，西山、荷花塘等地也有零星分布。本组与下伏印渚埠组呈整合接触。

值得注意的是宁国组命名地点无灰岩出现，故以黑色笔石页岩命名。而江山地区宁国组底部出现透镜体，并非单一的笔石页岩，与宁国剖面不同，而更接近于中南地区的大湾组。另外江山宁国组底部属于 *Azygograptus Suecicus* 带 (瑞典断笔石带)，而皖南的标准宁国组的 *Azygograptus Suecicus* 带之下还有三个笔石带，考虑到江山地区宁国组与下伏印渚埠组呈整合接触，故可认为江山地区相当于标准宁国组下部三个笔石带的笔石页岩已相变为印渚埠组顶部的黄绿色、紫红色页岩。

(8) 胡乐组 ( $O_{1-2h}$ ) 系许杰 (1934) 创建，命名地点在皖南宁国县胡乐司。卢衍豪、穆恩之等 (1955) 在本区作地层研究时，采用了胡乐组这一地层名称。本书所称胡乐组之底部包括了原“牛上组”，即产 *Amplexograptus confertus* 带和 *Pterograptus elegans* 带的薄层硅质岩。

本组岩性为灰黑色薄层硅质岩、页岩、粉砂岩碳质页岩，风化后呈黄褐色至浅黄色。产笔石：*Amplexograptus* (围笔石)、*Pterograptus* (翼笔石)、*Didymograptus* (对笔石)、*Tylograptus* (瘤笔石)、*Glossograptus* (舌笔石)、*Nicholsonograptus* (尼氏笔石)、*Climacograptus* (栅笔石)、*Glyptograptus* (雕笔石)、*Xiphograptus* (剑笔石)、*Pseudoclimacograptus* (假栅笔石)、*Phyllograptus* (叶笔石)、*Allograptus* (奇笔石)、*Sinograptus* (中国笔石)、*Xiushuigraptus* (修水笔石)；*Abrograptus* (娇笔石)、*Dicellograptus* (叉笔石)、*Dicranograptus* (双头笔石)、*Nemagraptus* (丝笔石)、*Lasiograptus* (毛笔石)、*Leptograptus* (纤笔石)、*Rectograptus* (直笔石)。产腕足类：*Lingulella* (小舌形贝)。厚 29.8 m。

本组分布于江山底、黄泥岗、碓边一带，荷花塘等地也零星出露。地形上多为低地，常为第四系覆盖。本组与下伏宁国组呈整合接触。

(9) 砚瓦山组 ( $O_{2y}$ ) 系由刘季晨、赵亚曾 (1927) 所创的砚瓦山系发展而来，命名地点在江山砚瓦山。

本组岩性下部为灰黑色微晶灰岩夹钙质页岩、灰绿色瘤状泥灰岩，中部为紫红色瘤状泥灰岩，上部为灰色瘤状泥灰岩、灰色砾屑灰岩夹钙质页岩。产三叶虫：*Remopleurides* (浆肋虫)、*Nileus* (宝石虫)、*Jiangxilitus* (江西三瘤虫)、*Birmanites* (缅甸虫)、*Ampyxinella* (小

线头形虫) *Corrugatagnostus* (皱面球接子) *Calymenesun* (隐头形虫) 等; 头足类: *Sinoceras* (震旦角石) *Michelinoceras* (米契林角石) *Yanwashanoceras* (砚瓦山角石) 等, 另外还见珊瑚、海百合、介形类、腕足类、腹足类化石。厚 155.2 m。本组出露于砚瓦山、莲塘、黄泥岗、金目坞等地, 伍家弄一带零星出露。本组与下伏胡乐组呈整合接触。

(10) 黄泥岗组 ( $O_3h$ )。系卢衍豪、穆恩之等 (1955) 创建。命名地点在江山市黄泥岗村。

本组岩性为砖红色页岩、泥岩、粉砂质页岩, 下部含较多钙质、硅钙质结核。其中钙质结核中心一般为保存完整的化石, 硅钙质结核中未见。本组产丰富的化石。三叶虫: *Nankinolithus* (南京三瘤虫) *Nileus* (宝石虫) *Remopleurides* (浆肋虫) *Cyclopyge* (圆尾虫) *Geragnostus* (老球接子) *Corrugatagnostus* (皱面球接子) *Telephina* (远瞩虫) *Basilicus* (帝王虫) *Ptychopyge* (褶尾虫) *Birmanites* (缅甸虫) *Calymenesun* (隐头形虫) *Atractopyge* (箭尾虫) *Pliomerina* (小多股虫) *Encrinurella* (小彗星虫)、*Endymionia* (安德美虫) *Ampyxinella* (小线头形虫) *Ampyx* (线头形虫) *Lonchodomas* (矛头虫) *Dionide* (美女神母虫) *Huangnigania* (黄泥岗虫) *Selenoharpes* (圆月形镰虫) *Proetidella* (小研头虫); 头足类: *Michelinoceras* (米契林角石) *Fengzuerac* (丰足角石) 等; 腹足类: *Maclurites* (马氏螺)、*Lophospira* (脊旋螺) 等; 珊瑚: *Agetolites* (阿盖特珊瑚); 腕足类: *Trimerella* (三分贝) *Sinotrimerella* (中华三分贝) *Fengzuella* (丰足贝) 及海绵类、介形类等化石, 厚 22.4 m。

本组在江山分布广, 主要出露于大桥、郑家坞、黄泥岗、弄里、牛塘殿、达龙头、江山底一带。大致呈北东向分布, 与下伏砚瓦山组整合接触。本组分布广泛, 厚度不大, 岩性、岩相稳定, 特征明显, 化石丰富, 是本区良好的标志层。

(11) 长坞组 ( $O_3c$ )。系卢衍豪、穆恩之等 (1955) 创建, 命名地点在江山长坞村。

本组岩性为灰绿色、灰黄绿色页岩、钙质页岩夹粉砂岩、细砂岩, 构成韵律层。斜层理、水平层理、包卷层理、透镜状层理、波痕及槽模发育。本组化石稀少, 主要产于非韵律层中, 产三叶虫: *Ampyxinella* (小线头形虫) *Cyclopyge* (圆尾虫) *Calymenesun* (隐头形虫) *Birmanites* (缅甸虫) *Corrugatagnostus* (皱面球接子) *Nileus* (宝石虫) *Telephina* (远瞩虫) *Dionide* (美女神母虫) *Ptychopyge* (褶尾虫); 笔石: *Dicellograptus* (叉笔石) *Climacograptus* (栅笔石) *Glyptograptus* (雕笔石) *Pseudoclimacograptus* (假栅笔石); 腕足类: *Zygospira* (轭螺贝) *Leptellina* (准小薄贝) *Plectambonites* (褶脊贝) 等; 腹足类、头足类、瓣鳃类、锥壳纲、苔藓类及介形类化石。厚 320 m。

本组是江山地区出露最广的地层, 主要分布于仕阳尾、雪坑尖、祝家坞、伍家弄、长坞一带。长坞组厚度变化较大, 自东向西, 厚度增大, 至淳安一带厚度超过 2000 m。在衢州三衢山至江西玉山鸡头山, 本组相变为厚层灰岩, 珊瑚、腕足类等底栖生物发育。与下伏黄泥岗组呈整合接触。

### 1.2.2.3 石炭纪—二叠纪

(1) 叶家塘组 ( $C_4y$ )。系蒋声治等 (1959) 创建, 命名地点在开化县叶家塘。

本组岩性下部为灰色、灰白色高岭石粘土岩、碳质页岩夹薄煤层, 呈不稳定的透镜体产出; 中部为灰色、灰褐色复成分砾岩、含砾粗砂岩、中粗粒长石石英砂岩夹土黄色、黄白色粉砂岩; 顶部为一层厚约 10—20 m 的紫红色粉砂岩, 厚 90.5 m。

在本组下部的炭质页岩及煤层中产植物化石：*Mesocalamites*(中芦木)、*Neuropteris*(脉羊齿)、*Cardiopteris*(心羊齿)、*Sphenopteris*(楔羊齿)、*Asterocalamites*(星芦木)、*Archaeocalamites*(古芦木)、*Rhodea*(须羊齿)等。

本组主要分布于何家山、方家山、黄泥岗一带，与下伏长坞组呈平行不整合接触。

(2) 藕塘底组 ( $C_{20}$ )。系卢衍豪、穆恩之 (1955) 创建，命名地点在江山市藕塘底村。本组岩性可分为上、下两段。

下段下部为灰白色、灰色石英质砾岩、灰白色中粗粒长石石英砂岩，上部为白云岩、骨屑灰岩与砂岩、紫红色、灰绿色泥质粉砂岩、泥岩组成韵律互层。厚 152.0 m。

上段下部为黄白色砾岩、粗砂岩及紫红色泥质粉砂岩组成不规则韵律，韵律厚度 2-30 m；上部为黄白色粗粒长石石英砂岩、含砾粗砂岩夹黄白色生物碎屑硅岩，厚 195.0 m。

本组下段灰岩中产腕足类：*Dictyoclostus*(网格长身贝)、*Wellerella*(韦勒贝)等；蛭类：*Profusulinella*(原小纺锤蛭)、*Pusulina*(纺锤蛭)、*Pseudostaffella*(假史塔夫蛭)和珊瑚、苔藓虫等化石。

上段的生物碎屑硅岩中产珊瑚：*Caninia*(犬齿珊瑚)、*Lithostrotionella*(小石柱珊瑚)、*Protomichelina*(原米契林珊瑚)；腕足类：*Spirigerella*(携螺贝)、*Wellerella*(韦勒贝)、*Cleiothyridina*(锁窗贝)、*Choristites*(分喙石燕)、*Juresania*(朱里桑贝)、*Dictyoclostus*(网格长身贝)等。

本组分布于何家山、马宅塘、上余、坛石一带，与下伏叶家塘组呈整合接触。

(3) 石头山组 ( $C_2-P_1S$ )。本组为本书新合并组，包括原“船山组”、“栖霞组”和茅口期灰岩。岩性主要为深灰色厚层状、块状微晶灰岩、骨屑微晶灰岩。下部见微晶核形石灰岩、核形石微晶灰岩、亮晶虫屑蛭屑灰岩，底部夹细晶白云岩；上部含少量条带状、团块状燧石。

本组产丰富的蛭类化石。下部(相当于原船山组部分)主要有：*Pseudoschwagerina*(假希瓦格蛭)、*Schwagerina*(希瓦格蛭)、*Triticites*(麦蛭)、*Quasifusulina*(似纺锤蛭)；腕足类：*Spirifer*(石燕)；珊瑚：*Bradyphyllum*(迟珊瑚等)；上部(相当于原栖霞组部分)产蛭类：*Nankinella*(南京蛭)、*Schwagerina*(希瓦格蛭)、*Pisolina*(豆蛭)、*Sphaerulina*(球蛭)等；腕足类：*Dictyoclostus*(网格长身贝)、*Elivella*(小爱利夫贝)、*Martiniopsis*(似马丁贝)等；珊瑚：*Protomichelina*(原米契林珊瑚)。

在老虎山一带产蛭类：*Neoschwagerina*(新希瓦格蛭)、*Pseudodoliolina*(假桶蛭)、*Verbeekina*(费伯克蛭)、*Parafusulina*(拟纺锤蛭)、*Yangchienia*(杨铨蛭)、*Cancellina*(格子蛭)等。这些蛭类分子都是茅口期的典型分子，与丁家山组属同期异相沉积，反映了岩石地层单位的穿时性。

本组主要分布于何家山、石头山、花坟头、老虎山一带。岩性岩相稳定，与下伏藕塘底组呈整合接触，在老虎山为衢江群角度不整合覆盖。厚 267.2 m。

(4) 丁家山组 ( $P_1d$ )。系朱庭祜 (1964) 创建，命名地点在杭州西湖丁家山。

本组岩性为黑色薄层状硅石岩、硅质粉砂岩、粉砂岩夹微晶灰岩。产蛭类：*Parafusulina*(拟纺锤蛭)、*Elivella*(小爱利夫贝)、*Martiniopsis*(似马丁贝)、*Neoplicatifera*(新轮皱贝)、*Linoproductus*(线纹长身贝)、*Chonetes*(戟贝)；珊瑚：*Michelina*(米契林珊瑚)；苔藓类：*Fenestella*(窗格苔藓虫)、*Polypora*(多孔苔藓虫等)。

本组分布于何家山--马宅塘等地，与下伏石头山组整合接触。厚 >70 m。未见顶。

#### 1.2.2.4 白垩纪

衢江群 ( $K_2Q$ ) 系由衢江红砂岩一名沿革而来,命名地点在浙江金衢盆地。

本组岩性为棕褐色、紫红色砾岩、砂岩、泥质粉砂岩,砾石成分复杂,可见下伏丁家山硅质岩、石头山灰岩及其燧石结核的碎块。1977 年江山市淤头镇陈塘边金交椅衢江群砂岩中发现恐龙骨骼化石,1999 年江山市环城西路扩建时挖出一窝近 20 枚恐龙蛋化石(博文,钱华,1999)。产状近水平。厚>50 m。

本组分布于新塘边、贺村等地,老虎山、西山一带也有出露。以角度不整合覆于石头山组和丁家山组之上(图 1-3)。

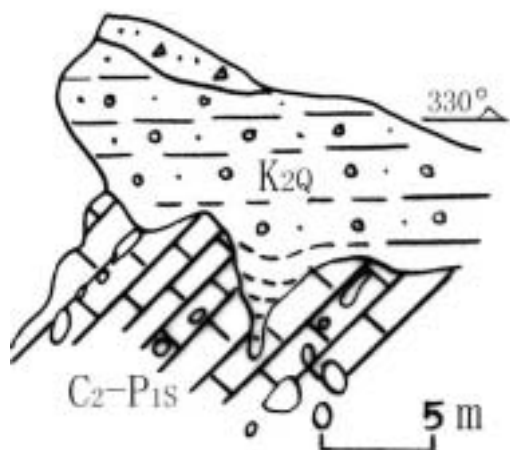


图 1-3 上白垩统与下二叠统不整合素描图(老虎山)

#### 1.2.2.5 浙东南区

(1) 陈蔡群 ( $Pt_{1-2}C$ )。命名地点在诸暨陈蔡。本群仅分布于石达河一带,为一套变质岩系。岩性主要为灰白色、黄褐色黑云斜长片麻岩、二云斜长片麻岩、浅粒岩、黑云石英片岩、角闪岩、大理岩等。底部出露不全。

本群岩性复杂,又受较深变质作用,其时代归属目前仍有争议。80 年代以来,陆续发表了大量同位素年龄数据(目前同位素年龄数据还不够准确,一般需结合其它资料综合考虑):全岩 Rb—Sr 等时线年龄 901 Ma (区调大队)、1680 Ma (上海海洋地质调查局),碎屑锆石 U—Pb 法年龄 1438 Ma (水涛,1988),独居石 U—Pb 年龄 644 Ma (变质岩编图组)。据此水涛等(1988)将陈蔡群置于中元古宙。近年来又测得 Sm—Nd 法年龄 2608 Ma、2755 Ma (汪新,1988),2390 Ma (徐步台等,1989),2574 Ma、2564 Ma (沈渭洲,1991)。因而目前一般认为陈蔡群时代为早-中元古宙,属华夏古陆的结晶基底。

(2) 磨石山组 ( $J_3m$ )。见于石达河碗窑一带,为火山碎屑岩系。由紫褐色晶屑玻屑凝灰岩、弱熔结晶玻屑凝灰岩夹褐色层状凝灰岩组成。碗窑所见剖面依层状凝灰岩顶面为界可划分出 2 个喷发旋回。

### 1.2.3 层序地层简介

层序地层学是 80 年代后期发展起来的一种划分、对比地层和沉积格架的新方法。它根据岩石露头、测井、钻探和地震资料分析,在沉积相解释的基础上,与生物地层学及构造沉降分析相结合,能更为精确地进行地质时代对比、岩相古地理再造和预测油气生储盖地层。目前层序地层学在石油系统已被广泛应用。

#### 1.2.3.1 层序界面的识别

层序界面是确定层序类型的基础,也是划分各种不同体系域的依据。层序界面有不整合面、初次海泛面和最大海泛面等几种类型。

(1) 不整合面:是一个将新老地层分开的界面,沿着这个界面有证据表明存在指示重大沉积间断的陆上侵蚀削截(或与之可对比的海底侵蚀)或陆上暴露现象。因而铁质和铝质风化壳、古土壤和植物根土层、底砾岩层、深切谷及其充填物等都是不整合的标志。实习区在古生代期间的不整合面有 2 个,早期不整合面存在于西峰寺组(晚震旦世)与荷塘组(早寒武世)之间,不整合面位于上震旦统的古岩溶面之上,古岩溶表明有明显的陆上暴露及沉积间断;晚期不整合面存在于长坞组(晚奥陶世)与叶家塘组(早石炭世)之间,沉积间断造成奥陶纪末至石炭纪初地层的缺乏。陆上暴露形成几 m 厚的古风化壳和铝土矿。上述两个不整合面构成本区两个型层序的底界面。

(2) 初次海泛面:是型层序内部初次跨越陆架坡折的海泛面,也是低位与海进体系域的物理界面。初次海泛面可由于后期海平面下降而遭受地表剥蚀或发生无沉积作用,也可由于后期海平面上升,发生可剥去近 10m 的沉积物的海侵侵蚀作用,岩性组合上出现在低砂泥比值的退积型准层序组的底界。一般见于陆架沉积、三角洲沉积、海岸平原沉积以及障壁岛、泻湖沉积等地段。江山实习区碓边灰岩与下伏荷塘组硅质页岩之间,藕塘底组下段灰岩与砂砾岩之间的界面都是本区的初次海泛面。它们是海进体系域的底界、低位体系域的顶界。

(3) 最大海泛面:是一个层序中最大海侵时形成的界面,它是海进体系域的顶界面,被上覆的高位体系域下超。岩性组合上从退积式准层序组向加积准层序及进积式准层序转变,且常伴有凝缩层(在可容空间骤增,陆源碎屑或其它沉积物贫乏背景下的缓慢沉积产物)。实习区出现 2 个最大海泛面,早期位于碓边组中部,相当于含泥微晶灰岩产出位置,在该界面常形成凝缩层;另一个界面出现在石头山组底部,即薄层泥质白云岩所在部位。泥质白云岩在本区属饥饿沉积产物,相当于凝缩层产出位置。

#### 1.2.3.2 层序类型及体系域的划分

本区古生界可划分出 2 个二级型层序,其底、顶界都由不整合面组成。它们分别为寒武系—奥陶系( $-0$ )型层序和石炭系—二叠系( $C-P_1$ )型层序。对应的体系域可分为低位体系域(LST)、海进体系域(TST)和高位体系域(HST)(图 1—4)。

(1) 低位体系域:是在相对海平面下降到陆架坡折以下至海平面开始缓慢上升时期形成的。实习区见有 2 个低位体系域,位于型层序的底部,不整合面之上。早期为寒武系荷塘组沉积,晚期为叶家塘组和藕塘组沉积。

(2) 海进体系域:是型和型层序中部的体系域,它是在全球海平面迅速上升与构造沉降共同产生的海平面相对上升时期形成的,以沉积作用缓慢的低砂泥比值的一个或多个退积型准层序组为特征。实习区中的海进体系域有 2 个。早期为碓边灰岩中下部,至出现含泥

微晶灰岩为止。下界面相当于初次海泛面，上界面对应于最大海泛面。晚期为藕塘组下段出现灰岩开始至石头山组底部泥质白云岩止。

(3) 高位体系域：是 型和 型层序上部的体系域，是在海平面由相对上升转变为相对下降时期形成的，它的底界面为最大海泛面或为下超面，顶界以 型或 型层序界面为界(不整合面或与之可对比的作用面)。实习区 2 个高位体系域分别为，早期由碓边组中部至长坞组构成，晚期由石头山组和丁家山组构成。

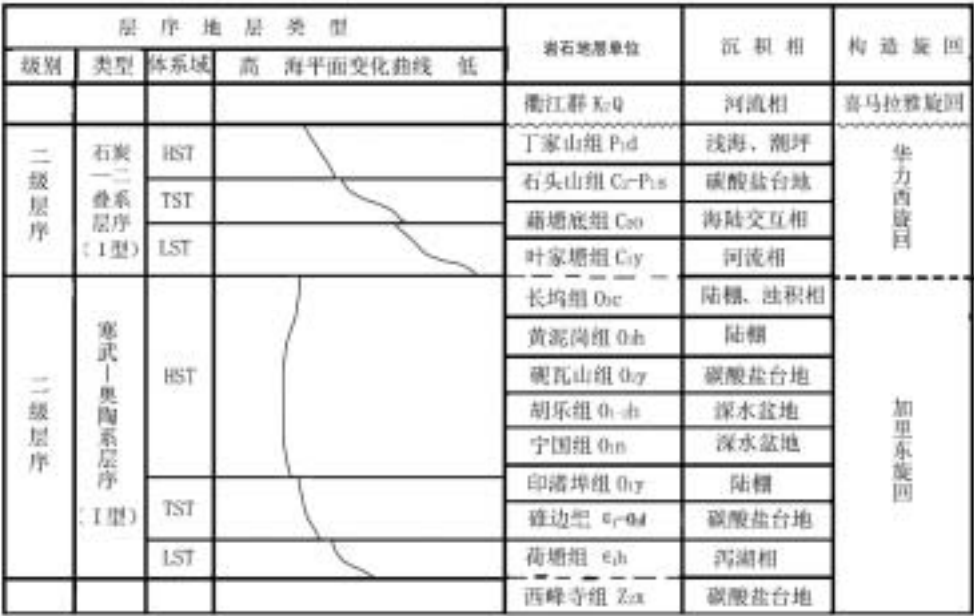


图 1-4 江山实习区古生代层序地层（二级层序）划分

1.3 岩浆岩、变质岩

1.3.1 岩浆岩

区内岩浆活动微弱，侵入岩仅见滨河岩体出露于江山港两岸，岩脉也罕见。火山岩有前震旦纪上墅组和晚侏罗世磨石山组的火山碎屑岩，零星出露于上余、碗窑一带。

1.3.1.1 侵入岩

(1) 滨河岩体

滨河岩体位于须江两岸，呈岩墙状，受断裂控制沿北东方向延伸，出露面积约 4 km<sup>2</sup>。实习区内仅于须江江边见零星露头。

岩体以石英二长岩为主，夹有少量白岗岩。岩体中部为浅肉红色中-细粒石英二长岩，局部暗色矿物减少，石英增多过渡为白岗岩。边部为砖红色微-细粒石英二长岩，有时出现少量斑晶，暗色矿物增多。边缘相带宽仅 2-3m。相带界线不够明显。岩体的原生流动构造不发育，后期节理发育。

石英二长岩呈浅红色，细粒二长结构，块状构造。主要矿物有斜长石(40%)，正长石(47%)，

石英(10%)和少量绿泥石。斜长石为自形一半自形，大小 1.2-0.1mm，聚片双晶纹明显，表面常见粘土及碳酸盐化；正长石为半自形一它形板状晶体，大小 1.2-0.1mm，表面常具较多铁质和粘土矿物，晶体边缘常见蠕虫状石英；石英呈它形粒状，大小 0.5-0.1mm，表面较干净。

白岗岩呈浅红色，细粒等粒花岗结构。主要矿物有：斜长石，自形一半自形柱状，含量为 30%；正长石，半自形板状，含量约 40%；石英呈它形粒状，含量约 25%左右。

岩体的化学成分及其数值特征见表 1-3 和表 1-4。与黎彤（1962）中国花岗岩平均成分及北京 11 个石英二长岩成分比较，属酸性—中酸性岩石。成分分异比较明显。

表 1-3 岩体化学成分

| 岩石名称   | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | CaO  | MgO  | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | MnO  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | H <sub>2</sub> O | 灼减   |
|--------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------------------|-------------------|------|-------------------------------|------------------|------|
| 白岗岩    | 75.69            | 10.84                          | 0.27             | 1.16                           | 1.01 | 0.30 | 0.52 | 4.00             | 3.98              | 0.13 | 0.12                          | 0.58             | 0.86 |
| 石英二长岩  | 68.18            | 14.15                          | 0.58             | 4.04                           | 0.82 | 0.16 | 1.30 | 3.92             | 1.97              | 0.07 | 0.18                          | 1.24             | 2.60 |
| 二长岩脉   | 57.44            | 16.59                          | 0.96             | 1.32                           | 2.57 | 3.21 | 1.32 | 4.55             | 4.90              | 0.28 | 0.45                          | 0.50             | 4.92 |
| 石英二长岩* | 62.13            | 16.95                          | 0.41             | 2.62                           | 1.82 | 4.09 | 1.64 | 3.76             | 5.39              | 0.11 | 0.19                          |                  |      |
| 花岗岩**  | 71.27            | 14.25                          | 0.25             | 1.24                           | 1.62 | 1.62 | 0.80 | 4.03             | 3.79              | 0.08 | 0.16                          |                  |      |

\* 据北京地区 11 个样平均；\*\* 据中国 221 个样平均（黎彤，1962）

表 1-4 特征数值计算结果

| 岩石名称  | A    | c   | d    | s    | a'   | f'   | m'   | c'   | n    |
|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 白岗岩   | 13.9 | 0   | 3.2  | 82.9 | —    | 62.5 | 27.1 | 10.4 | 60.4 |
| 石英二长岩 | 9.7  | 0.2 | 14.4 | 75.7 | 57.1 | 28.1 | 14.1 | —    | 43.8 |
| 二长岩脉  | 18.7 | 2.5 | 8.0  | 70.7 | —    | 50.9 | 29.1 | 2.0  | 61.7 |

岩体侵入前震旦系上墅组中，与石头山组呈断层接触。破碎带宽 40cm，断层面产状 277° 75°，接触面附近未见烘烤蚀变现象。镜下白岗岩中见斜长石晶面弯曲，石英波状消光，普遍见破碎现象及碳酸岩化。岩体侵入时代尚未查明，暂置于燕山期。

(2) 岩脉

斜闪煌斑岩脉见于江山碓边。岩脉沿东西向断裂侵入碓边组微晶灰岩中，长 80m，宽 1-2m 左右。岩脉走向正东，倾角近于直立。岩石呈浅灰色，煌斑结构，斑晶占全岩的 60%，基质为 40%。斑晶由角闪石和斜长石组成。角闪石呈自形柱状，因强烈碳酸盐化和绿泥石化，仅保留角闪石假象，占斑晶的 70%，大小为 0.2-0.9mm。斜长石呈自形柱状，大小为 0.2-0.8mm，遭受碳酸盐化和绢云母化，占斑晶的 30%。基质由角闪石，斜长石，正长石及石英组成，粒径 0.2-0.01mm 左右。岩石化学分析结果如表 1-5。

表 1-5 岩脉及变质岩岩石化学分析结果

| 岩石名称    | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | H <sub>2</sub> O | 灼减    |
|---------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------|
| 斜闪煌斑岩   | 47.15            | 12.38                          | 0.88             | 1.99                           | 5.17 | 0.15 | 9.27 | 5.52 | 0.58              | 3.14             | 0.29                          | 1.38             | 11.24 |
| 斜闪煌斑岩*  | 52.37            | 15.44                          | 1.31             | 3.27                           | 5.35 | —    | 6.27 | 7.36 | 3.30              | 2.54             | —                             | —                | —     |
| 石英黑云母片岩 | 69.95            | 12.38                          | 0.88             | 1.52                           | 4.43 | 0.15 | 2.20 | 1.21 | 2.43              | 2.53             | —                             | —                | 1.82  |

\* 据 Winmenauer(1973)

二长岩脉见于江山石达河，岩脉呈枝状侵入上墅组火山岩中。脉宽 1-2.5m，长度不明。

岩石呈肉红色，微粒结构。有时可见少许斑晶，约占全岩的 5-10%，岩脉中部稍多，斑晶由正长石和斜长石组成。正长石，呈半自形板状，大小 1.2-0.2mm，占全部斑晶的 60%；斜长石为半自形柱状，大小 1.5-0.2mm，沿双晶纹有碳酸盐化和粘土化，占斑晶的 40%。基质中正长石大小为 0.22mm 左右，自形—半自形板状，占基质的 90%，其余为石英。岩石化学分析结果见表 1-3。该岩脉成分与滨河岩体的边缘成分十分相近，它们的空间关系比较密切，为石英二长岩岩体的派生岩脉。在岩脉边部受后期蚀变的影响，基质呈黄绿色，蚀变程度自边缘向中心降低。

微晶闪长岩脉见于江山何家山。岩脉顺层侵入石头山组灰岩中，脉宽 1m 左右，长度不明，岩脉边缘具冷凝边，但灰岩无热蚀变现象。岩石呈灰绿色、细粒结构，块状构造。主要矿物有：角闪石，长柱状、针状，大小 0.5mm 左右，多已碳酸盐化，约占 45%；斜长石呈长柱状、针状，长 0.3mm 左右，约占 50%，个别斜长石可形成较大的斑晶；另有方解石少量。

#### 1.3.1.2 火山碎屑岩

##### (1) 前震旦系上墅组脱玻化玻屑凝灰岩

见于石达河二长岩岩脉边部。岩石呈褐色，蚀变褪色后呈灰白色。具凝灰结构，由玻屑，少量晶屑和火山尘组成。晶屑为斜长石，半自形棱角状，大小为 0.7-0.2mm 约占 3%，玻屑多已脱玻化而成团粒状集合体，大小为 0.1-0.5mm，占 70%左右。火山尘多已绢云母化，占 27%左右。

##### (2) 上侏罗统磨石组火山碎屑岩系

见于哒河碗窑一带。由紫褐色晶屑玻屑凝灰岩，弱熔结晶屑玻屑凝灰岩夹褐色层状凝灰岩组成。

晶屑玻屑凝灰岩呈紫色，凝灰结构，块状构造，由晶屑，玻屑及火山尘组成。晶屑占全岩的 30%，主要有：石英晶屑，透明的棱角状或尖棱状，大小为 0.02-0.4mm，占全部晶屑的 40%；斜长石晶屑，呈柱状，棱角分明，大小为 0.02-0.3mm，双晶纹略宽，属中—酸性斜长石，占全部晶屑的 35%；透长石呈自形板状，大小 0.01mm 左右，大致定向排列，占全部晶屑的 35%。另见少量的黑云母。玻屑占全岩的 50%，呈鸡骨状，弯弓状，大小为 0.01mm 左右，多已绢云母化。火山灰占全岩的 20%，多已发生重结晶而呈微晶。岩石中有时可见浆屑角砾，大致定向排列可作为判断产状的参考标志。

层状凝灰岩呈层状产出，层面平整，厚 10-20mm 左右，水平纹层发育，是火山岩地层中确定产状的可靠标志。层状凝灰岩是火山灰经过水流搬运沉积的产物。层状凝灰岩夹层通常代表火山活动的间歇期。据此，可将碗窑所见剖面依层状凝灰岩顶面为界划分 2 个喷发韵律。即晶屑玻屑凝灰岩、层状凝灰岩—晶屑玻屑凝灰岩。后一韵律未见顶，是火山喷发强度由强—弱—强递变形成的产物。

层状凝灰岩呈灰褐色、浅绿色、凝灰结构。由晶屑（20%）、玻屑（50%）和火山灰（30%）组成。晶屑中石英占 40%，呈尖棱状，大小 0.02—0.05mm。有时偶见圆状石英颗粒，可能为陆源碎屑。斜长石占晶屑的 60%，大小 0.01—0.04mm，棱角状。玻屑为鸡骨状，弯月状，大小 0.01mm 左右，大致定向排列。火山灰多已重结晶。

#### 1.3.2 变质岩

前震旦系陈蔡群变质岩见于江山的石达河、碗窑一带。主要岩性有深灰色黑云母斜长片

麻岩、深灰色石英黑云母片岩及浅灰色白云母变粒岩等。片理产状  $171^{\circ} \quad 73^{\circ}$ , 局部见  $293^{\circ}$  方向的左行剪切形成皱纹构造。顺片理有少量浅灰白色长英质岩脉贯入。陈蔡群与磨石山组呈断层接触。

白云母变粒岩为浅灰色, 具镶嵌粒状变晶结构, 片状构造。主要矿物有: 石英, 呈豆夹状、镶嵌状, 大小  $0.03--0.2\text{mm}$ , 具波状消光, 含量 50%; 斜长石呈豆夹状、不规则粒状、镶嵌状, 大小为  $0.1\text{mm}$  左右, 已绢云母化, 含量 40%; 白云母, 大小  $0.03--0.2\text{mm}$ , 围绕粒状矿物定向排列, 含量 10%。

石英黑云母片岩呈深灰色, 具粒状鳞片变晶结构, 片状构造。黑云母大小为  $0.02 \times 0.4\text{mm}$ , 围绕石英作定向排列, 解理弯曲, 含量为 60%; 石英呈豆夹状, 普遍见波状消光, 大小为  $0.2\text{mm}$  左右, 含量为 40%。

黑云母斜长片麻岩呈深灰色, 具鳞片粒状变晶结构, 片麻状构造。黑云母大小为  $0.2 \times 0.3\text{mm}$ , 大致定向排列, 含量 30%; 斜长石呈它形粒状, 与石英呈镶嵌接触, 表面多发生弱绢云母化, 大小  $0.2--0.05\text{mm}$ , 含量 40%; 石英它形粒状, 呈波状消光, 含量 30%。

石英黑云母片岩化学成分见表 1-5。根据 P. 尼格里法计算岩石参数:  $a1:35.9\%$ 、 $alk:17.6\%$ 、 $fm:40.3\%$ 、 $C:6.2\%$ 、 $Si:342.6\%$ 、 $K:45\%$ 、 $mg:40.1\%$ 、 $O:13.1\%$ 。利用不同形式的变异图解判断, 石英黑云母片岩原岩为砂质泥岩, 经受区域变质作用而成, 属绿片岩相。

## 1.4 区域构造演化

### 1.4.1 实习区构造的基本特征

江山位于扬子地台与华南褶皱系的交接部位, 紧邻江山--绍兴深断裂, 是浙皖古生代海盆的东部边缘。印支运动时期, 由于太平洋板块向欧亚板块俯冲, 本区受强烈的南东方向挤压作用, 形成区内北东--南西向的印支期褶皱、断裂以及其它的伴生和派生构造, 组成了本区的构造格架 (图 1-5)。

#### 1.4.1.1 褶皱构造

区内褶皱为线形平行褶皱群。轴向约北东  $30^{\circ}--45^{\circ}$ 。轴面倾向南东。从南东向北西褶皱强度逐渐减弱, 褶皱类型从等斜褶皱、倒转褶皱、斜歪闭合褶皱依次向直立开阔褶皱转化。下面简要描述区内主要褶皱。

##### (1) 西山倒转背斜

南起荷花塘, 经西山, 向北延伸至丰足乡郑村以北, 全长超过  $8\text{km}$ , 背斜轴向北东  $25^{\circ}--30^{\circ}$ 。轴面倾向南东, 倾角约为  $60^{\circ}$ , 两翼产状大致平行, 近似等斜褶皱。枢纽向南西方向倾伏。根据野外资料进行数学计算和赤平投影测算, 枢纽产状为  $206^{\circ} \quad 30^{\circ}$ 。组成核部的地层为志棠组, 南东翼为正常翼, 出露地层依次为雷公坞组、西峰寺组和荷塘组、碓边组和早奥陶世地层。北西翼为倒转翼, 由于西山逆断层的破坏, 翼部地层被往上逆冲的背斜核部覆盖, 西山北段和中段核部的志棠组直接与长坞组及叶家塘组、藕塘底组断层接触。在倒转背斜正常翼的脊线附近发育了一条纵向硅化角砾岩带, 两侧岩石普遍发生了不同程度的硅化, 以致西山东南坡大面积出露硅化岩。此外整个西山倒转背斜被一组走向约  $310^{\circ}--320^{\circ}$  左右的横向 (或斜向) 断层错开, 破坏了倒转背斜整体的连续性。

## (2) 石头山--花坟头倒转向斜

南起下南塘以南，向东北延伸至石头山、花坟头，至下山后。全长超过 5km，轴向大致与西山倒转背斜平行。组成核部的地层为丁家山组、两翼出露地层依次为石头山组、藕塘底组、叶家塘组和长坞组等。南东翼为倒转翼，与西山背斜相连，产状较陡（ $125^{\circ} \quad 70^{\circ}$ ）；北西翼为正常翼，产状平缓（ $135^{\circ} \quad 40^{\circ}$ ）。倒转翼近转折端附近发育一条与西山逆断层产状和性质相同的隐伏逆断层，造成地层缺失现象。整个倒转向斜基本上隐伏于第四系之下，仅在下南塘、石头山等外见到出露不全的核部地层。地貌上呈负地形。

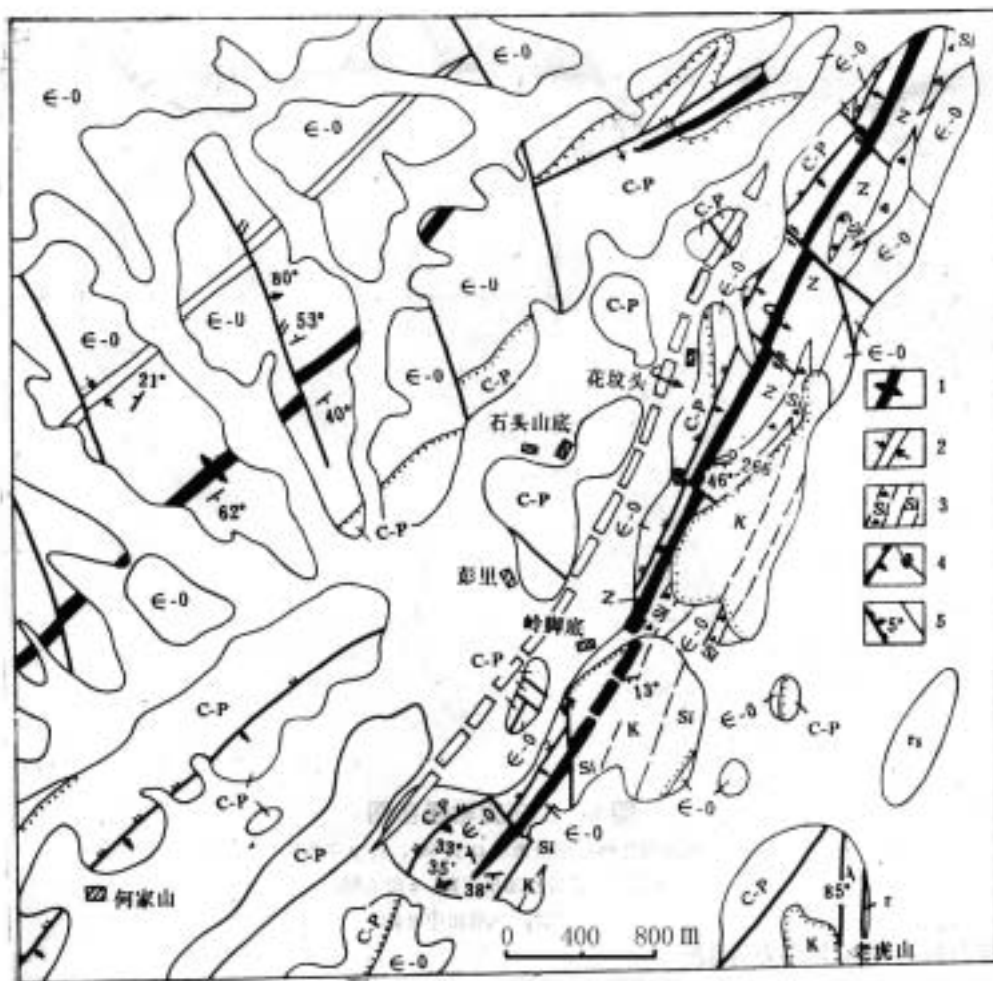


图 1-5 江山实习区构造纲要图

1. 背斜；2. 向斜；3. 硅化角砾岩带和硅化带；4. 逆断层；5. 左行平移正断层和性质不明断层

## (3) 伍家弄背斜

南起莲花山以南，沿北东方向延伸经新棚、伍家弄、牛塘殿，在塘头附近尖灭。全长超

过 5km，背斜轴向  $40^{\circ}$  左右，枢纽近于水平，产状较稳定，南东翼倾角约  $45^{\circ}$ ，北西翼倾角  $65^{\circ}$ ，轴面倾向南东，倾角  $80^{\circ}$  左右。核部出露砚瓦山组瘤状灰岩，两翼依次对称出露黄泥岗组和长坞组地层。翼间角  $70^{\circ}$  左右，属闭合褶皱。转折端圆弧状。在新棚处核部发育小柔皱、流劈理和不规则石香肠，并见有小型逆冲断层。沿背斜轴线方向被若干条横向和斜向的断层破坏，平面上表现出背斜核部在断层两盘宽窄的变化和被错开的现象。

#### (4) 田棚向斜

南起达龙头以南，沿北东方向延伸经田棚、邓塘等，在江山底附近尖灭，全长超过 4km。轴向约  $40^{\circ}$ ，枢纽微向南西  $220^{\circ}$  方向倾伏，倾伏角小于  $5^{\circ}$ ，南东翼倾角  $40^{\circ}$  --  $60^{\circ}$ ，北西翼倾角较缓，一般小于  $40^{\circ}$ 。轴面近于直立。核部出露长坞组，两翼依次对称出露黄泥岗组和砚瓦山组。向斜由两个次级向斜和一个次级背斜组成。在灵宫殿、邓塘等处，由于受横断层垂向升降的破坏和地形起伏的影响，次级背斜核部出露黄泥岗组乃至砚瓦山组地层。在达龙头处，次级背斜正好穿过达龙头山头，由于转折端附近产状较平缓，核部的黄泥岗组沿半山腰绕达龙头出露一周，地层界线长轴方向为北西向，型似“8”字。若仅从界线的平面形态而未考虑产状的话，常误以为褶皱的轴向是北西向。

#### (5) 老虎山向斜

老虎山整体是个宽阔向斜，为石头山组组内褶皱。向斜轴向北北东  $20^{\circ}$  左右，枢纽向南西方向倾伏，轴面倾向南东。南东翼产状较陡，倾角约  $80^{\circ}$ ，北西翼产状较缓，倾角约  $25^{\circ}$ 。南东翼上灰岩与燕山期岩体断层接触。

### 1.4.1.2 断裂构造

#### 1.4.1.2.1 断层

区内断层较发育。根据它们的走向大致可分为北东向、北西向和北北西向三组。其中北东向断层平行褶皱轴向和岩层的总体走向，是一组走向（纵）逆断层；北西向断层垂直褶皱轴向和岩层总体走向，是一组以正断层为主的倾向（横）断层，北北西向断层斜切褶皱轴向和岩层总体走向，是一组以左行平移为主兼有上盘下降的正——左行平移断层。

##### (1) 西山走向逆断层

发育于西山倒转背斜的倒转翼上，南起荷花塘以南，向西至 180 高地，转向北东沿西山西坡至江山化工厂到下山后，并继续向北至丰足乡的郑村附近，整体略呈反“S”型延伸，全长超过 7.5km，在西山主段，断层走向约  $25^{\circ}$ 。断层面倾向南东，倾角  $55^{\circ}$  --  $60^{\circ}$ 。断层的上盘出露西山倒转背斜核部的志棠组，断层下盘出露的地层为长坞组、叶家塘组和藕塘底组。地层断距大于寒武系、奥陶系地层厚度之和。断层沿走向方向呈舒缓波状，破碎带较窄。下盘近断面处发育有邻断层劈理，劈理走向与断层面走向微角度相交，前者倾角大。据此分析该断层以上盘上升为主，并略有左行平移性质。由于断层两盘岩石抵抗风化能力的差异，地貌上表现为沿断层线附近，上盘处地形明显变陡，形成断层崖。

西山逆断层被一组斜向（横向）断层切断，断层线不连续，平面上表现为平移错开。

##### (2) 何家山走向逆断层

南起祝家坞，沿北东向延伸至何家山、上南塘，并继续向北东延伸隐伏于第四系，全长超过 4km，断层走向  $40^{\circ}$  左右，倾向南东，倾角约  $60^{\circ}$ 。上盘出露藕塘底组上段的石英质砾岩、石英砂岩，产状  $141^{\circ} \quad 53^{\circ}$ ；下盘出露石头山组灰岩，产状  $135^{\circ} \quad 54^{\circ}$ 。断层面与岩层面倾向相同，倾角前者大于后者。平面上和剖面上均表现为地层重复现象。在何家山通

往岗后的公路壁上见有一近 10m 宽的断层破碎带，带内充填有断层角砾和断层泥。下盘近破碎带处岩层较破碎，产状较乱，总体趋势倾角变缓，并见有一基性岩脉顺层侵入；上盘岩层具明显的牵引现象。根据牵引弯曲和地层重复现象等判断断层为一上盘上升的逆断层。

### （3）伍家山斜向正---左行平移断层

南起伍家弄以东，沿北北西方向延伸至郑家坞以东，全长约 2km。野外测量断层面产状  $66^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。断层破碎带宽窄不一，一般小于 1m。带内见有断层角砾和断层泥，角砾多呈尖棱状，大小混杂，不具定向排列，无外源物质，局部见有胶结松散的碎裂岩。断裂带两侧岩石较破碎，但无挤压片理。该断层斜切伍家弄背斜，沿走向方向左行水平错开距离近 200m。断层两盘伍家弄背斜核部的出露宽度具明显的变化，北东盘（上盘）背斜核部出露窄，根据背斜两翼产状推测，上盘下降的垂直分量约 120m 左右。断层上盘滑动线在断层面的侧伏角约  $31.5^{\circ}$ 。该断层为正--左行平移断层。

在伍家弄村东，主断层的下盘近断面处，发育若干条产状和性质均与主断层相似的小断层，平面上表现为左行错开，剖面上组成阶梯状断层。

### （4）马家塘斜向正--左行平移断层

南起马家塘，沿北北西向延伸至牛塘殿，全长大约 1km，断层走向  $345^{\circ}$ 。倾向北东，倾角近于  $90^{\circ}$ 。断层经过处岩石破碎，沿破碎带地貌表现为沟谷负地形。在牛塘殿附近，断层北东盘（上盘）叶家塘组有明显的牵引现象，近断层处岩层产状为  $98^{\circ} \sim 43^{\circ}$ 。远离断层，岩层产状逐渐趋于正常（ $143^{\circ} \sim 52^{\circ}$ ）。反映在平面上的断层效应是地质界线左行平移约 700m。剖面上的效应是北东盘下降。造成这种效应的断层可以是左行平移断层，也可以是北东盘下降的正断层，或者是具有左行位移水平分量，又有上盘下降垂直分量的斜向滑移断层。根据与区内其它相同方向断层比较以及在该断层以北伍家弄背斜核部的砚瓦山组和黄泥岗组没有出露地表这一现象，认为该断层是以左行平移为主，垂直位移为辅的正—左行平移断层。

在马家塘断层南西侧江家弄以南还发育一条产状和性质与之相同的小断层。

### （5）店坝头—长毕横向左行平移—正断层

南起长毕，沿北西向至店坝头以北，并继续向北西延伸，全长超过 1.5km。断层横切田棚复式向斜，走向  $320^{\circ} \sim 330^{\circ}$ ，断层破碎带较宽。沿断裂带形成构谷地貌且浮土掩盖较厚，推测断层倾向北东。断层面近于直立。在店坝头附近观察，断层具有长距离左行水平位移效应。在长毕以南断层隐伏于第四系，可能也切过了伍家弄背斜，但背斜轴线的水平位移效应却不明显。另外在上长毕附近，断层南西盘砚瓦山组地层产状平缓，露头宽度很大，其构造部位正好靠近田棚复式向斜的次级向斜核部转折端。与断层北东盘相比，次级背斜核部位置水平错开并不十分明显。所以该断层主要是以垂向位移为主。南西盘出露老地层为上升盘。是一条左行平移—正断层。另外从伍家弄背斜轴线没有明显错开和断层两盘背斜核部宽度变化不明显等现象推测，该断层具有枢纽断层的性质，北端上盘下降的幅度比南端大。

区内以上盘下降为主左行位移为辅的断层，还有金目坞—莲花山断层、店坝头—长埂断层等，它们的走向均在  $330^{\circ}$  左右。

### （6）西山横向（包括斜向）断层

在西山倒转背斜内部，发育一组横向（包括斜向）断层，走向  $310^{\circ} \sim 340^{\circ}$  左右。平面上断层位移效应有左行，也有右行，而且对于同一条断层，不同产状的构造线表现出的水平错距也不相同。倾角愈缓，构造线表现出的水平错开距离愈大。如西山逆断层的断层线表现出的水平错开距离比地层界线和硅化带的水平错开距离大。尽管缺少工程揭露，没有断层

面产状的确实数据，也缺乏断层面上擦痕、阶步和摩擦镜面等断层位移的直接证据，但就以上的现象可以认为西山的横向断层不可能是单纯的平移断层或以平移为主的断层，而是以上盘下降为主，兼有一定平移性质的左行平移—正断层。当断层面倾向北东时，断层的平面位移效应表现为左行错开，当断层面倾向南西时，断层的平面位移效应表现为右行错开。

#### 1.4.1.2.2 节理

节理是一种规模小且沿裂开面两侧岩块无明显相对位移的断裂构造，是构造运动的最基本产物。每期构造运动的发生，不论它们的运动性质和强度怎样，都可能形成节理构造并保留下来，为重建古构造应力轴方位，恢复古构造应力场提供可靠的依据。

江山地区节理构造十分发育。剪节理在各种不同岩性中均十分发育，张节理主要见于灰岩和厚层状砂岩中，并往往充填有方解石脉或石英脉。

通过对江山地区节理构造的研究，发现本区自早古生代以来至少经历 5 次较为明显的构造运动。各构造运动时期主应力轴方位为：加里东早中期  $\sigma_1 61.2^\circ \quad 57^\circ$ ， $\sigma_2 239^\circ \quad 66.1^\circ$ ， $\sigma_3 330.6^\circ \quad 9.4^\circ$ ；加里东晚期  $\sigma_1 170^\circ \quad 18.3^\circ$ ， $\sigma_2 0^\circ \quad 84^\circ$ ， $\sigma_3 263.7^\circ \quad 6.8^\circ$ ；印支期  $\sigma_1 126.6^\circ \quad 21.1^\circ$ ， $\sigma_2 315^\circ \quad 71.3^\circ$ ， $\sigma_3 220.6^\circ \quad 8.9^\circ$ ；燕山早期  $\sigma_1 135.6^\circ \quad 28.4^\circ$ ， $\sigma_2 296.6^\circ \quad 72.7^\circ$ ， $\sigma_3 45^\circ \quad 13^\circ$ ；燕山中晚期  $\sigma_1 222.9^\circ \quad 1.5^\circ$ ， $\sigma_2 110.6^\circ \quad 84.9^\circ$ ， $\sigma_3 316.4^\circ \quad 13.2^\circ$ 。其中印支期和燕山早期，构造应力的作用方式是以右行水平剪切，燕山晚期构造应力的作用方式是以  $\sigma_3$  的拉张作用为主。

#### 1.4.1.2.3 劈理

劈理是一种将岩石按一定方向分割成平行密集的薄片或薄板状的次生面状构造。江山实习区见有两种类型的劈理，一种为流劈理，另一种为破劈理。

流劈理是由片状、板状或扁圆状矿物或集合体的平行排列构成的易于劈开的脆弱面。它是在强烈挤压作用下，岩石在变质固态流变过程中发生塑性流动，岩石的内部组分发生压扁、拉长、旋转和重结晶作用的结果。江山实习区流劈理主要见于逆断层、平移断层的断裂带及其两侧和背斜核部、翼部等经受过强烈挤压的泥质岩石中。流劈理面大致垂直于主压应力轴方向，与主滑动面之间的锐夹角指向对盘的滑动方向。在西山逆断层下盘的长坞组近断裂带处发育有流劈理。劈理面略有弯曲，微劈石呈透镜状，劈理走向与断层走向成微角度相交，劈理面的倾角较大。表明西山逆断层伴有左行斜冲性质。新棚附近的伍家弄背斜核部砚瓦山底部的泥质岩中，除发育不规则小柔皱的逆冲断层外，还发育有产状不稳定的流劈理。劈理面与岩层面的夹角较小，反映近核部处上覆岩层自翼部向背斜转折端滑动。另外在方家山东坡，叶家塘组底部的煤层及其顶底板页岩中也见有斜交层理的流劈理。

破劈理是指岩石中一组密集的剪切破裂面，破裂面的发育与岩石中矿物是否平行排列无关。它的力学性质和成因与剪节理相同，属脆韧性的剪切破裂变形，两者的区别在于观察尺度的大小问题，两破劈理的间隔一般为数毫米到数厘米。当其间隔超过数厘米时就称为节理了。本区破劈理彼彼皆是，但最为典型的应属层间破劈理。在软硬岩层相间的褶皱翼部，软岩层中形成与层面小夹角的流劈理，硬岩层中形成与层面大夹角的破劈理，剖面上表现出劈理折射现象。

#### 1.4.2 区域构造演化简史

区域构造演化历史的研究是一项综合性很强的课题。本节在研究沉积相序变化、海盆补偿状况的消长,结合世界海平面的地史变迁,分析本区地壳运动状态的变化。根据地层接触关系,结合岩浆活动、构造变形历史,划分构造阶段,探索本区构造环境的演化历程。

本区的构造发展历史可分为四个阶段:(1)晋宁期地块对接带时期;(2)加里东期陆内裂陷时期;(3)华力西--印支期陆内拗陷时期;(4)燕山--喜山期大陆边缘活动带时期。

#### 1.4.2.1 晋宁期地块对接带时期

华夏地块和扬子地台是两个构造经历不同的古老地块。华夏地块具有复杂的基底组成,近年获得的同位素地质年龄数据多在 900—2000Ma 之间,反映了地块多次离合的历史。原岩恢复属陆屑与火山建造,晚期火山活动带有明显的双模式特征,为克拉通裂陷槽的产物。扬子地台东南缘为泥质浊积岩系(上溪群)、火山--泥质浊积岩系(双桥山群),沿绍兴--常山一线发育钙碱系列的中基性--中性熔岩、火山碎屑岩系,上部熔岩具陆相喷发特点(双溪坞群),为岛弧和弧后盆地产物,组成扬子地台褶皱基底的东南边缘。早晋宁期,华夏地块与扬子地台沿江山--绍兴深断裂碰撞对接,两侧陆壳对冲推覆,伴随中级区域变质作用及重熔型岩浆活动,完成了本区洋壳向陆壳的转化,海水退出本区。晚元古代早期,在江山--绍兴深断裂与浙皖赣深断裂之间,发生大规模裂陷,在断陷盆地中,堆积了巨厚的陆相碎屑--火山碎屑岩系及双峰式火山活动。晚晋宁运动使裂陷槽褶皱封闭,伴随中酸性、酸性岩浆侵入,由于基底固结程度的差异,对浙江东西的构造发展起着重要的控制作用。

#### 1.4.2.2 加里东期陆内裂陷时期

震旦纪—志留纪间的地壳运动大致分成两个阶段。(1)震旦纪--早奥陶世早期,除早震旦世由于古构造地貌的影响,山前堆积迅速,造成盆地短期的均衡沉降外,盆地整体维持着长期的台地环境,华夏古陆与浙皖海盆无明显差异升降。火山活动主要发育在江山--绍兴深断裂南西段的赣东北地区。(2)早奥陶世晚期--志留纪末,以沉降为主。其中宁国期--胡乐期浙皖海盆与华夏古陆发生大幅度的整体下沉,形成范围广大的较深水盆地环境。硯瓦山期--黄泥岗期曾短暂抬升。盆内沉积相空间变化不大,仍保持着构造活动的均一性质。长坞期至志留纪末,华夏古陆与浙皖海盆的差异升降十分强烈,浊流沉积发育。深断裂同沉积活动增强,盆内沉积相系比较复杂。累计沉降幅度为震旦纪--寒武纪的 3 倍,沉降中心不断西移。志留纪末,由于补偿过剩,世界海平面下降和东部不断抬升等因素综合作用下,海水退出本区。由此可见,本区加里东运动为差异升降运动,北东向深断裂控制块体升降。地壳的较强活动时期为晚奥陶世晚期到志留纪末。根据节理统计及应力场模拟得出的两组主压应力的合力平行本区的深断裂方向。在北西--南东向的张力作用下,形成受深断裂控制的地堑型盆地。华南广大地区加里东运动为褶皱运动,但褶皱运动自南向北逐渐减弱,构造活动时间逐渐延迟,至浙皖地区已衰减为抬升运动。

#### 1.4.2.3 华力西--印支期陆内拗陷时期

在泥盆纪--中三叠世间,浙皖海盆以拗陷为主,深断裂无明显活动。石炭纪和二叠纪浙皖海盆广泛发育浅海台地相碳酸盐沉积,但在华夏古陆西缘(江山、兰溪等地)藕塘底期尚发育以粗碎屑岩为主夹碳酸盐岩的混合沉积(图 1-6)。早二叠世早期以前,地壳相对稳定,

晚期以后，地壳活动比较频繁，分升降运动和褶皱运动两种。本区华力西--印支旋回的地壳运动可分为 5 期(表 1-6)。期见于黄龙期中时，在华夏古陆西侧形成下细上粗的沉积相序。

期见于丁家山组/孤峰组与龙潭组之间，即东吴运动。在浙皖地区使浅海盆地转化为大面积的滨海沼泽，为江南的主要成煤期。期见于早三叠世之后，浙东隆起，海水向西萎缩，华南陆表海因阻隔不能与太平洋连通。华南动物群向特提斯型演化。期见于赣北中三叠统杨家群与上三叠统安源群之间，是一场遍及华南的盖层褶皱运动，即安源运动。它使本区震旦--早三叠纪地层形成北东向过渡型褶皱。在临近华夏地块的浙西，褶皱形态及轴面倾斜的空间变化，以及江山--绍兴深断裂西侧地层逆冲倒转等现象均说明挤压应力来自东南(图 1-7)。从华南沉积类型、岩浆活动、褶皱变形强度及生物地理区的变迁等方面分析表明，发生于拉丁期末的褶皱运动与印支南海地块向北推挤及古太平洋板块向西俯冲有关，挤压作用强度自东南向西北方向递减。期见于晚三叠世与早侏罗世之间，浙东枫坪组与乌灶组、浙西马涧组与下伏地层为角度不整合接触。其影响限于苏、皖、浙北部，与华北地台、扬子地台在三叠纪末碰撞对接有关。

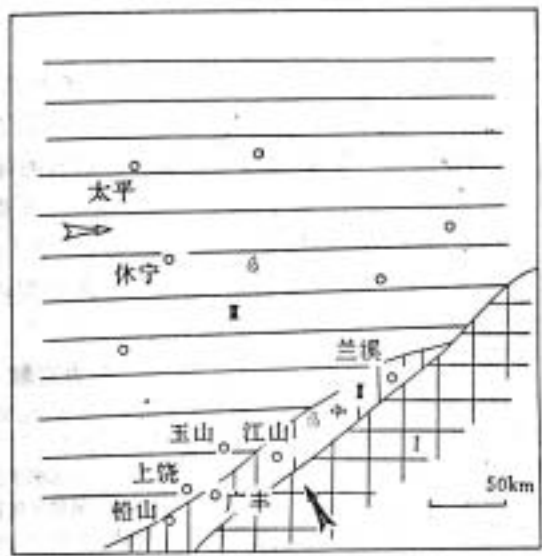


图 1-6 浙西皖南晚石炭世早期（威宁期）岩相古地理略图  
·华夏古陆； ·混合沉积区； ·碳酸盐台地

表 1-6 浙皖地区华力西-印支旋回构造运动分期

| 分 期                                    | 地壳运动性质及时间 | 影 响 范 围 |
|----------------------------------------|-----------|---------|
| ---J <sub>1</sub> ---                  | 南象运动      | 苏南地区    |
| T <sub>3</sub>                         |           |         |
| ~~~~~T <sub>3</sub> ~~~~~              | 安源运动      | 浙西、赣北   |
| T <sub>2</sub>                         |           |         |
| T <sub>1</sub> 之后的抬升，缺失 T <sub>2</sub> |           | 浙西      |
| ---P <sub>2</sub> ---                  | 东吴运动      | 浙西、皖南   |
| P <sub>1</sub>                         |           |         |
| C <sub>2</sub> 的抬升运动                   |           | 浙西      |



图 1-7 江山--绍兴深断裂构造剖面

#### 1.4.2.4 燕山期--喜山期大陆边缘活动带时期

印支运动改变了中国构造发展史上长期的南北分异状态，形成了东隆西拗的构造格局。由于太平洋板块与欧亚板块的相互作用，燕山早期，江山地区的主压应力为南东—北西向，引起早白垩世早期地层褶皱。燕山晚期浙东因地幔上拱呈拉张状态，沿江山--绍兴深断裂发育一系列断陷盆地。早期的逆断层演变成为正断层，在江山形成硅化角砾岩带切过上白垩统地层（图 1-8）。

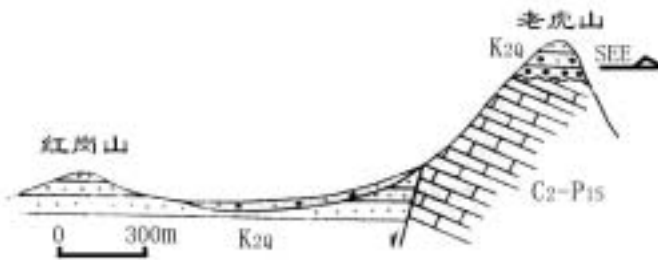


图 1-8 老虎山—红岗山构造剖面图

## 2 江山实习区国土资源

### 2.1 土地资源

#### 2.1.1 实习区土地自然类型

本书对实习区内土地类型的划分以自然类型为主。各级土地类型划分是以土地分异的主导因素作为分类依据的。根据地形差异，将全区土地划分成 6 个一级土地类型，并采用地形命名。根据岩土组合差异以及次一级地形差别，划分出 26 个二级土地类型，主要采用岩石—地形命名。

##### 2.1.1.1 河谷平原

主要由江山港及其支流二岸的河漫滩构成，地势平坦，极大部分为耕地，又以种植水稻为主（土壤均为水稻土）。

（1）江山港河床及洲滩地。水域及断续分布的砂砾石滩。洲滩成分以砾石为多，砾径 5—50 公分；部分洲滩已发展成雏型河漫滩，在（砂）砾石层上覆盖一层长草皮的砂土层。

（2）江山港低漫滩地。位于江山港沿岸，由砂性土构成，大多为水稻土，部分潮土。由于高度（指海拔高度，下同）较低，低于 10 年一遇洪水位，故极易遭洪水淹没。目前在城东沿江已建成新的市区，虽沿江筑有防洪圩堤，但标准尚需提高。

（3）江山港高河漫滩地（河漫滩阶地）。区内主要位城北火车站至天井堂一带，包括一部分老城区的北部。由于江山港在高河漫滩阶段的演化比较复杂，所以土层的性质也有较大变化。地表一般为粉（粘）土层，除了城北一带已辟为建筑场地外，在城外仍主要是种植水稻的耕地。高河漫滩地的高度，位于江山港的一般洪水位于之上，但仍低于 20—50 年一遇的洪水位。

（4）江山港支谷河漫滩地。主要位西山的北侧及南侧（彭里一带）二处江山港支流形成的河谷谷底，地貌上属河漫滩，堆积物主要属冲积（含洪积成份），剖面具不够规则的二元结构。以耕地为主，多水稻土。

#### 2.1.1.2 缓坡地

地表以残积土层为主；拟应归属岗地范畴，但因坡度特别低缓，与起伏的岗地比较，在使用时有较大差别，因而单独辟为一类。主要分布于江山市老城区南部，高度不足 120m，地面稍有起伏，是江山市区重要的城市建设场地。地表均为残积相网纹红土，厚度超过 3-5m。

(1) 红层缓坡地。基岩为衢江群红色砂（砾）岩，埋深 3—5m 以下。基岩表层大多强烈风化，强风化带深度 10m 左右。本类土地，地形平缓，又高于洪水位，天然地基也较稳定，为较好的建设场地。

(2) 砂页岩缓坡地。基岩包括长坞组页岩及叶家塘组砂岩。位于城南的仙坦一带，原为低缓的矮丘，随城市发展，现已被推平，全被建筑物覆盖。

(3) 石灰岩缓坡地。位城南汽车站一带。原为城郊的一片低洼地，后随城市发展，埋填了大量客土，现已建成为城区的一部分。因地基为石灰岩，易发生地面的塌陷。

(4) 花岗岩缓坡地。位于城南航埠山的北麓，地势平缓，花岗岩地基，为良好的建设用地。

#### 2.1.1.3 岗地

高度约 120m，地形有一定起伏，岗丘顶部相对比较平坦。地表由残积红土构成，但土层较缓坡地要薄。基岩风化程度较弱。土壤仍为红壤。目前城区附近的岗地，除了一部分已被辟为建筑场地之外，余均为人工林地。

(1) 红层岗地。位城南红岗山一带。地表残积红土（粉粘土），部分具有红白相间的网纹，红土深度不一，个别地段可露出风化的红层基岩。岩层属衢江群。

(2) 花岗岩岗地。位城南航埠山及河东的外弄—余家一带。地表残积（网纹）红土中含较多的砂屑。除房屋外，林木覆盖较茂盛（人工松林及针阔林）。

(3) 岗地内坳沟地。指规模较大、已开辟为耕地的一些坳沟。主要位于河东花岗岩岗地内，其中的坳沟相对较浅而缓。坳沟地中的土类堆积物，以坡洪积为主（下面仍有残积红土），剖面层次比较乱，厚度较小。地表自然土壤仍以红壤为主，但大多已改造成水稻土及旱作土。

#### 2.1.1.4 低丘陵地

高度 150—160m 左右，地形起伏，但山体整体较园滑。主要位于实习区西部，由粉砂岩、页岩及石灰岩等构成。因土壤侵蚀强烈，土层较浅薄；土体及浅部基岩中的水份少，林木植被较稀疏。

(1) 粉砂岩页岩低丘陵地。基岩为长坞组粉砂岩、页岩, 透水性差, 且物理风化强烈。因地表侵蚀, 土体浅薄, 并含大量页岩崩解而成的小片石。土壤多属侵蚀性红壤亚类的片砂土土属。植被稀疏, 除部分人工林地外, 大多为灌木及草地。地表因遭受长期冲刷, 形成众多冲沟, 但山丘的整体仍显得比较园滑。

(2) 紫色岩土低丘陵地。分布在粉砂岩、页岩低丘陵地内部, 基岩为黄泥岗组与砚瓦山组紫色岩层(页岩及泥灰岩), 因强烈物理风化, 地表形成紫色土。土层稍厚, 质较疏松, 植被也较密(与粉砂岩、页岩低丘陵地相比); 部分已开垦为旱作耕地。

(3) 石英砂岩低丘陵地。位于马家塘一带。基岩为叶家塘组(及藕塘底组)的石英砂岩, 含粉砂岩及砾岩等。地表土层为残坡积相砂土碎石层, 厚度较大, 但厚度的变化也比较大。土壤属黄红壤亚类中的砂岩类黄红壤, 表土呈棕灰色, 心土呈黄棕至灰棕色, 壤质土, 部分质较粗。植被茂密, 自然覆盖度较高。

(4) 石灰岩低丘陵地。主要位于石头山—何家山一带。基岩为石头山组灰白至暗灰色厚层石灰岩。石灰岩的正向地形不突出, 呈丘陵状(溶丘地形); 另有少量负向的溶蚀洼地。自然土壤为石灰岩类红壤, 质地粘重, 土体呈棕红色。植被为针阔混交林。某些石灰岩低丘陵, 如石头山, 大片基岩裸露, 缺少土层和植被。

(5) 火山岩低丘陵地。位河东须江公园一带。基岩为上墅组火山岩、火山碎屑岩。地表残积红土碎石层, 局部具网纹, 土层厚度不一, 多为 1 m 左右。土壤属黄红壤亚类, 心土层带黄棕色。因属公园区, 林木繁茂。

(6) 低丘陵地内坳沟地。主要指低丘陵地内的一些大型坳沟, 宽近 200m, 长数 km。它们的延伸多半呈 NW 和 NE 方向, 跟当地基岩内的断层构造方向一致。其中多半已开垦成耕地(水田, 部分旱地), 是低丘陵区内重要的农作区。沟内土层厚度较小, 大多小于 3—5m, 成因比较复杂, 多半为含砾的砂土层。

#### 2.1.1.5 中丘陵地

高度 200m 左右。位于方家山及河东的乌木山, 因土层较厚, 土体及浅部基岩中的水份状况优于低丘陵地, 所以植被也较低丘陵地茂密。

(1) 石英砂岩中丘陵地。位于方家山。基岩主要为叶家塘组与藕塘底组的石英砂岩与砾岩等。方家山是江山粘土矿的所在地, 矿层产于叶家塘组底部, 矿层底板为长坞组泥岩。矿区自然土壤为黄红壤, 植被以人工松林为主。由于采矿, 已使大片土地和山林遭受破坏, 应加强整治。

(2) 硅质页岩砂砾岩中丘陵地。位于西山西南侧的桐岭。山体基岩主要为志棠组硅质

页岩及砂砾岩，部分为衢江群及叶家塘组等。桐岭是西山高丘陵的南延部分，基岩类型基本一致。只是地形高度较低。土壤仍为黄红壤，植被为针阔混交林。

(3) 石灰岩中丘陵地。位于方家山的西南端。基岩为石头山组灰岩。地表残积红（粘）土层，厚度变化较大，土壤为灰岩类红壤，植被主要为人工针叶林。

(4) 火山岩中丘陵地。位于河东乌木山，高度约 200m。基岩为上墅组火山岩，土壤属黄红壤亚类，残积土层较厚，超过 1 m，植被大多为人工松林，生长茂盛。另外，实习区东南端的外弄一带中丘陵地，其母岩为花岗斑岩，因它的地貌、土壤、植被、水份等要素，跟乌木山的火山岩中丘陵地基本相同，所以没有单独列为一类，仍归于火山岩中丘陵地内。（或可统一称火成岩中丘陵地）

(5) 中丘陵地内坳沟地。位于方家山及乌木山二处中丘陵地内一些规模较大的坳沟，它们的规模往往小于低丘陵地内的坳沟。沟的纵向断面也相对较陡，也大多已辟为耕地。土层较低丘陵地内坳沟稍厚，其中含碎石也相对较多。

#### 2.1.1.6 高丘陵地

位于西山及老虎山，因地壳相对抬升而成的高地。高度 270—280m 左右，山坡较陡。地表残坡积土层，土壤类别因母岩而异。因岩层较破碎，浅部水份状况较好，林木植被往往较茂密。由于大量采石，易发崩塌、滑坡及山地洪流。

(1) 硅质页岩砂砾岩高丘陵地。西山高丘陵，主要由志棠组硅质岩构成的山丘地，呈 NE 向延展，属构造—侵蚀地貌。地表为残坡积砂土碎石层，厚度变化甚大，土壤属黄红壤亚类，心土呈黄棕色。山体被茂密的林木覆盖，属次生的针阔混交林，并不乏经济林木（板栗等）。

(2) 砂页岩高丘陵地。位于西山的西坡，花纹头村一带，由长坞组粉砂岩、页岩及叶家塘组砂砾岩等构成。土壤仍为黄红壤，但母质（残坡积砂土）较厚，林木覆盖茂密，内含很多灌木。

(3) 石灰岩高丘陵地。城南老虎山高丘陵，基岩为石头山组厚层灰岩；西山高丘陵的东北坡，基岩为碓边组薄层灰岩。本区石灰岩高丘陵地的山体虽然较高，但并不尖锐。灰岩高丘陵地的地表为残积红土，质较粘，厚度变化极大。土壤为红壤亚类灰岩类红壤土属。植被茂盛，针阔混交林。因烧制水泥大量开采石灰石原料，老虎山及西山东北坡有几处很大的采石场。

(4) 红层高丘陵地。位于西山南端的鸡公山顶及老虎山顶，残留的衢江群底部红色砾岩构成丹霞地形，由陡峭的近水平产状的基岩组成。因为地形形状奇特，已成为城区重要的

天然旅游景观。

上述 6 个一级土地类型，还可按地形归纳成河谷平原地、岗坡地和丘陵地 3 大类。其中河谷平原地目前以耕地利用为主，丘陵地以林地为主，而岗坡地则较多地用于城乡居民点建设。

### 2.1.2 实习区土地利用类型

土地利用类型是按土地的用途和利用方式进行分类的。它是土地利用现状的空间分布特征的反映。土地利用类型是在一定的自然条件和社会经济条件下形成的，是人类社会利用和改造自然的结果。

实习区土地利用以耕地、林地和城建用地为主，成片分布，面积较大。其它用地如厂矿和交通用地、园地等分布较零星。大致可分成以下土地利用类型。

(1) 耕地。指种植农作物（主要是一年生作物，包括粮食作物、经济作物、蔬菜作物等）的土地。主要位于区内河谷平原、岗丘内坳沟地及某些较缓的丘岗坡麓。土壤以水稻土为主，部分为旱作土，土层深厚，质地均细，通透性好。浅部地下水丰富，同时有适量的地表径流。土层湿度大，土壤肥力较高，结构良好。

耕地按种植类别及水分管理的差异，又可分为水田和旱地二类。

(2) 林地。指生长乔木、灌木、竹等主要用于林业的土地。主要位于城区一带的丘陵地，地势较高，起伏大。土类堆积以残坡积为主，土壤主要为黄红壤与红壤。

按植被状况，又可分为用材林地、经济林地、竹林地、灌木林地、疏林地等。其中的用材林地、经济林地及竹林地的林木郁闭度应在 0.3 以上；灌木林地覆盖度应在 0.4 以上；疏林地的树木覆盖度为 0.1—0.3。

(3) 园地。指集中连片种植，覆盖度在 0.5 以上的多年生草、木本作物用地，按种植类别又分果园、茶园、桑园等。本区园地相对比较分散，较大面积集中连片的较少。

(4) 草地。指常年生长草本植物、覆盖度在 0.15 以上的土地。（不包括耕地中的草田轮作部分）。区内仅局部分布于某些低丘陵地内。

(5) 水域。包括河流、水库及各种水利设施占地。

(6) 城乡居民点用地（城乡建设用地）。包括各种已建（及正在建）城乡居民点的生产、生活及交通等用地。可分为城镇居民点用地，指城镇建成区范围的生产（非农业）生活及交通设施用地（实习区内指江山市城区范围）；以及农村居民点用地，指各级农村村落居民的生产（非农业）生活、道路等用地。城建用地的分布很广，而本区大片的城乡居民点用地主要位于缓坡地及部分河谷平原。

(7) 厂矿用地。指城乡居民点以外的矿场、厂房等用地。如方家山粘土矿山用附近的一些工厂。

(8) 交通用地。指城乡居民点以外的铁路、公路及其场站等设施用地。

(9) 特殊用地。指区内公园等旅游地及某些裸岩地等难以开发利用的土地。

## 2.2 矿产资源

江山地区沉积矿产较多，具有工业价值的矿种有如下几种。

### 2.2.1 煤

煤是一种固体可燃矿产。区内含煤层位有下寒武统荷塘组、下石炭统叶家塘组。

新塘坞石煤矿：位于江山市新塘坞。石煤层产于荷塘组下部，含煤岩系由含磷白云岩、碳质页岩、硅质岩、碳质微晶灰岩及石煤组成。矿区为一单斜构造，倾向西，倾角  $35^{\circ}$  左右。

石煤呈层状、透镜状，厚 4 - 7 m。层位比较稳定，顶板为碳质页岩、碳质板岩、碳质硅质岩；底板为磷质白云岩、砾屑磷块岩等。

石煤的主要矿物成分为水云母、玉髓、微晶石英、有机炭和少量黄铁矿，煤层底部常见磷结核。石煤是一种变质较深的腐泥煤，有机炭含量一般为 10%，最高达 21.6%，灰分达 80 - 90%，发热量仅有 700 - 800 卡/克左右。

### 2.2.2 磷

本区下寒武统荷塘组、上震旦统西峰寺组为含磷岩系。

新塘坞磷矿：磷块岩产于下寒武统荷塘组底部。含磷岩系由磷质白云岩、砾屑磷块岩、硅质岩、炭质页岩组成。矿体呈层状，倾向西，倾角  $20-30^{\circ}$ 。矿层总厚 0.26—1.24m，断续长 2941m。矿石具胶状结构，块状、结核状构造。主要矿石矿物有胶磷矿，少量细晶磷灰石，还有少量白云石、黄铁矿、水云母及炭质等。矿石类型有微晶磷块岩、内碎屑磷块岩及结核状磷块岩。 $P_2O_5$  含量一般 14—25%，平均品位 23.36%。矿床成因属沉积型，小型矿床，由地方零星开采。

### 2.2.3 高岭石粘土岩

高岭石粘土岩产于下石炭统叶家塘组底部，上奥陶统长坞组的风化面上。

方家山高岭土矿：含矿岩系为下石炭统叶家塘组底部，由高岭石粘土岩、炭质页岩组成（图 2-1）。矿体呈似层状、透镜状，厚 2—5 m。矿石呈灰白色、浅灰色，具泥状结构、内碎屑结构，主要矿物为高岭石，含水铝石、胶铝矿等。矿石化学成分： $Al_2O_3$  39.52， $SiO_2$  40.17， $Fe_2O_3$  1.37， $TiO_2$  2.08。耐火度 1750—1770℃，可作耐火材料和化工原料。属小型矿床，成因属岸后沼泽沉积型，已由地方开采。

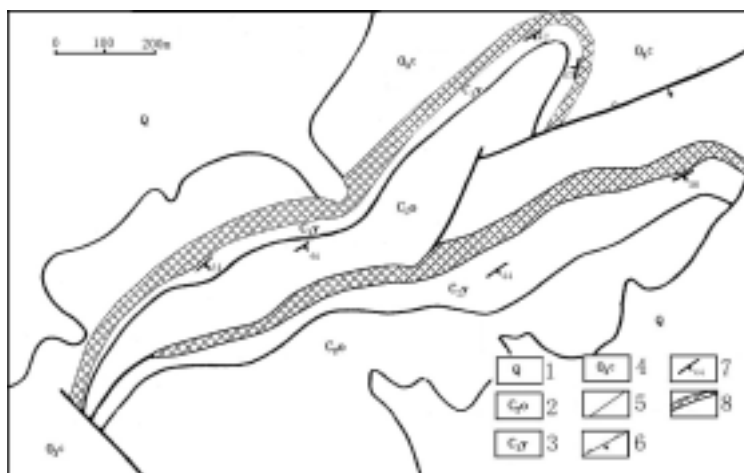


图 2-1 方家山粘土岩矿区地质略图

1. 第四系; 2. 藕塘底组; 3. 叶家塘组; 4. 长坞组; 5. 地质界线; 6. 断层; 7. 地层产状; 8. 矿层

#### 2.2.4 石灰岩

石灰岩是本区的重要矿产资源，主要用于水泥工业和生产农用石灰。含矿层位有碓边组和石头山组，其中石头山组灰岩多数达到水泥灰岩的要求。

彭里石灰岩：位于江山市彭里，含矿层为石头山组，矿体呈层状，有 4—6 层，厚 246.8m，延伸稳定。矿物成分主要有方解石及少量石英、泥质物、生物碎屑等。具致密块状构造。化学成分： $\text{CaO}$  52.71%， $\text{MgO}$  0.50%， $\text{SiO}_2$  3.37%， $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.82%， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.35%。矿石储量 B 级 273 万 t，C<sub>2</sub> 级 560 万 t，中型矿床。矿床成因类型为沉积型，已由地方开采。由于矿床多分布在低山丘陵地区，地势高差小，适宜露采的矿区日渐变少，因此有必要寻找赋存优质石灰岩资源。

#### 2.2.5 页岩及粘土

可作为水泥的一种原料。页岩为上奥陶统长坞组的主要岩性之一，在江山分布很广。总厚约 180m。

作为水泥粘土质原料的粘土矿点，主要见于上铺及西山(石头山)两矿区。粘土矿层主要为下更新统钱江组残坡积或洪坡积之产物。矿石一般为棕红色粘土，局部为黄褐、黄白色斑点状粘土。厚度变化较大，薄者 3—5m，最厚可达 8m 左右。矿石疏松，主要由粘土矿物组成(占 60%)，含少量粉砂、粗砂、岩屑及铁锰质结核等，一般含  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14—20%， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  6—9%， $\text{SiO}_2$  60—70%。在上铺矿区，粘土硅酸率为 2—3，铝氧率为 2.1—2.4。

上述两粘土矿区由于矿层厚度、矿石质量等变化较大，至今尚未开采利用。

#### 2.2.6 砂岩

砂岩主要是作为硅酸盐水泥的硅质校正原料。在江山水泥厂附近，质量符合水泥配料要求，且矿床规模大，交通方便而又便于露采的砂岩矿区，主要为清湖连头山及县城西侧的鸡头山两地。鸡头山矿床在实习区内。

鸡头山砂岩产于志棠组地层中，矿石为硅化粉砂岩、硅化砂砾岩、含硅质团块的粉砂岩及硅质页岩。矿体呈层状，已控制长约 282m，平均厚 38m，总面积 10233.8m<sup>2</sup>。矿石化学成分：SiO<sub>2</sub> 89.67%，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.65%，Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.73%，矿石质量沿走向倾向变化不大，但 SiO<sub>2</sub> 含量随硅化强度提高而增加。在矿区西北部半山腰一带，因石英细脉、团块分布较多而出现 SiO<sub>2</sub> 高品位地段。矿体中的硅质页岩夹层，其 SiO<sub>2</sub> 达 76.63%，接近工业指标，对矿石质量影响甚微。矿石经样品加工试验，易磨系数为 1.60—1.70，物理性能良好，基本满足工业要求。

2.2.7 凝灰岩

可作为水泥混合原料的凝灰岩，仅见于新塘边东库村白石山一带。矿体分布于白石山、东库山及池头村三个矿段。合矿层为方岩组，岩性自下而上为：凝灰质砂砾岩、碳酸盐化凝灰质砂岩、下部凝灰岩和斑脱岩(主矿层)、上部凝灰岩及凝灰质角砾岩(次要矿层)。矿体呈厚层状，延伸较稳定，但厚度有变化。矿石矿物成分主要为高岭石、凝灰质，其次为石英、钾长石及铁质等。矿石化学成分：SiO<sub>2</sub> 67.24—72.96%，MgO 0.64—2.95%，K<sub>2</sub>O 1.53—4.20%，Na<sub>2</sub>O 0.26—0.88%。矿区各矿层均做了石灰吸收和石灰胶砂试验，质量达到国家技术指标要求。

2.2.8 富钾岩石

主要指富含钾的泥质粉砂岩、白云质粉砂岩及黑色页岩。可用作陶瓷釉料、玻璃原料、磨料及制造钾肥的原料。

新塘坞矿区的含矿地层为西峰寺组，富钾岩层位于该组之顶部（图 2-2）。见矿一层，分为 3 个块段，矿体面积数万 m<sup>2</sup>，厚 6-8 m。矿体一般呈层状，矿层倾角 10°—16°。矿石为富含钾的泥质粉砂岩及白云质粉砂岩，主要由钾长石、白云母、石英及微量的硅质、泥质等组成。在矿层中常见白云岩夹层。矿石中，泥质粉砂岩含 K<sub>2</sub>O 8—9%，最高 10%；白云质粉砂岩含 K<sub>2</sub>O 3.37—7.30%；两类矿石混合分析，平均含 K<sub>2</sub>O 8.28—8.89%。矿石中 K<sub>2</sub>O 含量虽贫，但矿层厚度大，具一定规模，可作为制造钾肥的原料，供地方小规模开采利用。

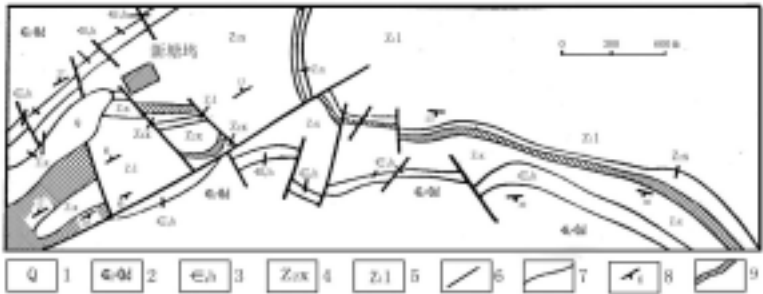


图 2-2 新塘坞富钾岩石矿区地质略图

1. 第四系；2. 碓边组；3. 荷塘组；4. 西峰寺组；5. 雷公坞组；6. 断层；7. 地质界线；8. 地层产状；9. 矿层

## 2.3 水资源与生态环境

### 2.3.1 水资源

#### 2.3.1.1 地表水资源

地表水资源是指储存在河流、湖泊、水库、坑塘等中的天然水体或人工水体，主要来源于大气降水和地下水的排泄。地表水资源的丰富程度，受流域内地形地貌、气候、植被、水系发育程度与地表径流特征、水利工程设施等多种因素的影响。

江山港是本区最大的河流。它发源于浙闽交界处的苏州岭（海拔 1171m），流域面积 1683.34Km<sup>2</sup>，干流总长大于 105Km。江山港支流十分发育，主要支流有 33 条。本区面积为 35 Km<sup>2</sup>，占江山港流域面积的 1.78%。江山港干流从本区东部通过，长约 5Km，占该干流总长的 4.76%。区内水系发育，主要支流有念溪、达坞溪等(图 2—3)。



图 2—3 实习区水系分布图

根据江山港流域双塔底水文站 1957—1996 年实测资料统计，多年平均流量为 51.24m<sup>3</sup>/s，最丰年平均流量为 96.91 m<sup>3</sup>/s，枯水年平均流量为 14.22 m<sup>3</sup>/s。

径流的年内分配与降水一致，呈单峰型。年内径流大部分集中在汛期（3—7 月初），其多年平均径流量占年径流量的 77%，尤其是 4—6 月梅雨期，多年平均径流量占年径流量的 58.4%，非汛期径流量所占比例仅为 23%，个别年份仅占 2.8%。由此可见，本区是典型的易旱易洪地区。

本区地表水资源除河、溪水外，还有大小不等的小型水库 65 座，坑塘百余个，其中规模较大的有店坝头水库和蚱蜢山底水库，其次是伍家弄水库。据初步统计，本区地表水域面积达 2.5Km<sup>2</sup>，占本区总面积的 7.14%，如果平均按 1.2m 水深计算，地表储水量可达 3 × 10<sup>5</sup>m<sup>3</sup>。此外本区外围还建有大型(碗窑)和中型(峡口)水库各一座。前者总库容量 2.23 × 10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>，后者总库容量 6340 × 10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，全年可供水量 15623 × 10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。可见本区地表水资源比较丰富，可以满足工、农业生产和人民生活的需要。

2.3.1.2 地下水资源

地下水资源是指地表以下地壳表层中可供利用的地下水，赋存于岩土层的空隙（孔隙、裂隙、洞穴）中。地下水主要来源于大气降水和地表水向下的渗入，经过在岩土层中较长时间的运动，最后以泉的形式，或者通过蒸发作用，或者直接向地表排泄，构成一个完整的地下水循环系统。地下水的富集程度，受土的松散程度、岩石的孔隙度、构造、裂隙及岩溶发育程度、大气降水及地表水、地形地貌、植被、水动力条件等多种因素的影响。

2.3.1.2.1 地下水类型及其分布特征

地下水由于分类的原则和方法不同，而有各种各样的分类。本区按地下水赋存的岩性、构造特点，综合考虑地形地貌、地下水富集程度等多种因素，可把本区地下水分为四大类六个亚类八个含水岩组（图 2—4）。

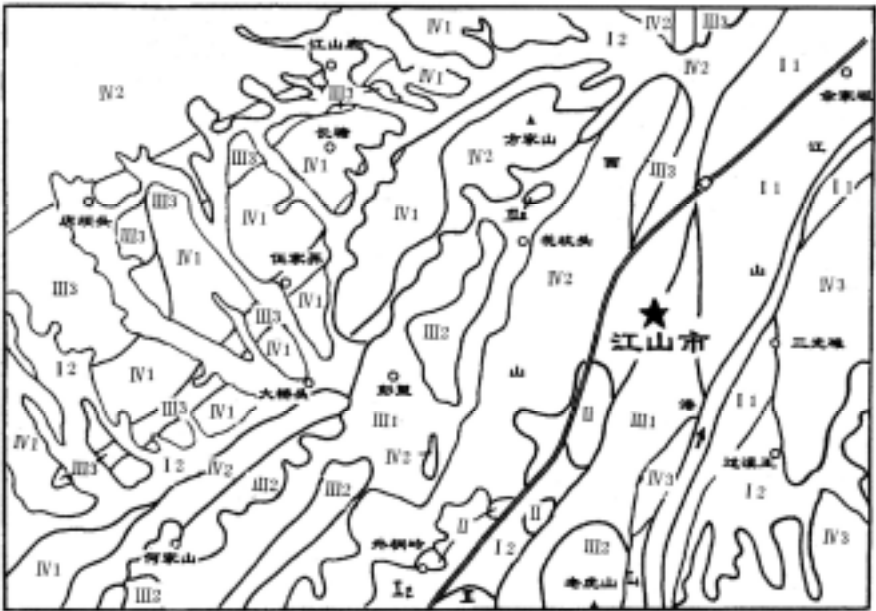


图 2—4 江山地区地下水类型及富水性分布图

—第四系松散岩类孔隙水： 1—丰富； 2—中等-贫乏。 —红层碎屑岩孔隙裂隙水：中等-贫乏。 —碳酸岩盐类裂隙岩溶水： 1—丰富； 2—中等； 3—中等-贫乏。  
—基岩孔隙裂隙水： 1—极贫乏； 2—中等-贫乏； 3—贫乏。

(1) 松散岩类孔隙水

第四系冲积、洪积含水层：该含水层呈狭长带状分布于江山港两岸，地貌类型为第四系堆积河谷平原，其中主要是指河漫滩、古河道部分。岩性上部为黄色粉砂质粘土、粉细砂及中粗砂，下部为松散的砂砾石、砂卵石层，厚度一般为 8 m—14m，平均为 11m。含水层以中粗砂及松散砂砾石为主，厚 0.7m—10.6m，平均为 9.6m，水位埋深 0.6m—2.8m。该含水层水量丰富，大口径机井的可采涌水量为 1000m<sup>3</sup>/d—5000m<sup>3</sup>/d，一般为 3000 m<sup>3</sup>/d，由大气降水、农田灌溉、及洪水期河水倒灌补给，排泄于河流。

第四系冲积、坡积含水层：主要分布于支流两侧，及平坦坳沟（谷）中，岩性上部为含砾石粘土，下部为含粘土砂砾石，厚度 0.75 m—10.7m，平均 4.46m。含水层为含粘土砂砾石，厚 0.1 m—9m，平均为 3.14m，水位埋深 0.2 m—6.30m，平均为 1.32m。据民井资料，其涌水量一般为 10 m<sup>3</sup>/d—100 m<sup>3</sup>/d，水量贫乏。由大气降水、农田灌溉补给，以泉的形式排泄于河流。

## （2）红层碎屑岩孔隙裂隙水

零星分布于江山港西岸，地貌类型为白垩系紫红色砂岩剥蚀岗地。含水岩组为衢江群（K<sub>2</sub>Q）紫红色粉砂岩、细砂岩夹含砾砂岩。含水空间为孔隙、风化裂隙等。该含水层富水性分布不均，当裂隙不发育，粒度较细时，水量贫乏，单孔涌水量为 10 m<sup>3</sup>/d—80 m<sup>3</sup>/d；而裂隙发育，粒度较粗时，富水性为中等，单孔最大涌水量为 100 m<sup>3</sup>/d—800 m<sup>3</sup>/d。

## （3）碳酸盐岩类裂隙岩溶水

碳酸盐岩类岩溶水：分布于王宅岗—石头山—何家山和江山市城区东北部和城南地区。含水岩组为石头山组（C<sub>2</sub>—P<sub>1</sub>s）灰岩。按其埋藏条件，可分为裸露型和隐伏型两种。前者地貌类型为石灰岩溶蚀低丘陵，发育有北东向断裂和花坟头—何家山倒转向斜。沿向斜轴部地表可见溶沟、石牙和溶洞；在遥感图象上，溶蚀漏斗、洼地和溶蚀残丘影象特征清楚，并受断裂构造所控制，据此推断，该区地下可能存在暗河。后者地貌类型为第四系堆积平原，含水岩组隐伏于其下。第四系堆积层厚达 4—7.8m，局部达 30m。该组灰岩质纯、层厚、性脆，构造裂隙发育，岩溶作用强烈，上覆第四系孔隙潜水与下覆岩溶水水力联系直接，补给充沛，水量丰富，钻孔涌水量一般大于 600m<sup>3</sup>/d。以大气降水和农田灌溉补给、第四系孔隙潜水的垂向补给和基岩裂隙水的侧向补给为主要补给源，以泉的形式排泄，如花坟头上升泉和老虎山下降溢流泉等。

碳酸盐岩夹碎屑岩类裂隙岩溶水：主要分布于江山岗和西山北段，含水岩组为碓边组（<sub>1</sub>—O<sub>1</sub>d）灰岩和砚瓦山组（O<sub>2</sub>y）瘤状灰岩。地貌类型以碳酸盐岩构造-侵蚀高丘陵为主，其次为低丘陵，岩溶发育程度微弱。据浙江省水文队的勘察资料，富水性极不均匀，主要受标高、地质构造、岩性及岩溶发育程度控制。在地形较高，构造、岩溶不发育地段，含水贫乏，钻孔涌水量一般为 10—200m<sup>3</sup>/d。而在构造破碎带，特别是在北东向断裂破碎带和北西向张扭性断裂交汇地段及其附近，或褶皱构造的轴部，其涌水量一般较大，钻孔单孔涌水量可达 100—1000 m<sup>3</sup>/d。主要以大气降水补给，以泉的形式排泄。

## （4）基岩孔隙裂隙水

层状岩类孔隙裂隙水：广泛分布于方家山—大桥头—何家山及其以西地区和西山一带，呈北东向展布。根据岩石的孔隙性、裂隙发育程度和含水性等特点，可进一步划分为以下两类：（a）细结构层状岩孔隙裂隙水：含水岩组为印渚埠（O<sub>1</sub>y）黄绿色页岩、杂色页岩、宁国组（O<sub>1</sub>n）黑色笔石页岩、黄泥岗组（O<sub>3</sub>h）红色页岩、粉砂质页岩、长坞组（O<sub>3</sub>c）黄绿色页岩夹粉砂质页岩。地貌类型为砂页岩构造-侵蚀低丘陵。这类岩石孔隙度小、泥质成分高，在构造作用过程中，以塑性变形为主，裂隙发育程度一般较低，即使有裂隙存在，也大多被泥质所充填。因此，含水性及透水性均差，植被不发育，岩石裸露，不利于大气降水的渗入，泉点罕见，含水极为贫乏。（b）粗结构或硅质层状岩孔隙裂隙水：含水岩组为雷公坞组—志棠组（Z<sub>1</sub>z—Z<sub>1</sub>l）块状含砾泥岩、粉砂质泥岩，荷塘组（<sub>1</sub>h）硅质岩，胡乐组（O<sub>1-2</sub>h）硅质岩，叶家塘组（C<sub>1</sub>y）砂砾岩、藕塘底组（C<sub>2</sub>o）石英砂岩、砾岩，丁家山组（P<sub>1</sub>d）硅质岩。其中雷公坞组—志棠组（Z<sub>1</sub>z—Z<sub>1</sub>l）块状含砾泥岩、粉砂质泥岩常位于背斜构造核部，或受

断裂构造影响，岩石破碎，普遍强烈硅化，构成硅质岩构造-侵蚀高地。以上岩石都较坚硬，受构造作用后，裂隙比较发育，富水性中等，植被发育，长势较好。主要接受大气降水补给，以泉的形式排泄。

块状岩类孔隙裂隙水：分布于江山港以东地区。地貌类型为岩浆岩剥蚀高、中丘陵。含水岩组为上墅组( $P_{3s}$ )熔结火山角砾岩、流纹岩，燕山期正长花岗岩，加里东期石英闪长岩、花岗斑岩、花岗闪长岩。这类岩石坚硬致密，抗风化能力强，风化裂隙一般不发育，以构造裂隙为主，含水贫乏，泉水流量一般为  $0.06\text{ L/s}$ — $0.513\text{ L/s}$ 。在断裂复合部位的山涧洼地富水性较好，泉点多，且流量较稳定。含水岩组主要接受大气降水的补给，在山坳及地势低洼处以泉的形式排泄。

#### 2.3.1.2.2 地下水化学类型及其分布

本区地下水主要接受大气降水和地表水补给，且多为浅层 交替剧烈的溶滤水，无色、无味、透明。根据地下水水质分析结果，区内地下水化学类型可归纳为 以下两种类型：

(1) 重碳酸型水。该类型水是实习区内的一种主要地下水化学类型，广泛分布于第四系松散堆积层孔隙水、白垩系衢江群浅部、碳酸盐岩类裂隙岩溶水、碳酸盐岩类夹碎屑岩类裂隙岩溶水中。

(2) 重碳酸硫酸型水。主要分布于江山港河漫滩、白垩系衢江群、奥陶系、石炭系下统以及烧石灰、开采煤、磷灰石、石灰石矿临近地区及其下游的坡积层中。此外，人类活动、工农业生产污染的局部地段也有分布。

#### 2.3.1.2.3 地下水资源量

地下水资源量一般分为天然资源量、储存量和可开采资源量。

地下水天然资源量是指单位时间流入一个完整水文地质单元内含水层的地下水总量，包括降水渗入补给量、地表水体渗入补给量和其它补给量的总和。地下水储存量是指以潜水形式存在于含水层中的容积储存量或以承压水形式存在于含水层中的弹性储存量。地下水可开采资源量是指在合理开采条件下以及在开采过程中不发生水质恶化或其它不良地质现象（如地面沉降、塌陷等），并对生态平衡不致造成不利影响的条件下，有保证的可供开采的地下水资源量。

根据江山市 1997 年区域地下水资源调查资料，江山港流域地下水天然资源量为  $3.7877 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ；地下水储存量为  $4.3956 \times 10^8\text{ m}^3$ ；地下水可开采资源量为  $2.4546 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ；2000 年对地下水的需求量是  $0.218210 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 。由此可见，江山港流域地下水资源比较丰富，具有较大的开采潜力。

#### 2.3.1.3 水质评价

江山港是区内最大的地表水体，也是地表和地下水排泄的最低基准面。江山港及其支流的水质不容乐观，特别是在枯水期，水体有机污染严重。主要污染物有悬浮物、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、氨氮、硫化物、砷、总铬、挥发酚等。这些污染物主要来自城区及支流上游排放的工业废水、生活污水和农田使用的化肥、农药等。根据江山市虎山大桥、双塔底两个水质监测断面的平水、丰水、枯水期水质检测结果的统计分析，并按地面水环境质量标准 GB3838-88 评价结果表明：江山港水体在枯水期，有机污染为 Ⅲ 级，有毒污染达 Ⅳ 级，属于严重污染；在平水期、

丰水期水体有机污染为Ⅲ级，属轻度污染，能达到Ⅲ类水质标准。

本区地下水一般为无色、无味、透明，PH值一般在6.5—8.5之间，总硬度为0.22 mol/l—3.60 mol/l，溶解性总固体0.062—0.68 g/l。呈弱酸性、中性或弱碱性的重碳酸型、重碳酸硫酸型淡水，一般可作饮用水。但在第四系冲积、洪积、坡积层中的孔隙水，由于工业废水、生活污水和农业生产长期施用农药、化肥的地区，局部 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 超标，细菌总数和大肠杆菌均严重超标而不能用作饮用水。

### 2.3.2 生态环境

生态环境是指在一定地理空间内与人类生存、发展有关的地球表层各种生态因素的集合，是人类社会赖以生存和进步的物质基础和条件。从这一概念可以看出，一个地区生态环境的优劣可直接影响人类的生存和发展。实习区影响人类生存和发展的生态因素主要有：地貌、植被、气候、水、土地、矿产、大气、地质灾害、环境污染等。

#### 2.3.2.1 生态环境因素综述

(1) 地貌。区内地貌类型属平缓丘陵地貌，海拔高程90—349m，相对高差最大为259m，最小为20m，一般为30—70m。地形坡度一般为 $0^\circ$ — $20^\circ$ ，大于 $20^\circ$ 者少见。这种地貌特征有利于小城镇和农、林业生产发展。

(2) 植被。区内植被发育，覆盖面广，郁闭度大。植被类型以针叶林、阔叶林为主，其次为灌木丛，再次为果园。植被覆盖对水土和土壤肥力积累极为有利，为扩大再生产创造了有利条件。

(3) 土地。区内土地类型多，面积大，具有一定的开发利用前景。

(4) 水资源。区内属江山港流域。该流域年平均径流深达1846.5mm。地表水系发育，水利设施齐全，降水充沛。地下水含水层多，补给充足，可开采资源量达 $2.4546 \times 10^8 \text{m}^3$ 。可满足工农业生产和人民生活的需要。

(5) 水土保持。由于区内植被覆盖面大，郁闭度较高，除局部由印渚埠组( $O_1y$ )和长坞组( $O_3c$ )泥页岩构成山脊地段外，水土保持良好，有利于农林的进一步发展。

(6) 矿产。区内矿产资源主要有石灰石、高岭石(铝土矿)、砂卵石、石煤等。其中石灰石矿分布面积广、储量大。石灰石是生产水泥和石灰的主要原料。水泥的生产已成为江山市经济发展的支柱产业。

(7) 地质灾害。区内地壳稳定。虽然断裂构造发育，但无新的活动。无大于4.5级地震的历史记录。地震烈度为Ⅵ度区。在人类经济活动中，由于过量开采地下水和开山采石，在局部地段曾经发生岩溶塌陷和山体滑坡。

(8) 环境污染。区内环境污染主要是大气和水污染。大气污染主要来源于水泥厂。在水泥生产过程中，有些厂由于技术和设备等原因尚未达到国家废气排放标准。如何家山水泥厂排放烟尘浓度达120—252.5mg/Nm<sup>3</sup>，烟气量2600—16826Nm<sup>3</sup>/h，排放量40—13.5Kg/h。厂区周围的植被和农作物等受到严重的“白色”污染。水污染主要来源于城区及支流上游工业废水、生活污水和农田使用的化肥、农药等。由于这些污水的污染使地表水和局部地段第四系冲积、洪积、坡积层中的地下水中 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、细菌总数和大肠杆菌均严重超标，而不能直接用作饮用水。

#### 2.3.2.2 环境质量评述

综合考虑地貌、植被、土地、水资源、水土保持、矿产、地质灾害、环境污染等 8 个生态环境因素，可以认为实习区总体上属于优质环境，局部地段如何家山一带、江山市城区部分地段由于存在潜在人为地质灾害和水污染等问题，其环境质量稍低。

### 2.4 旅游地学资源

江山自然景观秀丽奇特，旅游地学资源丰富，可分为四个风景区。根据我院教学实习的具体要求，这里主要介绍江郎山风景区和老虎山风景区。

#### 2.4.1 江郎山风景区

江郎山风景区方圆数十里，共有景点 30 余处，依自然地势大致可分为前山、中心、塔山、西山、后山和临近的仙居寺六个景区。目前，塔山、西山和后山景区尚待开发。

##### 2.4.1.1 前山景区

在双涧口附近有姐妹石、蛤蟆石、乌鹰石等奇石景点。姐妹石是两块酷似人头的巨石，因为它们紧挨在一起，形状十分相似而得名。蛤蟆石和乌鹰石也就是两块形状像蛤蟆和乌鹰的巨石。它们都是由红色砾岩风化而成。

从这里登石阶上山，经十八曲，一路可欣赏到“一蹬盘空”的山道景观。十八曲径高差 120m，有五百多级石阶。两旁松竹交翠，雀跃鸟鸣，左右山涧流水潺潺，悦耳动听，一步一阶引人入胜。人走在其间，抬头可见丹峰高耸入云，低头可见谷底烟岚覆盖。

##### 2.4.1.2 中心景区

中心景区就是三爿石的所在地。这里介绍丹峰、崖洞、幽谷、流云景观及其成因。

(1) 丹峰。这三片巨石高约 300m，壁立插天，色丹夺目，矗立于海拔 500m 的众山之上。它们按“川”字形相峙相对而立，形成了“三峰列汉”的奇景。郎峰是三峰中最大的一座石峰，它海拔 819.1m，昂首天外，外形庞大，呈椭圆状，长约 420m，宽约 240m，四周都是丹崖赤壁，丹崖高度为 300—369m，宛若一座雄伟挺拔的红色堡垒。中山大学著名丹霞地貌专家黄进教授 1996 年考察后认为，国内至今还没有发现如此高耸矗立的丹峰，可称郎峰为“神州丹霞第一峰”；亚峰，海拔 737.4m，上巨下敛，似欲倾倒，像插地宝剑兀立在峰间，这种陡直峭峻的丹霞险峰在国内较为罕见；灵峰，海拔 765.0m，峰顶尖突而峥嵘险峻，峰腰挺拔而婉约多姿。在峰顶和峰腰的陡坎上，都盛生草木，苍翠葱郁。是一座奇险壮观、秀丽多姿的丹霞奇峰。

巍巍江郎，高山仰止，引无数英杰竞相折腰。“安得奋身登其上，憾羽翼其未生”。今天，勇敢的开拓者已经钎凿出了一条 3500 多级台阶的盘山石道。这条不足 1m 宽的石道，循着石壁，连着岩洞，陡峭向上，通达郎峰之巅。扶着铁栏杆，迂回盘旋，缓慢地向上攀登，作一次“郎峰天游”，令你终生难忘。抬头仰望千寻绝壁，低头俯瞰万丈深壑，胆小者心惊胆战，胆壮者豪气顿生。山巅集险峻奇秀于一体，悬崖峭壁上，古木葱郁，蟠根虬枝；山花朵朵，

争妍斗艳；幽兰丛生，馨香扑鼻。登上郎峰绝顶，来到“绿荫坪”景点。这里方圆数千  $\text{m}^2$ ，古树名木，飞碧滴翠，一年四季色彩缤纷，景色迷人。万里碧空之时，居高临下，极目远眺：四周峰峦起伏，竹海林涛，含碧纳翠，如诗如画。

(2) 崖洞。在这伟岸的石峰中还隐藏着许多天然岩洞，给这雄伟粗犷的山峰增添了几分神秘和诡谲。会仙岩在烟霞亭西南旁，它长约 40m，深 10m，洞口高约 1m，相传八洞神仙云游江郎，常常聚首于此而得名。置身洞中，举目前瞻，犹如临窗眺望，层层低谷，一一入目。钟鼓洞位于郎峰半山腰的断壁处，宽约 30m，高约 5m，可容纳数百人。大风吹进洞内，撞击洞壁，产生声响，并在洞内共鸣放大，宛如钟鼓之声。该岩洞下临悬崖峭壁，背负巍峨郎峰，洞口上方可见明代摩崖石刻“壁立万仞”四个大字，每个字约 80cm 见方；天宫洞接近郎峰峰顶，也可容纳近百人。由于落在高高的郎峰顶端，使人觉得进入天宫。

(3) 幽谷。在三座山峰之间有两个峡谷，一个叫大弄峡，一个叫小弄峡。大弄峡是郎峰陡崖与亚峰削壁所夹峙的陡峻峡谷。该峡谷郎峰一侧的丹崖高达 225m 至 369m，亚峰一侧的陡壁高达 140m 至 280m。亚峰一侧，特别险峻，陡直如削，向上仰望，其势欲倾，令人胆战心惊！小弄峡是亚峰与灵峰之间的深窄陡峭峡谷，亚峰侧壁陡如斧劈，灵峰侧壁峭如刀削。它长约 300m，高约 280m，宽却只不过 4—5m，呈弧形。人在其中，抬头仰望，陡壁凌空，崖高数百，天光一线。黄进先生称它为中国丹霞“一线天”之最。

在烟霞亭后面，会仙岩旁边有一个新开辟的景点“百步峡”，它是一条 20 余 m 高的天然石缝，长年累月难见天日，峡道幽幽，最窄处仅容游人侧身而过。现在已砌了石阶，上下整好百步。

(4) 流云飞雾。江郎山峰高孤峙，常有云雾缭绕，变幻百出，气象万千。

“雾海彩虹”：春夏之季，当江郎山浓雾弥漫，云压山岳时，站在一线天仰望天庭，一条近 300m 长的白色弧形光带，闪闪发光，缥缈腾动。过一会，阳光从一线天泻射下来，白色光带变成或三色、或五色、或七色的光带。宛如一条彩虹，横贯中天，奇妙称绝。此景持续几分钟随即消逝。

“三峰神光”：冬日，昨雨初霁，上午八九点钟时，站在江郎山下达店公路上，向东眺望，江郎三爿石上空。有浅红色三峰倒映在蔚蓝的天庭上，绚烂夺目，惟妙惟肖。随后，三峰由倒映变为侧映，再变成横映、正映等。同时，山峰由三座变成六座、九座；颜色也由浅红变为橙黄、蛋白、粉蓝，最后成蔚蓝，与天一色。此景最长可持续三分钟。

“雾瀑布”：久雨初晴，如果你运气好的话，站在“一线天”的后段，能看到气势雄伟的雾瀑布。浓浓的云雾，夹着呼呼的响声，从天上、从峰巅，崩落而下，一连连地掉进“一线天”，如银河倒悬，极似瀑布飞流。

(5) 成因分析。江郎山位于华夏古陆西北缘江绍断裂带南坞—和睦断层与新屋—张村断层之间的峡口盆地中。该盆地呈北东向展布，长约 30Km，宽约 10Km，由白垩纪紫红色砂砾岩组成，区内出露的为南雄组( $K_2n$ )。盆地周围主要为侏罗纪火山岩，见有鹅湖岭组( $J_3e$ )，磨石山组( $J_3m$ )和石溪组( $J_3s$ )；其次为晚元代变质岩。区内岩浆活动强烈，火山喷发岩和浅成超浅成次火山岩分布广泛，并有火山口存在。盆地内断裂构造发育，主要有北东向、北北东向和北西向三组。北东向和北北东向断裂分别集中分布于盆地北西和南东两侧，断裂规模大，切割深，属多期次活动的基底断裂。其中前者的力学性以压性为主，倾向北西，倾角  $60^\circ$ ，属逆断层；后者为压扭性，倾向南东，倾角  $60^\circ$ ，属逆平移断层。两者对盆地的形成及其边界都有明显的控制作用。北西向断裂亦比较发育，分布较广，但规模较小，多被岩脉充填，

属盖层断裂，其力学性质多为张性、张扭性。从实地考察资料看，江郎山呈“川”字形排列的三座山峰与这组断裂有着密切的成因联系。此外，在江郎山西缘一带还发育一条弧形断裂。该断裂对火山-岩浆活动具有重要的控制作用，如青塘坑火山口就位于该断裂带上（图 2-5）。

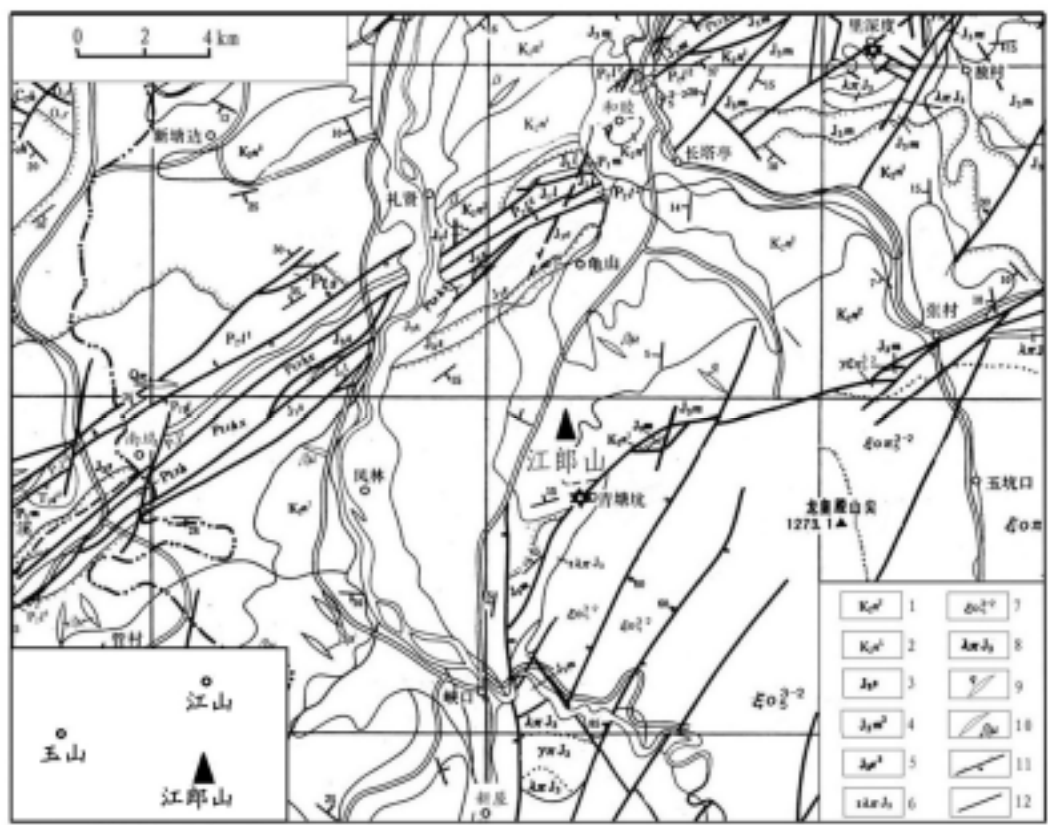


图 2-5 江郎山区域地质简图

1.南雄组上段；2.南雄组下段；3.石溪组；4.磨石山组；5.鹅湖岭组；6.晚侏罗世细晶花岗斑岩；7.燕山晚期第二阶段石英正长岩；8.晚侏罗世流纹斑岩；9.石英脉；10.辉绿岩脉 11.逆断层；12.性质不明断层

从江郎山区域地质背景可以看出，早在 135Ma 以前的晚侏罗世，受燕山运动的影响，区内发生了强烈的构造运动，并伴随有大量的火山喷发，在晚元古代变质岩基底之上覆盖了巨厚的火山岩，构成一火山盆地。在盆地内留下了侏罗纪火山岩地层的历史记录。在这期间，火山喷发是断断续续的，火山盆地也时上时下，使盆内火山岩与正常沉积岩交替沉积，并出现了明显的沉积间断。之后，在北西——南东向压应力作用下，盆地两侧断裂上盘对冲，使原来较为开阔的火山盆地转化为对冲盆地，并接受沉积，形成了巨厚的南雄组(K<sub>2n</sub>)紫红色砾岩、砂砾岩建造。此后，受喜马拉雅运动的影响，区内地壳再度上升，使南雄组(K<sub>2n</sub>)被近水平地抬升为高山，同时，由于北西——南东向压应力的持续作用和抬升过程中张应力的存在，使地层中产生了一组大致平行、并呈等距分布的北西向张性、张扭性直立断裂或节理，为江郎山的形态划定了基本轮廓。从此以后，盆地经过第三纪、第四纪漫长岁月的风化剥蚀，高山上的南雄组(K<sub>2n</sub>)被剥蚀得所剩无几，而江郎山峰却幸运地被留了下来。由近水平产状的

厚层状的红色砾岩、砂砾岩组成江郎山，经过了大自然漫长地雕琢，表现出浑憨纯厚、孤高伟岸、色丹如霞的特征。

江郎山的形成与构造、岩性和风化作用有着密切的关系。首先，垂直断裂切割江郎山峰。随后，流水沿着这些断裂下切侵蚀，并把碎屑带走，形成深沟。随着沟壁外侧破碎岩石被流水带走，沟壁的外侧还会产生平行破裂面的减压节理、裂隙，并促使原有的节理变成裂隙，再沿着这些节理、裂缝发生崩塌及鳞片剥落。现在大弄峡谷底，有许多从崖壁崩塌下来的巨大岩块，栖凤石的崩积洞穴就是由这些大岩块堆叠而成的。随着地壳的不断上升，流水不断向下切蚀，深沟越切越深，越变越大，长年累月，如此不断地反复进行，深沟变成了峡谷，现在的大弄峡和小弄峡也就是这样形成的。当堆积在崖麓的崩积物，来不及被流水带走时，会在峡谷两侧的陡崖麓部形成崩积缓坡。这样，这些崩积物就掩埋了一小部分基岩。以后，便以崖麓崩积物顶部为基准进行崩塌。每崩塌一次都掩埋了崖麓的一部分基岩。因此，在陡崖沿垂直断裂崩塌的过程中，在崖麓造成崩积缓坡的同时，也在崩积物的下面形成了一个基岩缓坡。随着上述作用的不断进行，陡崖坡不断崩塌后退，崩积坡则不断加宽加厚，其下伏的基岩缓坡面也不断上升。随着陡崖不断崩塌后退，山顶面积逐渐缩小，山麓缓坡不断扩大，最后在山麓形成面积较大的缓坡丘状地貌；而原来的陡崖和山顶则退缩成“堡状残峰”或“片石”。形成了“崖陡”“麓缓”的基本丹霞地面坡面。

江郎山峰主要由南雄组(K<sub>2</sub>n)厚层的红色砾岩、砂砾岩组成，所以山体表现为浑憨纯厚，色丹如霞。而且岩石中的钙质胶结物易溶于水，会加速岩石破碎、崩塌，形成孤高的丹峰。此外，岩层的倾角 10°—20°，近水平，使江郎山峰表现出“顶平”的丹霞坡面。郎峰上的岩洞也与岩性有关，是岩石差异风化和崩塌作用形成的风化洞穴。洞穴中的砂岩、或粉砂岩的抗风化能力比周围的砾岩弱。

#### 2.4.1.3 仙居寺景区

仙居寺在江郎山东面，与江郎山仅一山之隔。寺的四周环山叠翠，泉声松籁，宛若仙境。这里主要的旅游地质资源为岩洞、泉水和瀑布。

(1) 水帘泉。又称水帘洞，在仙居寺对面山腰上，岩洞宽敞明亮，高 30m，宽 33.8m，深 10m。岩顶呈拱形，远远望去，酷似一堵巨大的石门。石门两侧均为丹崖赤壁，使之更显得雄伟壮观。洞顶常年流泉不断，犹如珠玉飞泻，微风吹拂，如丝如帘。雨季水盛时，水帘遂成瀑布，自仙居禅院眺望，轻绡高挂，意趣昂然。

(2) 剑瀑。在水帘洞南侧山峡里，瀑水自山崖垂直而下，落差 60 余 m，如出鞘长剑。春夏多雨时节，一条狭长的瀑布飞流千尺，酷似一幅白练悬挂在断崖处，随风飘动，轻轻悠悠，优美的身姿袅娜媚人。瀑水落处，溅起一片白色的烟雾，四处飘舞，瀑布声和着满山松涛的哗哗声，回响轰鸣，颇为壮观。

(3) 月岩。月岩是一天然石洞，宽 30m，深 15m，高 5m。洞内留有明万历年间的石碑数座，记载着“殿宇修葺变迁”、“乡人募捐建寺”云云。岩洞深处有泉水从石缝间溢出，一泓细流终年不断流向一方“天池”，水色清澈见底，清凉甘冽，沁人心脾。

#### 2.4.2 老虎山风景区

##### 2.4.2.1 老虎山景点

老虎山位于城南 1Km 左右，主峰酷似卧虎，面北而踞，耽视江城，古时为署邑的镇山。该山山基为石头山组灰岩，山峰为衢江群红色砂岩，二者的不整合接触界线非常清楚。山中有宾旻洞，山下有鹤泉，泉水甘甜，流量较大。

#### 2.4.2.2 西山景点

西山现已规划为森林公园，林木森森，遮天蔽日。此外，山中还有奇石、岩洞和清泉。

(1) 鸡公山。位于西山南端，目莲洞之北。山巅岩石形如高亢雄鸡，与东南面的老虎山遥相对峙，把持江山城南门户。

(2) 接云洞。接云洞在鸡公山峰南，有一厅堂大小。洞内有明代延陵同节姜志礼题刻“江阳洞天”和县令蒋光彦题“天然石室”字句。洞口左右两侧刻有“寻乐”、“钟源”四字。相传南宋徐存曾讲学于此。

(3) 目莲洞。目莲洞在山峰东北侧，广深 6m，南北可通。洞中有明知县易倣之题刻“别是人间，源头活水，碧洞生春”等，书法遒劲，颇见功力。站在洞前向远眺望，须水似带，众山如屏，城内万家烟火，历历在目。

(4) 梅泉。在目连洞下方，据志载，传说元代隐者周炳吉，曾居此讲学，他很喜欢梅树，种植了数十棵梅树于泉边，因而得名。该泉碧水盈盈，常年不息，用石砌成上中下三池，上池饮用，中池洗涤衣物，下池用于浇灌菜园。在上池壁间嵌有端楷“梅泉”石匾。

此外，实习区千姿百态的古生物化石，多姿多彩的矿物岩石、构造形迹和闻名遐迩的寒武-奥陶纪界线层型剖面，都是很好的地质旅游资源。

## **3 区域地质调查方法**

### **3.1 区调现状及方法概述**

区域地质调查是指在选定地区的范围内,在充分研究和运用已有资料的基础上,采用现代地质理论和方法进行全面系统的综合性的地质调查研究工作。这是一项十分重要的基础地质工作。

区调工作一般是按国际分幅的图幅进行的。根据比例尺的大小,可分为小比例尺区调(1:100万、1:50万)、中比例尺区调(1:20万)和大比例尺区调(1:5万)。同一地区一般先进行小比例尺区调,然后再进行中、大比例尺区调。我国小、中比例尺区调除少数地区外,已基本完成,现已全面开展1:5万的大比例尺区调。

#### **3.1.1 国内外区调现状**

区域地质调查一直是地质领域中基础和长期不间断开展的工作,受到所有国家政府和地质学家的的高度重视,成为国家重要公益性的工作。全世界各国的小比例尺(1:500万、1:250万、1:100万、1:50万)地质填图已基本完成。发达国家中大比例尺(1:25万、1:20万、1:10万、1:6.336万、1:5万)的地质填图,除国土面积比较大的几个国家以外,也大部分完成,部分国家正朝更大(1:2.5万)比例尺地质填图发展。

由于地质理论的发展,人们对地质现象的认识在不断地深化,经济和社会发展对地质资料不断提出新的要求,不少发达国家开始进行第二轮、第三轮的地质填图及修编工作,并向社会提供了第二版、第三版等多版地质图及相关图件。

进入九十年代以来,各国更加重视地质填图工作,并设立“国家地质填图计划”。如美国的国家合作填图计划、加拿大的国家地质科学填图计划、澳大利亚的国家地质科学填图计划、英国的新系列填图计划、印度的陆地地质填图计划、俄罗斯的国土资源调查计划。各国填图战略也发生了重大改变,高度重视海域地质填图,海洋地质填图成为一个新领域。

我国自1916年前中央地质调查所成立以后,少数中外地质学家在我国一些著名山系,如秦岭、南岭、祁连山、天山以及云贵高原、青藏高原等地,做过一些零星的路线地质调查工作。在北京西山、江苏宁镇、湖南、江西、四川等部分交通方便的地区曾填制过大中比例尺区域地质图,奠定了我国区域地质调查工作的基础,培养了一批世界著名的地质学家。

解放后,随着国家经济发展对资源的需求,国家基本建设对基础地质的需求,自1953年起国家有计划地开展了区域地质调查工作。

1953—1980 年间先后完成了我国除台湾外的全国区域地质调查 942.8km<sup>2</sup>, 编制出版了全国 1 : 100 万地质图、矿产分布图、大地构造图、内生金属矿床成矿规律图等系列图件。

1956—1999 年间全国除内蒙古、青海和西藏外, 大多数省(区)完成了 1 : 20 万区域地质调查, 完成陆地面积 691 万 km<sup>2</sup>, 占国土面积的 72%。

自 1985 年以来, 区域地质调查工作中 1 : 5 万填图的比重逐渐加大, 完成了部分重要成矿区带、重大地质问题区及重要经济区 1 : 5 万区域地质调查 159.3 万 km<sup>2</sup>, 占国土面积的 16.6%。全国目前共有约 3000 名地质技术人员在直接从事区域地质调查工作。

表 3-1 全国区域地质调查完成情况(截止 1997 年底)

| 比例尺                      | 1 : 100 万 | 1 : 20 万 | 1 : 20 万修测 | 1 : 25 万 | 1 : 5 万 |
|--------------------------|-----------|----------|------------|----------|---------|
| 实测图幅(幅)                  | 58        | 1121     |            | 9        | 3705    |
| 国土面积(万 km <sup>2</sup> ) | 960       | 960      | 960        | 960      | 960     |
| 实测面积(万 km <sup>2</sup> ) | 942.8     | 691      | 67.00      | 5.68     | 159.3   |
| 实测面积占国土面积的百分比(%)         | 98.2      | 72.0     | 7.0        | 0.6      | 16.6    |

历经 36 年才基本完成的 1 : 20 万区域地质调查资料, 许多因地质理论和工作手段的落后而不能适应经济建设和地质科学的需要。已完成的近 160 万 km<sup>2</sup>的 1 : 5 万区域地质调查, 提供了新的地质资料, 但未形成较全貌的区域资料。国家测绘工作的 1 : 25 万基础图件已同国际接轨。基于上述原因, “九五”以来在全国九省部署了 9 幅 1 : 25 万区域地质调查试点 5.68 万 km<sup>2</sup>。以 1 : 25 万地质图为最终成果的 1 : 5 万区片总结, 在 20 个省区部署 23 万 km<sup>2</sup>, 现已基本完成。

我国的区域地质调查工作基本上沿用前苏联的工作规程, 结合我国的实际情况, 先后研制了不同阶段的 1 : 20 万、1 : 5 万区域地质调查技术要求。1991 年完成了沉积岩、岩浆岩、变质岩三大岩类 1 : 5 万工作方法指南, 1995 年出版了可适应计算机成图的“地质图色标标准及用色原则”。这些全国统一的工作要求和标准, 保证了我国区域地质调查工作的顺利开展。

全国性的区域地质调查为国家和社会提供了一批具有相当水平的基础地质资料。1 : 20 万区域地质图已为许多行业所利用, 截止到 1997 年已出版的 2896 幅 1 : 5 万区域地质图也已向全社会公布。1994 年全国各省市完成了“区域地质志”、“区域矿产总结”, 对全国近 30 年来的地质调查成果作了系统的总结。1994 年“中国区域地层数据库”完成, 实现了全国地层的动态对比研究。为我国准备进行的大陆科学深钻进行了前期基础地质工作与编图工作。

目前区域地质调查正在扩大服务领域, 开展一系列专题填图, 实现野外调查微机辅助、遥感图象解译系统的最优化及推广应用等方面的研究。区域地质调查将努力为国民经济建设和社会发展服务, 在服务领域、表达方式上将有突破, 实现快速、准确地全方位提供基础资料。

### 3.1.1.2 1 : 5 万区调要求

1 : 5 万区调成果可以直接为矿产地质研究、国土资源调查、环境地质和灾害地质的调查监测、经济开发区和中心城市的资源开发与规划以及重大工程建设服务。因此, 1 : 5 万区域地质调查的进程不仅始终与经济效益和社会效益紧密联系着, 而且在相当程度上反映着一个国家地质工作的总体水平。

1 : 5 万区调的目的任务是, 通过填制 1 : 5 万地质图, 查明区内地层、岩石(沉积岩、

岩浆岩、变质岩) 构造、矿产以及其他各种地质体特征, 并研究其属性、形成环境和发展历史等基础地质问题, 为国土规划、矿产普查、水文、工程、环境地质勘查、地质科研、地质教学等提供基础地质资料。

1 5 万区调的基本准则主要是: 以先进地质理论为指导, 以地质观察研究为基础, 运用行之有效的新技术、新方法, 不断提高地质研究程度和图幅质量; 在优先考虑国民经济需要的基础上, 按照构造单元完整性和地质矿产条件的相似性划分片区, 进行总体部署, 并采用国际分幅的单幅或多幅(一般 2—4 幅) 进行测制。

1 5 万区调工作一般遵循立项论证、设计编审、地质填图、成果编审及出版等程序。其中地质填图是在野外全面而又细致的收集第一手地质资料的基础程序, 它是在实地观察和分析研究的基础上, 配合遥感图像的地质解译及地面调查, 物、化探测试等手段, 按一定的比例尺和规定的图例将各种地质体及有关地质现象填绘于地理底图上而构成地质图的工作过程。

1 5 万区调工作的最终成果主要是地质图、简要的文字说明书以及单测图幅或联测图幅合编的区调报告等。附有矿产调查任务的图幅, 同时应提交相应的矿产图及报告。

### 3.1.3 地质填图新方法体系

我国 1 5 万地质填图的新方法体系在 1991 年国家标准局发布的《中华人民共和国行业标准区域地质调查总则》(1 50000) 中作了规定, 它是我国现阶段 1 5 万区调填图工作的准绳。四种岩区(沉积岩区、花岗岩区、火山岩区和变质岩区) 的填图新方法各有特色, 简介如下。

沉积岩区采用多重地层单位划分, 岩石地层单位填图方法。其要点是: 在地层的多重划分对比研究的基础上, 系统调查岩石地层单位的基本层序, 准确地描述沉积地层的组成与结构; 通过正式和非正式岩石地层单位填图, 查明其时空存在状况(包括形态、几何关系与排列规律) 纵横向变化、与其它地层单位(特别是年代单位) 的相互关系及区域地层格架; 进而建立地层模型, 阐明和预测各岩石地层单位的形成年代、环境、沉积作用、其它地层单位的特征, 以及区域地质发展史与自然资源的分布规律。这种新的填图方法体系经过几年来的实际运用, 已证实它不仅具有较高的科学性与先进性, 而且具有很好的实用性和可行性。过去传统的填图方法显然落后且缺陷较多。这一方面是因为传统地层学实际上仅承认年代地层单位、致使岩石地层单位的组受年代地层单位限制或常被年代地层单位所肢解。因此, 用传统方法填制的地质图, 图面不稳定。此外, 传统的填图方法基本上不使用非正式岩石地层单位填图, 丰富多彩的地质现象得不到表现, 地矿信息少, 地质图的利用受到限制等。而新的填图方法体系, 采用多重地层划分法, 严格了岩石地层单位的定义, 它明确规定以岩石地层单位组作为填图的基本正式单位, 称为“组图”。岩性是客观存在的, 不会因人而异, 也不会轻易改变, 因而“组图”图面稳定不变。加之新方法还大力提倡尽量使用非正式岩石地层单位填图, 图面内容丰富, 提供的信息量大, 受到各行各业使用者的欢迎。

花岗岩类区采用岩石谱系单位的方法填图。其基本核心是: 在特定的构造岩浆作用形成的岩石区范围内, 划分花岗岩类的岩石谱系单位, 并相应地建立花岗岩类等级体制。它是从同岩浆演化、岩浆多次脉动上侵形成不同的构造岩浆单元为理论基础; 以系统地研究岩石成分、结构、构造、相对侵入序次等特征及其变化为标志; 以查明花岗岩深成岩体的内部接

触关系，并确定其成分演化序列和结构演化序列为主要手段的填图方法。在此基础上，进行花岗岩类变形构造的研究，分析与探讨花岗岩类的就位机制，调查与花岗岩类岩石有关的成矿条件，为普查找矿提供必要的区域地质资料。这种新方法比以往的方法有更能详细地解体花岗岩基、确定同源岩浆演化序列、揭示区域岩浆演化和成矿属性等优点。过去用期次观点填制的花岗岩区地质图，图面内容十分简单，仅反映出它的侵入时代，岩性变化作为相变处理，甚至将不属于同一次熔融事件的产物归在一起，因此在图面上就看不出岩浆活动的特点和各种岩性在空间上的分布和变化规律，模糊了它的演化特征。而用新方法填制的地质图，不仅将花岗岩体分解得很详细，并且将不同熔融事件的产物分别归并为几个超单元，这样就能很好地反映出不同超单元的同源岩浆演化序列以及各单元在空间上的分布规律。

火山岩区采用火山地层—岩性（岩相）双重方法填图。其要点是：在查明火山岩岩石的岩性特征、产状、厚度、接触关系、空间分布和研究了火山岩层的划分及沉积夹层的基础上，结合火山地层的结构类型，划分岩石地层单位和火山喷发旋回及韵律，确定火山喷发的时代；根据岩石的矿物和结构构造特征及火山地质体的产出形态与分布，划分火山岩相；通过岩石地层填图单位和岩性（岩相）填图单位的双重填图，进一步研究火山岩的空间分布及其变化规律，研究古火山机构，探讨火山作用与区域构造及成矿的关系等。这种“双重填图法”较过去主要沿用沉积地层的一套工作方法更具科学性。过去用地层法填制的地质图，图面简单，看不出火山作用的特点及各种岩性的分布变化规律。而用“双重填图法”填出的地质图，在图上不仅反映了火山岩不同岩性环状分布特点，还能反映出火山喷发中心等。这不仅丰富了图面内容，更重要的是大大提高了地质调查的深度和广度。

变质岩区采用构造—地（岩）层—事件法或构造—岩石—事件法填图。这是一套以构造变形、变质理论为指导，以同一成因类型原岩建造的变质岩石或岩石组合为基础，以构造分析方法为手段，以地质事件演化系列为主线的填图方法。这种新的方法是我国研究人员以试点图幅实践所取得的成果为依托，借鉴国内外有关变质地质学研究中有益的经验而总结出的一套适合我国情况，具有不同类型地质特色的填图方法。它与过去使用的传统方法相比，具有较高的科学性与先进性，又具有很好的实用性和可行性。

### 3.2 区调野外工作基本方法

区域地质调查的一般野外工作方法包括：地质剖面的测制，路线地质调查与地质填图，产状要素的测定、标本和样品的采集和轻型山地工程、浅钻等。正确地使用这些方法，对保证成果质量，提高工作效率，降低工作成本有重要意义。

#### 3.2.1 地质剖面的测制

地质剖面是研究地层、岩体构造、褶皱与断裂构造形态垂向变化的基本手段。按其内容可分为地层剖面、侵入体及火山构造剖面、构造剖面、地貌剖面以及矿体剖面等。从研究程度和精度上可分为信手剖面图和实测剖面图。信手剖面图具有概略的示意性质，作为踏勘和路线地质填图中的一种辅助记录手段。实测地质剖面则是测区地层、构造、岩浆岩、矿体重点问题的研究解剖过程，它是填图单位划分的依据，是填图质量的关键性前提，是报告编写

的一项主要基础资料。实测地质剖面工作一般应于填图之前完成。对构造变动较大、变质程度较深、层序不清的地区，据前人资料和踏勘结果尚不能选出可供实测剖面的位置时，可通过加密路线剖面踏勘，确定标记层和临时填图单位（其数量应多于比例尺所限定的填图单位），待通过阶段工作后再补测。

实测剖面的数量和分布与测区地质情况、测区大小有关，地层剖面在每个时代的地层中至少应有 1 - 2 条，岩体、构造剖面图可视具体情况而定。剖面位置的确定要考虑它的代表性，还要注意剖面对测区填图的控制作用，一般应选在测区内部，个别情况可使用图幅临近地区的剖面。

不同性质的地质剖面图测制的任务不同。地层剖面主要任务是查明地层的岩石成分、层序、厚度、沉积特点，火山喷发相序与喷发旋回，变质组构、变质相，含矿层位，接触关系及时代。地层剖面应选在层序完整、产状清楚、构造简单、接触关系明确、化石丰富、岩性组合和厚度具有代表性的地段，避开侵入体的破坏和影响。岩体剖面旨在查明岩体的岩石类型及构造、构造、岩相分带、岩体形态与产状、与围岩接触关系及接触带特征，查明不同时代、不同类型岩体的相互关系及侵入顺序等。剖面应选在露头良好、相带清楚、岩性有代表性，接触关系明显，原生构造比较发育的岩体。构造剖面研究测区主要构造的性质、形态特征、规模、空间分布及其相互关系。剖面应选择在具有代表性的构造发育地段。其它剖面如矿体剖面、地貌剖面等视研究需要而定。

#### 3.2.1.1 实测剖面的技术要求

为保证实测剖面的质量，实测剖面线方位应尽可能垂直地层走向或主要构造线走向，其间的夹角一般不应小于  $60^\circ$ 。剖面线通过处基岩露头良好，可利用河谷的自然切面或铁路、公路、壕沟等人工露头。覆盖地段可于相邻处补测辅助短剖面，藉助标志层与主剖面进行层位对比。若覆盖过宽，且岩性变化、产状及接触关系不清时，可使用探槽、井探及剥土予以揭露。产状平缓的地层剖面可选在沟谷边缘，条件允许时可直接测制地层柱状图，并尽量收集钻探资料，以了解隐伏地层层位。剖面比例尺根据规范要求和剖面地质情况而定，以能充分反映最小地层单位、岩石单位为原则。常用比例尺 1 : 500 - 1 : 5000。凡在图上可表示 1 mm 的岩层或地质体均应单独划出，有特殊意义的层位（标志层、含矿层、岩脉等）可适当放大表示，在文字记录中注明其真实厚度。实测剖面应进行认真系统的地质观察（观察内容及要求见下文），系统采集代表性岩石手标本、磨制薄片标本、光谱分析样品，逐层寻找化石（包括遗迹化石），采集微体古生物样品等。根据任务需要还可采集化学分析样、人工重砂样、碳氧硫同位素样、同位素年龄样、古地磁测定样等。如有物探工作配合，可系统测定岩石物性参数，如放射性强度、磁化率、电阻率及密度等。

#### 3.2.1.2 实测剖面的一般程序与方法

（1）实测剖面位置选定以后，在正式施测之前应组织全体作业人员对剖面进行详细踏勘。要求了解剖面所见地层的岩性、层序结构，确定分层位置，选择标志层；研究剖面的构造形态，进行地层对比，确定层位的重复与缺失情况；注意寻找各种沉积构造，化石层位；研究地层接触关系。踏勘时作信手剖面，以备正式施测时参考。若遇剖面局部覆盖，应事先布置揭露。根据踏勘资料，确定剖面比例尺、工作量、测量方法、施测顺序及组织分工等。

(2) 实测剖面的地形通常用半仪器法导线测量,即用罗盘仪测量导线方位和地形坡度角,用皮尺或测绳丈量地面斜距。矿区的大比例尺剖面也可用经纬仪进行导线测量,称全仪器法。分层及取样位置在地形测量时可以同时测出,因而精度高、效率高。

(3) 在半仪器法作业中,一个工作组一般应由 6-7 人组成,组织分工如下:

(a) 导线测手 2 人。负责导线方位角、导线长度和坡度角的测量。导线方位角以导线前进方向为准;坡度角以前进方向上坡为“+”,下坡为“-”。前后测手同时读数取平均值,若读数差值超过 3°,则应重新测量。后测手执测绳的零端,导线长度由前测手在绳上读出。上述三个数据测出后,报给剖面记录员和地质记录员记录下来。导线测手还应负责将剖面的起点及终点标定在地形图上。

(b) 剖面记录员 1 人。负责在“剖面测量记录表”中填写野外实测的有关数据,见表 3-2 中用“\*”号注明的栏目。

导线号(编号 1):以剖面起点为 0,第一导线后端为 0,前端为 1,表内记 0-1。第二导线为 1-2,其余依次类推。

前进方向(编号 2):指每一导线前进方向之方位角。

导线长度(编号 3):指每一导线前端读数,即首尾的距离。

坡度角(编号 4):每一导线首尾之间地面的坡度角,前进方向上坡为“正”,下坡为“负”。

岩层产状导线读数(编号 8):指所量产状位置在导线上的读数。

岩层产状倾向(编号 10)、倾角(编号 11):指野外实测数据。

分层号(编号 14):指地层分层的顺序号。有时可能在某一分层内换导线,因此同一分层号可能出现在两相邻导线中。

导线段起讫读数(编号 15):某一分层下层面和上层面在导线上的读数,即分层在导线上的视厚度。

地质描述(编号 18):简单描述岩性、特殊的沉积构造或化石等,以便作图与野外记录本对照。岩性描述内容为颜色、层厚特征、岩石名称或岩石组合等,如“紫红色厚层长石砂岩偶夹紫红色粉砂质页岩”。同一分层只需写一次。

地层代号(编号 19):指岩石地层单位的符号,同一地层只填一个即可。

标本编号(编号 22):岩石标本用 R01 开始编号,化石标本用 F01 开始编号。

标本登记导线读数(编号 23):指标本采集处在导线上的读数。

备注:记录特殊的地质现象或注意事项。

(c) 地层分层员 1 人。负责分层,指挥导线前进、测量地层产状、打标本和取样工作,并承担剖面测量过程中各种分工间的协调工作。地层分层的基本原则有:岩石成分显著不同;岩石的结构、构造(如碎屑岩粒度、层理、单层厚薄等)有明显区别;岩石的颜色不同;岩性相似、但化石组合不同;岩性特殊的标志层、化石层、含矿层;岩性不同,但厚度不大且呈互层出现,可视作一层,而若两种岩性单层厚度差异很大,且薄层岩性出露甚少时也可以划归一层,分别用互层和××岩夹××岩描述;按地层剖面比例尺精度要求,分层厚度在图上大于 1 mm 的单层。

表 3-2

(d)地质记录员 1 人。负责在野外记录本中按分层号逐层描述岩性、化石特征及产状、标本编号等,内容应力求全面、客观、层次分明。编制信手地质剖面图和路线平面地质图,以便于层位对比、构造分析和室内编制剖面图时参考。地层分层、观察、描述和记录是实测剖面中的核心工作,地质记录员应与地层分层员相互商讨,共同承担观察和描述工作,并协调整个工作组的进度。

(e)产状测量和标本采集员 1-2 人。负责测量地层产状、采集标本,并报出测量和采集地点的导线位置。

(4)实测剖面的野外作业结束以后,应立即进行室内整理和作图工作。首先检查剖面登记表表中需在野外填写的项目有无遗漏与错误,与地质记录的分层是否一致,标本、样品的编号与实物是否符合。在确认表格无误后,计算并填写表 3-2 各空白栏,然后根据实际数据作实测地层剖面图和综合地层柱状图。计算方法和图件编制方法见本书第 4 章。

### 3.2.1.3 确定填图单位

划分地层,确定填图单位,是测制剖面的主要目的之一。地层划分的原则与方法见下文。填图单位是在地层划分的前提下,根据比例尺的精度要求而确定的,在填图过程中必须标定其界线的地层单位。填图单位的划分原则是:特殊的岩性组合(如巨厚的单层、复杂的互层或完整的沉积旋回等);明显的识别标记(如颜色、成分、结构、沉积构造、区域变质特征、古生物组合、地貌标记等);一定的厚度和宽度。填图单位应小于地质填图比例尺所规定的最小地层单位范围,不容许填图单位包含明显的间断面(平行不整合或角度不整合),不容许包含地层划分界线。

填图单位是在野外对地层划分还缺乏足够依据而有可能在最终成图时发生挪动的情况下而制定的临时性填绘方案,因而过粗以致影响图画细节的表现。反之,若填图单位过细,会使图画负担加重,更严重的是会因相变使地质界线发生混乱,以致图画结构发生严重歪曲。因而,填图单位的确定是影响填图质量的关键步骤,必须慎重对待。在岩性单一的地区,厚度小于比例尺容许的最小宽度的特殊岩层可作为标记层(如分布稳定的底砾岩,含矿层、碎屑岩中的碳酸岩夹层等),在图上夸大表示,以便反映构造形态和对比地层。

### 3.2.2 地质填图方法

地质图是各种地质体在地表出露界线的水平投影图。它借助于线段、文字符号及花纹图例表示测区地质体的性质、形态、空间几何关系和相对时序。它是地质图作者对研究区地质构造特征及其演化历史认识的一种反映。把地质体表示在图上的过程叫地质填图或地质制图。

#### 3.2.2.1 地层划分、对比及地质图的基本类型

(1)地层的划分与对比是地质填图工作的重要环节,是重塑地质发展历史、研究构造和矿产分布规律的重要基础。地层划分是根据地层的岩石、生物化石、地球物理、地球化学等特征,把地层划分为不同类型、不同等级的地层单位,籍以表示地层的相对顺序或相对年代关系等。现代地层学主张地层划分的多重性,认为岩层有多少种能够用以作为划分地层的依据,地层就有多少种划分方法,一种特征的改变并不一定与另一种特征的改变相一致。

就某一具体研究对象而言,不可能也不需要使用所有的各类地层划分,而是按实际可能

或为某一应用目的而采用相应的划分系统。目前最常用的地层划分系统有三类：(a) 根据岩层的岩石特征划分成群、组、段、层四级单位的岩石地层学；(b) 根据岩层所含的化石或化石组合内容将含化石部分的岩层划分成各种生物带的生物地层学；(c) 根据推论或解释的岩层形成的地质年代（宙、代、纪、世、期、时）划分成宇、界、系、统、阶、时间带的年代地层学。只有年代地层单位才有固定一致的时间含义，其它各类地层单位大都是穿时的，或与同时面呈斜交关系。年代地层单位是依据属性划分的，它属于认识范畴，是可变的。前两类的划分依据都是岩层客观存在的特征，它不依人的认识变化而变化。但化石内容需要一个积累过程也具偶然性或机遇，而对于化石的详细研究又并非一般地质工作者尤其是在野外所能做到的。因此，只有岩石地层划分是地层研究的第一程序。另一方面，作为第一性的客观地质实体，它又具有永久性，是不能用其它概念来限定或修改的。

在大、中比例尺的区域地质调查中，组的划分与其界线的选择对填图质量有重要作用。应该正确地理解组的含义，掌握建组条件。地层规范中规定：“组的重要涵义在于具有岩相、岩性和变质程度的统一性。组或由一种岩石所构成，或包括一种主要岩石而兼有重复的夹层，或又两、三种岩石反复重叠所构成，还可能以很复杂的岩石组分为一个组的特征，而与其它单纯的组相区别。”海相地层的组常为一个相的简单岩性组合，陆相和海陆过渡岩性比较复杂，常由相邻的几个相合并而成。组必须有一定的横向稳定性和一定的厚度。一般条件下，组的分布范围不应小于三级地层分区的范围，厚度不应小于 50 m。但对具有特殊的构造岩相意义的岩层建组可不受此限。组的界线一般是岩性、岩相、沉积旋回或侵蚀间断的界线，应具有明显的识别标志。化石并不是建组的必要条件，但显生宙地层都有自己的化石组合甚至建立了化石带。若单有化石界线，而岩性无明显差别，则无建组的必要。群是最大的地方性单位，通常相当于包括不同相的大的沉积旋回，岩性组合复杂，厚度很大。段是比组更低一级的岩石地层单位，它可以是组内单一岩性、单一岩相的分离体，也可以是组内岩性组合差异的再划分，它不一定要求相当的横向稳定性。不要求一定的化石内容。

(2) 地层对比是在地层划分的基础上，与国内外标准剖面比较，确定地层在地质年代表中的位置；另一方面是测区各相应层位的对比，以确定填图单位的地质界线、相邻图幅间界线的等时性，以及地层的发育规律。生物地层单位对比籍助于标准化石、生物群或化石组合进行，也可利用生物的种系演化或生物演化方向，以及利用古生态资料对同时异地地层进行对比。为此，在野外必须进行系统的化石采集与生态观察。岩石地层单位对此可利用岩性特征、标志层、沉积韵律、重矿物、微量元素、古地磁及物探测井等资料。因此，在实测地层剖面工作中，需进行大量标本和样品采集工作。

(3) 在现代地层学理论指导下，世界上有两种类型的地质图，即组图和系图。组图以岩石地层单位的组为制图基本单位（如黄泥岗组、砚瓦山组等）。它是地表岩石组分及其几何关系的直接反映，是地质历史和构造环境演化的真实记录。它能促进遥感资料、地球物理资料与地质研究的结合，适用于大比例尺（ $< 1 : 10$  万）的地质填图。组图可作为岩性分布图使用，具有更广泛的服务领域。系图是以根据生物演化相对顺序建立的年代地层单位“系”为基础填制的。适用于小比例尺（ $1 : 100$  万）地质调查，供大范围地质构造理论分析使用。

组图是客观的实际地质体的直接反映，它可以在野外进行实测，其界线具有相对稳定性，也可直接利用遥感资料填图。而系图所表示的地质年代是根据古生物等多方面资料经室内分析鉴定推论而来的。由于受不同时期资料积累程度和个人认识差异的限制，地质年代界线经

常有较大的变动。系图不适合野外直接填图，在无直观标志的位置寻找年代地层界线要花费很大力气甚至无法弄清。由此可见，组图应是地质调查的基本图件。在组图的基础上，可编制不同年代的系图。

### 3.2.2.2 观察线、点的布置原则和方法

按照一定间距的路线和一定间隔的控制点进行连续定位的地质观察是地质填图的基本方法。它的作用在于用于不同的线、点密度反映不同比例尺区域地质调查的精度，也有助于对野外观察材料进行系统编录。

#### (1) 地质观察路线的布置原则和方法

地质观察路线有两种基本形式，即穿越路线和追索路线。穿越路线是垂直或基本垂直地层或区域构造线的走向布置，按一定间距横穿整个测区。地质人员沿观测路线收集地质、矿产资料，标绘地质各线，采集必要的标本、样品。线间的地质界线用“V”字形法则和少量追索连接。这种路线的优点在于能迅速地掌握测区地质构造的基本特征、地层层序、相变及接触关系的空间变化。缺点是线间的地质细节会出现错漏。如使用航空相片，这种缺陷会有很大改善。追索路线是沿地层界线、地质体边界或构造走向布置，用于研究地质体的横向变化（如地层相变、接触关系、含矿层、断层等）。填图精度高，但效率较低。穿越路线和追索路线在不同比例尺的地质图中应结合使用。在中、小比例尺的地质图中以穿越法为主，大比例尺填图追索路线应明显增加。至于矿区 1 : 1 0 0 0 - 1 : 5 0 0 0 填图中则以追索圈定为主。

穿越路线布置应考虑：主要构造线方向；通行逾越条件；露头分布状况；基站的设计与野外工作组织等。追索路线主要布置在关键性专题研究地区。不同自然地理区（如平原河网区、高寒山区、森林覆盖区、沙漠等）必须因地制宜，灵活安排。路线平均密度必须遵守规范要求。但测区不同部位的路线密度分布则应根据地质构造的复杂程度、矿化远景以及航空象片解释程度等而疏密有别。

#### (2) 地质观察点的布置原则及定位方法

观察点按其性质可分地质界线点、构造点、矿产点、水文点、地貌点等。观察点的作用是准确控制地质体空间位置；使原始资料编录条理化、系统化，控制各种地质资料间的联系以及文、图资料与实地位置的对应吻合关系；便于原始资料的整理、查阅和检查工作质量。点的布置以有效地控制地质界线和各种地质要素为原则。一般布置在填图单位界线、标志层、化石点、岩性岩相明显变化处，岩体接触带、相带，矿体或矿化，断层、褶皱枢纽，有重要水文地质意义的井泉、地貌等处。等距离机械布点的错误是显而易见的，但大范围单一地质体中的控制点也是必要的，它是避免重要地质现象、矿产线索疏漏的一种措施。

观察点定位应力求准确，图面误差不得超过 1 mm。定点方法：(a) 根据地形、地物直接定位；(b) 根据已知的三个地形、地物点用罗盘作后方交会。各点方位间的夹角不得小于 45°。如三线交成一视差三角形，则取重心为点位，或在此基础上再参照地形碎部特征标定；(c) 用航空照片定点，转绘在地形图上。在森林覆盖区、高山峡谷等特殊地理条件下，可适当采用罗盘定位，步测距离的极坐标定位，也可用空盒气压计测量相对高程进行间接校正，为保证精度应尽可能攀登临近高地，建立一些控制点对已定点位进行修正。

### 3.2.2.3 路线地质的观察程序及编录要求

路线地质观察一般程序是：定点；观察、描述该点周围的地质、矿产现象；测量产状；追索与填绘地质界线；采集标本和样品。点上的工作结束后，沿路线前进方向进行连续的地质观察与描述，同时编制连续的信手剖面图。

路线观察的编录格式如下：

\_\_\_\_年 \_\_\_\_月 \_\_\_\_日      星期\_\_\_\_ 天气 \_\_\_\_  
地点\_\_\_\_\_

#### 路线 1

No.01

点位：272.2 高地 310° 方向 152 m 处

点性：O<sub>2</sub>y 与 O<sub>2</sub>n 分界线

点东：印渚埠组 (O<sub>2</sub>y) 黄绿色、紫红色页岩夹少量压溶型瘤状灰岩。瘤状灰岩呈紫红色，瘤状构造发育。岩石由瘤状体和基质两部分组成，瘤体呈椭球体、扁豆状及姜状等，大小由 2 - 5 cm 不等，由微晶方解石组成。瘤体长轴大致平行层面排列，占全岩的 60 - 70%，与基质界线清晰、平滑。基质由钙质泥质组成，遇酸微弱起泡。岩石风化面因瘤体溶失或剥落而成蜂巢状外貌。瘤状灰岩呈薄 - 中厚层状，走向延伸不稳定，与泥岩呈相变关系。

产状： 320° 42°

点西：宁国组 (O<sub>2</sub>n) 黑灰色薄中层状微晶灰岩

产状：318° 45°

O<sub>2</sub>n 与下伏 O<sub>2</sub>y 呈整合接触关系。

.....

其它现象（如构造、地貌、水文现象）的简要叙述。

No.1-No.2

0-50m 灰黑色页岩夹黑色微薄层状燧石岩，水平层理发育，见零星黄铁矿结核。产丰富笔石化石。

50 - 80 m 灰色粉砂质页岩、粉砂岩夹硅质岩薄层。

产状 308° 39°

.....

（信手剖面图，比例尺与平面图相同，画在左侧方格纸上。）

No.02

点位：藕塘底村西池塘边

点性：构造点

本点为一断层点。断层走向 320°，倾向南西，倾角近于直立。断层向两端延入邻近观察路线。断层东盘为 O<sub>3</sub>c 黄绿色页岩。产状 168° 57°。断层西盘为 C<sub>2</sub>y 灰褐色中厚层状含砾粗砂岩、砾岩。产状 182° 72°。断层破碎带宽 40 - 60cm，由泥岩、砂砾岩碎块组成，

未经胶结。

断层性质待进一步查明。

No.2-No.3

连续描述，方法同前。

路线地质观察中，必须勤追索敲打、勤观察思考、勤记录勾画，保持旺盛的探索精神。对点上及点间的任何地质现象，原则上均应全面观察、记录。做到术语准确、概念清楚，文字简明扼要、层次分明，空间位置明确。要勤于思索，注意分析地质现象之间的联系，不断提高路线观察的预见性。对实际现象持客观态度，不能任意取舍乃至夸张伪造。每条路线资料经室内整理后，当日写出路线小结，对重大地质问题的资料进行归纳，指出存在问题，作为相邻路线的工作参考。

路线地质观察记录方式除上述外，尚有适用于计算机处理的表格卡片和小型录音机在野外录音后，再经室内整理等多种方法。

#### 3.2.2.4 产状要素的测定与地质界线勾绘

产状要素是确定地质体空间几何关系的重要资料。要注意产状的可靠性、代表性和系统性。判断岩层产状的可靠程度首先要辨别是基岩露头还是转石；是层面还是节理或其它结构面。注意产状所处的构造位置，区别因次级构造引起的局部变动，鉴别因重力作用在斜坡上引起岩层产状的非构造变动。注意筛选有代表性产状，这对正确认识区域构造格架十分重要。产状要素要进行系统测量，图面上应均衡分布，构造关键部位（如褶皱的两翼、转折端、倾伏端，断层的两盘岩层、断层面，不整合面上、下地层，侵入体接触面、原生流动构造等）必须有足够的产状记注。产状写成  $290^{\circ} \quad 36^{\circ}$ ，前者代表倾向，后者为倾角。产状要素测定主要依靠罗盘进行。由于罗盘是用磁针定位，为了能直接在罗盘读出地理方位，需进行磁偏角校正。各地磁偏角数值在地形图上可以查出。实习区磁偏角为西偏  $2^{\circ}58'$ ，应拨动刻度盘，使正北落在  $357^{\circ}02'$  刻度线上即可。为了在图上投绘产状符号的方便，常用公里网格（高斯 - 克吕格坐标）的纵坐标作为平面方位角的  $0^{\circ}$  度，因而需对产状进行子午线收敛角校正。子午线收敛角  $r$  在地形图上可以查出。如坐标线偏子午线以东，校正方位角 = 真方位角 - 子午线收敛角；如坐标线在子午线西侧，则校正方位角 = 真方位角 + 子午线收敛角。实习区坐标线为西侧  $0^{\circ}41'$ 。

地质界线和岩层产状是地质图反映地质体空间展布规律及其相互关系的最基本的原始资料，必须在野外填绘。地质界线在基岩地区可根据填图单位的标志和接触关系直接确定。但在植被、土壤覆盖较大的地区，可参考残积物中岩屑的分布、地貌特征、土壤的颜色和结构、植被类型及发育程度等自然标志，也可利用动物洞穴的掘出物、路基、电线杆、沟渠等人工揭露。地质界线在大比例尺图上必须严格按照“V”形法则勾绘，小比例尺图则依照地层产状，参照地形、地物勾绘。

#### 3.2.2.5 地质素描图与摄影

素描与摄影是野外地质现象更直观、生动的记录。地质素描是地质工作中常用的平、剖

面图与绘画中素描的结合。它包括：( 1 ) 用花纹图例作平面素描 ( 图 3 - 1a ); ( 2 ) 素描与地质花纹结合 ( 图 3 - 1b ); ( 3 ) 完全的素描 ( 图 3 - 1c )。在表示区域地质构造景观的素描图中,多采用立体地形的线描加地质符号表示( 图 3 - 2 ),或采用联合剖面素描( 图 3 - 3 )。地质素描一定要在主题突出,取舍适当,尊重实际,线条简练。



图 3-1 不同类型的地质素描图



图 3-2 景观地质素描

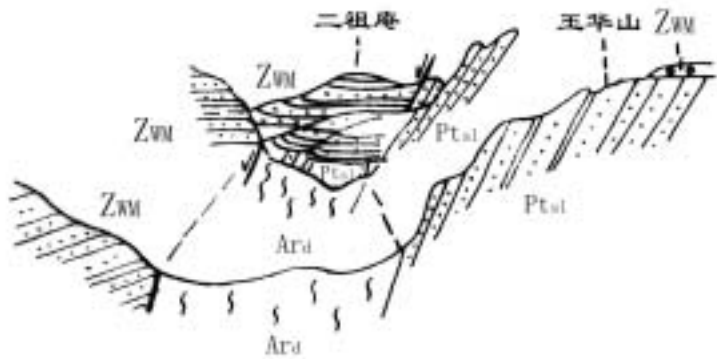


图 3-3 联合剖面素描

地质摄影在地质体色调对比明显,地貌反差强烈时效果较好。多数情况下,需用素描图加以补充。拍摄时应在记录本中注明编号、拍摄地点、拍摄方位及拍摄对象,并记录摄影技

术参数。

### 3.2.2.6 标本、样品的采集

区域地质调查过程中需要采集的标本、样本类型繁多。包括：(1) 岩矿鉴定用标本，必须全面反映测区岩石的主要类型及组合特征。陈列标本规格为  $9 \times 6 \times 3 \text{ cm}^3$ ，鉴定切片用标本  $6 \times 4 \times 3 \text{ cm}^3$ 。岩石尽可能新鲜；(2) 岩组分析样；(3) 古生物化石标本。在测制地层剖面时逐层采集，分层编录。对未见大化石的地层应采微古分析样（如牙形刺、介形虫、孢子花粉等）；(4) 基岩光谱和金属量测量样品，样重 50 g。用于研究区域地球化学特征；(5) 自然重砂样与人工重砂样，样重 10-20 kg；(6) 硅酸盐分析、碳酸盐分析样；(7) 矿石化学分析及矿石技术物理性能测定样；(8) 同位素年龄样、古地磁样，古地磁定向标本体积应大于  $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ 。

样品的采集必须有明确的目的，有充分的代表性，必须符合样品的加工处理和实验分析的技术要求。要重视样品及其分析、鉴定成果的整理编录工作。

### 3.2.2.7 沉积岩区的区域地质调查内容

沉积岩是地球表面分布最广的岩石，是区域地质调查工作的主要对象。由于它带有明显的层状特性，所以，沉积岩区以有规律的带状地质构造景观与岩浆岩区和变质岩区相异。沉积岩区的区域地质调查已经积累了丰富的经验。形成了一套十分完善的工作方法。其主要工作程序是，测制剖面以建立地层顺序，通过地质填图研究测区构造特征，藉助沉积相与古地理研究，寻找含矿层位。主要工作包括：(1) 划分对比地层，建立地层层序；(2) 沉积岩石学研究；(3) 生物化石的采集；(4) 沉积相与古地理调查；(5) 构造（褶皱、断裂）及地层接触关系的研究；(6) 沉积矿产调查；(7) 探索地质发展历史等。

## 3.3 遥感图像解译方法

### 3.3.1 遥感图像地质解译方法

#### 3.3.1.1 遥感图像资料简介

遥感图像是完成地质填图和国土资源调查工作的物质保证，组图填图和新一轮国土资源调查特别强调遥感技术应用。当前遥感图像的类型较多，我们收集了实习区的航空摄影像片和陆地卫星 TM 图像。

#### (1) 航空像片

航空像片是指安装在航空平台上的航空摄影机对地面进行摄影而获得的一种遥感图像资料。实习区航空像片摄于 1979 年 5 月。其比例尺约为 1:1.4 万；地面分辨率（理论计算值）为 0.35m；像片规格为  $18 \times 18 \text{ cm}$ ，覆盖的地面面积约  $6.35 \text{ km}^2$ 。这类图像在满足立体观察条件时，可利用立体镜将地物的二维影像转化为三维空间立体光学模型。从而突出了地物的空间特性，使人眼易于辨认和确定地物的空间位置。可见，航空像片的立体观察是遥感技术应用的一个重要手段。

立体观察的条件和方法 (图 3—4): (1) 用于立体观察的像片必须是两张相邻的航空像片, 且符合重叠率要求的立体像对; (2) 在立体镜下观察时, 两张像片要按固定的相对位置放置, 即先让两张像片重叠, 然后分开, 左边的像片放在左侧, 右边的像片放在右侧; (3) 观察时, 左眼看左片, 右眼看右片, 眼基线 (两眼瞳孔之间的连线) 必须平行于两张像片中心点之间的连线; (4) 当两张像片重叠区域内任一对同名点之间的距离恰与观察者眼基线相同时, 调节眼睛的焦距, 即能建立正确的三维立体效应。

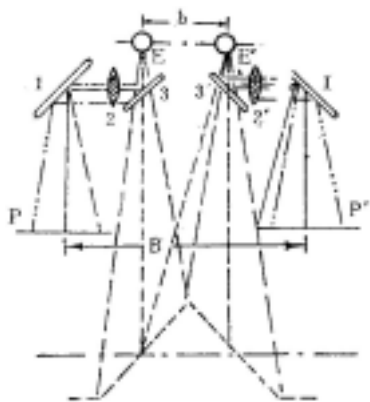


图 3—4. 航空像片的立体观察

E, E' —眼睛; b—眼基线; B—为两张相片的间距;

1、2、3—分别为大反光镜片、放大镜、小反光镜片

## (2) 陆地卫星 TM 图像

陆地卫星是由美国航空和宇宙航行局 (NASA) 发射的陆地卫星-5 号所载专题制图仪 (Thematic Mapper) 对地面进行扫描成像而获得的一种遥感图象。该图象共有 7 个波段, 其中  $TM_{1-5, 7}$  波段图象的地面分辨率为  $30 \times 30m$ ,  $TM_6$  波段图象为  $120 \times 120m$ 。一幅 TM 图像覆盖的地面面积为  $185 \times 185Km$ , 最大比例尺可放大到 1:5 万。同一地物在不同波段的图象上具有不同的色调特征, 解译前应熟悉各波段图象的影像特征。

### 3.3.1.2 解译标志

遥感图象的地质解译标志是指那些能够用来辨认、区分地质体或地质现象的存在、属性和相关关系的影像特征。其中包括形态、大小、色调、阴影、水系、地貌、水文、影纹结构、植被、人类活动等标志。在地质解译过程中, 主要是观察和利用解译标志来进行。

(1) 形态和大小。任何地物都有一定的几何形状和大小。许多地物根据其形状和大小就可直接辨认其属性。地物的几何形状和大小与图像的比例尺和分辨率有关。一般比例尺越大, 分辨率越高, 地物细节显示越清楚。相反, 则很模糊, 甚至显示不出来。在相同比例尺的图像上, 地物的形状和大小由于图像的分辨率不同, 可表现出不同的清晰度, 如同一较小的地物, 在高分辨率的航空像片上可表现得淋漓尽致, 而在低分辨率的卫星图像上则显示模糊, 甚至没有显示。

(2) 色调。色调是地物波谱信息构成的影像特征, 不同的地物应有不同的色调。因此,

它是地质解译常用而重要的解译标志。人眼可把图像色调从黑 - 灰 - 白分为 10 级。色调的深浅是相对的,它受地质体的颜色、含水多少、风化程度、表面土壤及植被覆盖程度、光照条件等多种因素的影响。在同一幅图像上,物性相同的地物应有相近的色调,但实际上,由于上述多种因素的影响却不完全相同或差异很大。因此,应用色调标志时应作具体分析。

(3) 阴影。阴影具有形状、大小和方向。色调一般为黑色。在航片上可借助阴影的方向和成像时间来判断航片的方位,测量地物的高度。阴影有本影和落影之分。本影是指物体未被阳光照射的阴影部分,即本身的阴影,如山的阴坡、房屋的背阳面等都是它们的本影。本影有助于获得立体感。山体的阳坡明亮,阴坡较暗,其明暗分界线即为山脊线或山谷线。落影是指地物投落在地面的影子,即投落阴影。落影可用于计算地物的高度( $h=T\tan\phi$ 。  $h$  为地物的高度; $T$  为落影长度; $\phi$  为太阳高度角)。

(4) 水系标志。水系是非常重要的解译标志,对地形、地貌、岩性、构造解译都非常有用。水系是多级水道组合而成的水文网。地质解译时,对水系形态、密度、均匀性、对称性、方向性尤为关注,因为它们往往是构造和岩性特征的反映。例如,泥岩、页岩、粘土岩、粉砂岩发育地区,往往形成高密度树枝状水系,反应岩石透水性不良;砂岩、石英砂岩或岩石裂隙发育区,常形成低密度树枝状水系;水系均匀,表示岩石抗风化能力和裂隙发育程度比较相近;水系的对称性,反映区域地形或大片成层岩层向一侧倾斜;水系的方向性,主要反映区域山系、岩层及构造走向。

(5) 地貌形态标志。地貌形态决定于一定的岩性和构造等地质基础,同时也决定于一定的气候、水文等自然地理条件。不同地貌形态是不同岩性、构造在不同内外动力作用下的结果。例如,岩石的抗蚀能力通常由地貌形态反映出来。长期受到侵蚀剥蚀的不同岩石,由于其组成物质的物理化学性质不同,而具有不同的抗蚀能力。抗蚀性强的岩石,组成陡坡和陡崖;抗蚀能力弱的岩石形成缓坡和低地。地貌形态除与岩性有关外,也与构造、产状、地质发展历史、自然环境等因素有关。利用地貌形态解译地质体,可以从山体的组合形态与规模大小,山顶、山坡形态与地形相对高差等方面进行。

(6) 植被。植被的分布与气候的地带性和地形引起的垂直分带性及小气候特点有关。在不同的地貌部位上,由于基岩和松散沉积物的岩性、粒度、含水性等的影响,可引起植物群落外貌、种属、层级、密度、长势、单株与群落的生态畸变和宏观生态特征上的改变。植被分布对地质解译既有利,也有弊。不利之处在于植被掩盖了岩层露头和构造,造成解译上的困难;有利的是,在某些特定条件下它能作为地质解译的间接标志。例如,地质、水文条件和土壤性质的变化可引起植物生态异常。解译时应注意总结这类规律,以发现更多的间接地质解译标志。

(7) 水文标志。主要指陆地水文特征,包括小溪、河川、湖泊、地下水溢出地,基岩及松散堆积物的含水性、渗透性和泉等。它们的空间分布特征都与一定的地质、地貌条件有关,因此,水文标志是地质解译的一个有用标志。

(8) 人类活动遗迹。人类活动遗留下来的与地质体有关的痕迹,如现代人类经济活动中的探槽、钻探平台、道路、建筑、农垦活动、历史考古等都可作为地质解译的间接标志。

(9) 影纹结构。影纹结构是地物的形状、大小、色调、阴影、水系、地貌、植被、人类活动遗迹等在图像上的综合表现。不同的地质体一般具有不同的影纹结构。在解译过程中,对影纹结构的类型可用点状、格状、删状、链状、环状、蠕虫状、姜状等来描述。还可进一

步区分为宽窄、疏密、粗细、大小、长短等。

### 3.3.1.3 解译方法

地质解译就是利用遥感图像的各种影像特征来达到解译地质体的。在地质解译中，如何利用各种解译标志和解译方法去辨认地质体或地质现象的存在和属性，主要由解译任务、图像特点、地质构造复杂程度、解译条件与难易程度等综合因素所决定。遥感图像的解译方法主要有：

(1) 直译法。对于具有清晰影像和典型特征的地质体，通常可采用直接解译的方法，即观察和利用地质体的各种综合标志，尤其是反映该地质体属性的典型影像特征，直接去辨认、分析、圈定地质体。如灰岩的岩溶地貌、侵入体的综合影像特征、影像地层单位的对称重复、两翼产状的变化、断层的线性影像特征等均可作为直接判断所属地质体的典型影像特征。

(2) 延伸法。在进行区域图像地质解译时，对有一定延伸距离或分布面积的地质体，常遵循由已知到未知的解译原则来延伸圈定地质体。一般对褶皱岩层、各种断层、破裂面以及岩体、地块的界线常用此法，即沿着各种地质要素，地质体的走向连续地进行观察分析，以确定其是否存在和确切的延伸位置。对由于种种原因，影像特征不清者，常用此法，一般能收到较好的解译效果。

(3) 对比法。它是地质解译普遍采用的方法之一。当地质体不具备典型解译标志，不能用直接判断的方法解译时，可将未知地质体与已知地质体的影像特征进行对比，分析两者的异同点，从而达到鉴别未知地质体的目的。

(4) 相关分析法（亦称逻辑推理法）。该法是指影像特征不直观的某些地质构造现象，可通过与其相关和有内在联系的明显标志来加以解译。这就需要根据已知的规律性认识和地学各学科的理论，通过逻辑推理和综合分析来确定或推断其地质内涵。如泉水、湖泊、落水洞等呈串珠状排列与断层相关；石灰岩岩溶高地上落水洞、岩溶洼地甚为发育，多呈串珠状排列，系为断裂控制所致，由此可据落水洞的线状展布去判断断裂存在的位置和分布方向。

### 3.3.2 江山地质影像特征

#### 3.3.2.1 岩石地层影像特征

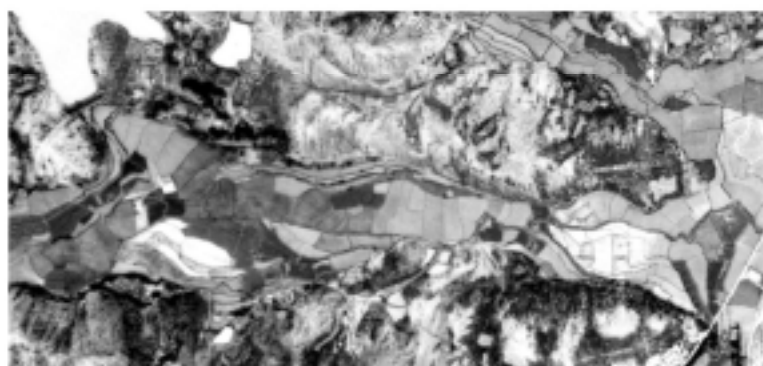
本区出露有晚元古代至第四纪的地层。根据影像特征和填图要求，共分为 17 个地层单位。现以上横塘、伍家弄、藕塘底三个地层剖面影像图为基础（图 3-5），结合区域航空遥感图象，对测区各地层单位的影像特征总结如下。

第四系（Q）：为松散冲、洪积物。分布于山涧洼地、沟谷及河谷平原。影像上多为耕地所占据，其中以水田为主，旱地次之（果园、菜园、茶园等）。在河谷平原（须江）上除有耕地外，村镇分布集中，如江山城就位于该地貌类型的冲、洪积层之上。航片上影像特征十分清晰，呈白 - 灰色调，具有典型的网状或格状图案，与下覆地层的界线清楚（图 3-6a）。

衢江群（K<sub>2</sub>Q）：为紫红色砾岩、砂岩。零星分布于鸡公山、目莲洞、老虎山及外桐岭以东一带。航片上显示，受升降断块的影响，形成崎岖的山峰和低矮平缓的丘陵。在平缓丘



a. 藕塘底-花坟头石炭系地层剖面影像图



b. 伍家弄奥陶系地层剖面影像图



c. 上横塘下奥陶统地层剖面影像图

图 3—5 地层剖面影像图

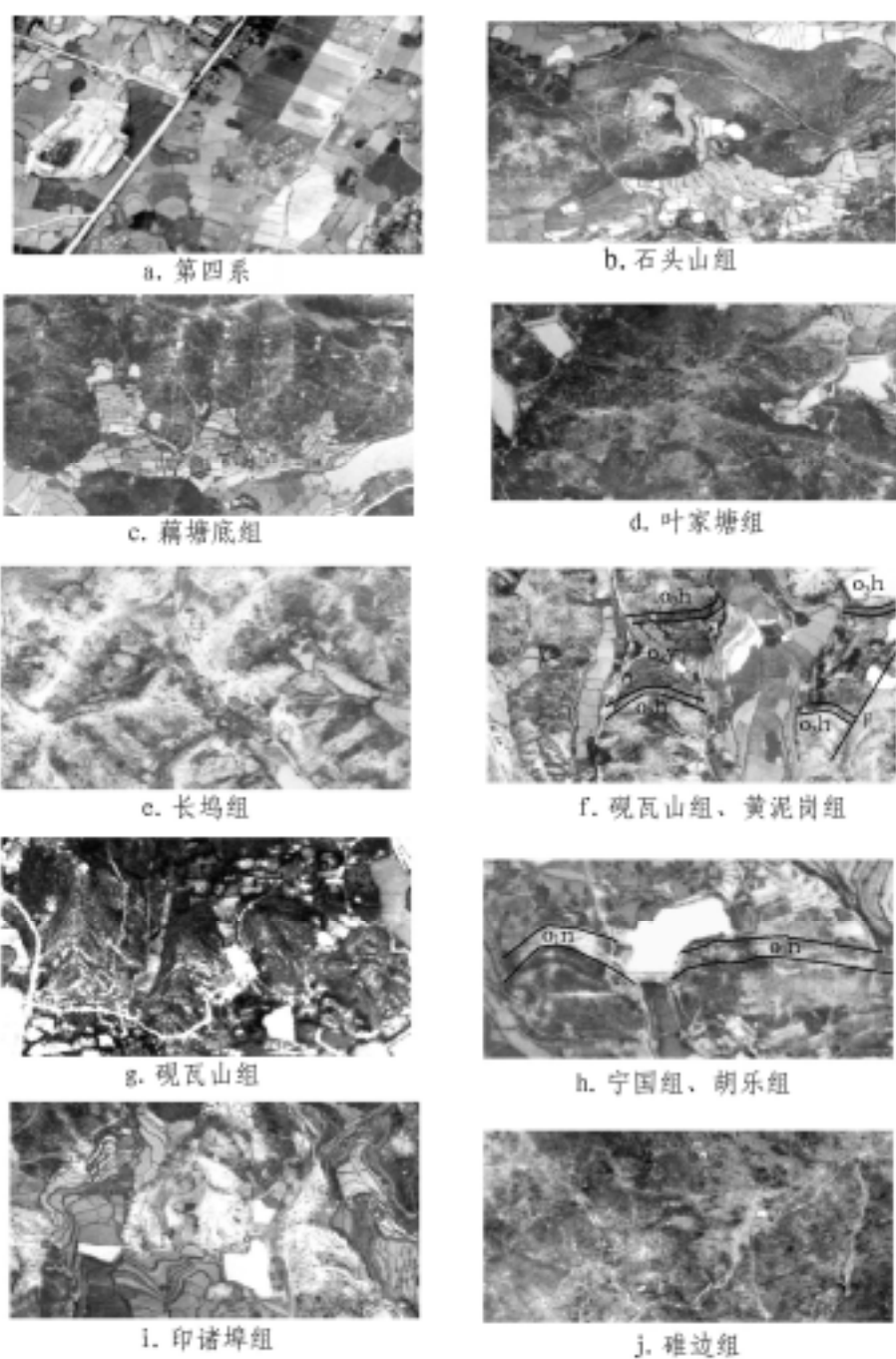


图 3—6 岩石地层单位影像特征

陵区有土壤覆盖部位，多开垦为旱地，呈较均匀的灰色调，植被不发育。与下覆地层呈角度不整合或断层接触，界线清楚。

丁家山组 ( $P_{1d}$ ): 为黑灰色燧石岩、灰黄色粉砂岩。呈条带状分布于枇杷柚底至里桐岭一带。航片上显示为麻点状影纹，并构成条状山体的一部分。与下覆地层的界线较清楚。

石头山组 ( $C_2-P_{1s}$ ): 为灰 - 深灰色厚层块状石灰岩。主要分布于麻雀岭底 - 彭里 - 下南塘一带，构成向斜核部地层。主要地貌形态为孤山丘陵和溶蚀洼地。在溶蚀洼地中土壤覆盖层较厚，水田和旱地分布较多；孤山丘陵之上植被不发育，为灰 - 深灰色调。另外还可见大小不等的采石场。与下覆地层界线清楚(图 3-6b)。

藕塘底组 ( $C_{2o}$ ): 该组岩性较复杂，主要有黄白色长石石英砂岩、砾岩夹紫红色粉砂岩、灰岩透镜体，灰白色、黄白色石英砾岩等。主要分布于方家山、藕塘底、哑塘至荷家山一带，在汪家、里桐岭以北也有零星出露。在地貌上往往构成规模较大的山体，并呈北东向展布，冲沟不发育，影纹粗造，具麻点状，植被发育，色调不均，与下覆地层界线不大明显，往往呈过度关系(图 3-6c)。

叶家塘组 ( $C_{1y}$ ): 为紫色泥质粉砂岩、灰白色砂砾岩、黑灰色砂质页岩、粘土岩、粉砂岩。分布于藕塘底组以西、西山西侧，里桐岭以南也有零星出露。在地貌上与藕塘底组一起构成规模较大的山体，但出露范围较小，往往沿山脊展布。局部地段层理清晰，植被发育，色调较暗，与下覆长坞组的界线清楚，呈不整合接触关系。该界线的特征往往是位于山脊一侧由陡变缓的突变部位，且界线两侧的色调、地貌、植被、影纹等标志有明显差异(图 3-6d)。

长坞组 ( $O_{3c}$ ): 为灰绿、黄绿色页岩夹细砂岩、粉砂岩。主要分布于藕塘底至桃棚、塘头至长丰一带，范围较广。在航片上影像特征明显，呈灰白色调；植被发育程度相对较低；冲沟发育，呈碟型；为低矮丘陵地貌，平面形态具“似姜状”特征，丘包边缘光滑、丘顶浑圆，丘包之上放射状微细冲沟十分发育是识别该地层的主要标志。与下覆地层的界线大部分清楚(图 3-6e)，局部地段需加以追索确定。

黄泥岗组 ( $O_{3h}$ ): 为砖红色页岩、粉砂质页岩。该层厚度较小而稳定，一般为 20 米左右。航片上影像为均匀的浅灰色窄条带状，表面光滑而细腻，常出露于山体边坡或山体鞍部，植被不发育。与下覆地层界线较清楚(图 3-6f)。

砚瓦山组 ( $O_{2y}$ ): 为灰绿色、紫红色瘤状泥质灰岩。其分布与黄泥岗组基本一致，但在金目坞、外棚、莲花山等地也有出露。在构造上位于背斜核部或翼部。层理影像清晰，植被不发育。当它处于背斜核部时，多为北东向展布的谷地或山鞍地形，谷地间旱地、村落分布交集中。当它为翼部地层时，则为北东向断续展布的块状丘陵地形。与下覆地层的界线清楚(图 3-6g)。

胡乐组 ( $O_{1-2h}$ ): 为黑色薄层硅质岩、粉砂岩。分布于上横塘至拳头坂、蚱猛山一线。影像特征为：深色调，植被发育，具密集的麻点状影纹，在地貌上往往构成山梁，并与岩层走向垂直，冲沟发育。与下覆地层界线较清楚(图 3-6h)。

宁国组 ( $O_{1n}$ ): 为深灰-黑色笔石页岩。分布于上横塘、郑家坞至岭家山以西一带。该组地层厚度较小，一般为 20-40 米。由于该层岩性松软，易于风化，具有较典型的山鞍地形，植被发育不均，呈灰白-白色调。与下覆地层的界线大部分清楚(图 3-6h)，局部地段需加以追索确定。

印渚埠组 ( $O_{1y}$ ): 主要为黄绿色、杂色页岩，沿江山岗东南坡脚呈带状展布。冲沟发育，

植被发育不均，色调不匀。不规则块状山体呈断续分布。无植被部位，微细冲沟十分发育。与下覆地层的界线较清楚(图 3-6i)。

碓边组 ( $O_1-d$ ): 为灰色薄层状灰岩夹泥灰岩或钙质页岩条带。分布于江山岗和西山北段。该组地层因受构造影响，岩石有不同程度的硅化，常形成高大的山体。植被较发育，呈灰至深灰色调。冲沟稀少，有采石场分布。需要指出的是本区的碓边组与受断裂构造影响较小的碓边的碓边组影象特征相比，有很大差异(图 3-6j)。

荷塘组 ( $_{th}$ ): 为黑灰色薄层状硅质岩、炭质页岩。出露范围狭小，仅在西山东北段见有少量分布。在地貌上位于山脊一侧，植被生长茂密，呈深灰色调。与下覆地层的接触界线不明显。

西峰寺组 ( $Z_2X$ ): 主要为灰白色白云岩。分布于江山岗和西山东北段，沿山脊展布。影像色调为深灰色，植被较发育，冲沟稀少。

雷公坞组-志棠组 ( $Z_{11}-Z_{12}$ ): 雷公坞组为灰绿、灰紫色块状含砾泥岩、粉砂质泥岩。志棠组主要为浅灰色硅质页岩、粉砂质页岩。两者虽然岩性差别较大，沉积环境也不一致，但由于它们位于测区西山构造带，受其影响，岩石普遍强烈硅化而难以区分，因此将两者合并为一个地层单元。

该组岩石硅化后，岩性坚硬，抗风化能力增强，形成带状展布的山体，山脊较尖棱，山坡东陡西缓。岩石节理、裂隙十分发育，针叶、阔叶混交林生长茂盛，呈暗色调。

上墅组 ( $P_{13}S$ ): 主要为暗紫色块状酸性熔结火山角砾岩、凝灰岩、流纹岩。分布于江山港以东。为低矮平缓丘陵地形，平面形态具脑纹状或姜状特征，呈浅灰色-灰白色调，旱地和村庄分布密集，冲沟发育，为树枝状水系。

### 3.3.2.2 地质构造影像特征

#### (1) 不同产状岩层的影像特征

倾角小于  $5^\circ$  的岩层称为水平岩层(近水平岩层)。它们在遥感图像上呈现某些特有的影像和地形地貌特征。在地形遭受强烈切割的地区，下覆岩层被剥露，较新的岩层分布在山顶或分水岭上，而较老岩层分布于河谷或冲沟低洼处，在图像上表现为不同色调或微地貌条带围绕山体或山梁呈封闭的同心圆状、贝壳状、花边状等影纹图案。差异风化的结果形成阶梯状地形、桌状山、平顶山等地貌景观。

倾角大于  $80^\circ$  岩层可以看作是直立岩层。它在遥感图像上表现为不同色调或微地貌组合成平行的直线状或弧线状条带。这些条带不受地形切割的影响，可以穿越沟谷、山系，沿着它自身的走向延伸。坚硬的直立岩层形成两坡对称的山脊或脊垄状地形；而软弱岩层则形成平直的沟谷洼地。两者的组合形成“肋”状地形。

倾斜岩层是指倾角在  $5^\circ-80^\circ$  之间的岩层。它是最常见的岩层形态。由于产状、地形切割程度不同，可以形成各种复杂的图形特征。在地势平坦地区，因未受地形切割或切割很微弱，倾斜岩层在图形上表现出与直立岩层相似的影像特征，很难判断它们的倾向和倾角。但在地表遭受强烈切割的地区，倾斜岩层在遥感图像上表现为不同色调或微地貌条带组成的一系列平行折线、锯齿状、弧线状等影像特征。

#### (2) 倾斜岩层产状的解译

倾斜岩层产状的解译途径是通过观察、分析、判断岩层三角面与地形坡向的关系来确定。

岩层三角面是指在遥感图像上同一倾斜岩层地表露头线上的高点（山脊点）和与之相邻的两个地点（沟谷点）连结而成的一个三角形平面。它的实际形态受岩性和地形侵蚀与岩层倾角大小的影响，图像上可以是三角形、半圆形、半月形、梯形等形状。多个岩层三角面常沿倾斜岩层倾向呈叠瓦状影像，沿岩层走向断续连结成波浪状、锯齿状、或不规则折线状。岩层三角面是判断岩层产状的最佳标志。

利用岩层三角面判断岩层产状的方法有许多种，这里仅介绍一种常用的方法——目估法。

该法是依据遥感图像上岩层三角面顶角的大小来判断其产状的。岩层倾角较小时，其顶角也较小（图 3—7）。该法只能定性地判别岩层倾向及倾角大小。通常把水平岩层、缓、中等、陡倾斜及直立岩层的倾角分别定义为  $<5^\circ$ 、 $5^\circ-20^\circ$ 、 $20^\circ-45^\circ$ 、 $45^\circ-80^\circ$ 、 $>80^\circ$ 。利用航空像片目估产状时，要尽量选用像片中心处的岩层三角面，以减小中心投影产生的误差。

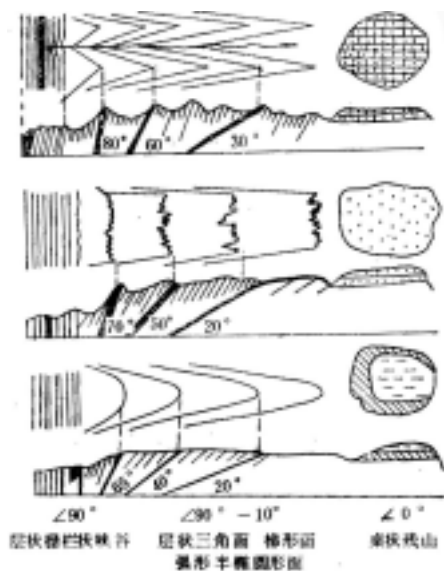


图 3—7 利用岩层三角面影像特征判别岩层倾角

### （3）褶皱构造的解译

根据褶皱构造的解译标志，区内可解译出两个向斜和两个背斜构造。

长塘向斜：核部为长坞组，两翼由黄泥岗组、砚瓦山组等地层组成，呈北东向展布。两翼岩层三角面清楚，其尖端指向相背；两翼地层的特征影像对称分布，且西翼地层出露宽度较大，而东翼出露宽度较小，表明轴面倾向南东。从实地调查资料看，在向斜核部长坞组内还存在一些次级褶皱，可见该向斜为一复式向斜。

彭里向斜：核部地层为丁家山组和石头山组，两翼由藕塘底组和叶家塘组等地层组成，枢纽呈北东向展布，倾向南东。西翼地层出露较完整，岩层三角面清楚，尖端指向与轴线相背；东翼地层因受断裂构造的影响，出露不完整，局部地段地层层序发生倒转，但与西翼仍呈对称之势。核部地层广泛发育岩溶地貌。纵向、横向和斜向断裂发育，向斜受到一定程度的破坏。

伍家弄背斜：核部地层为砚瓦山组，两翼由黄泥岗组、长坞组等组成，枢纽呈北东向展

布。两翼岩层三角面清楚，其尖端指向相对，地层影像对称分布。背斜核部瘤状灰岩中纵张节理发育、岩石易于风化，沿轴线方向多形成沟谷或山鞍地形，地下水丰富，村落分布较集中。

西山倒转背斜：沿西山呈北东向展布，核部地层为志棠组-雷公坞组、西峰寺组。两翼为碓边组、印渚埠组-长坞组、叶家塘组等。背斜西翼地层出露零乱，局部地层发生倒转，如西山北段西侧、外桐岭等地可见较老地层盖在较新地层之上；东翼为正常翼。由于该背斜内部北东向和北西向断裂构造十分发育，受其破坏，核部地层多形成硅化破碎角砾岩带，并构成西山的主体，背斜两翼的影像特征不明显。

#### （4）断裂构造的影像特征

区内断裂构造发育，按其走向可分为北东向、北西向、北西西向和近南北向四组。它们的影像特征主要表现在以下几个方面：

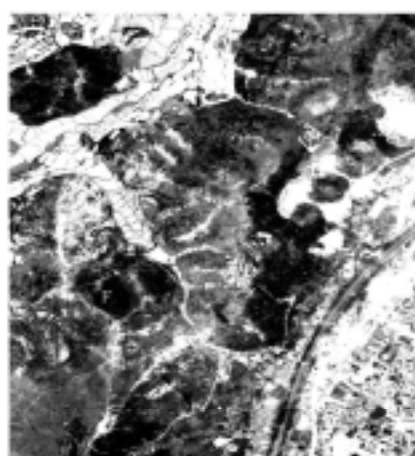
（a）沿断裂走向常出现明显的色调异常。当断裂规模较大时，常形成具有一定宽度的色调异常带或色调界面。如藕塘底 NNW 向断裂、西山 NE 向硅化破碎带等都有明显的色调异常带显示（图版 3-8a）；西山东缘断裂则表现为色调异常界面。当断裂规模较小时，沿断裂走向常出现色调异常线，即沿断裂出露线显示为比背景色调更深或更浅的色调异常。

（b）断裂两侧出现地层缺失、重复或横向错开。由地层缺失、重复反映出来的断裂，一般不易直观地予以辨认，需要熟悉地层层序或地层的岩性组合才能给予正确的解译。由地层（岩体）被横向错开而显示的断裂，一般容易辨认，如伍家弄、长丰—岭家山、莲花山—岗坞等 NW 向断层（图 3-8c、d），对地层都有不同程度的错开，并造成断层两侧色调有明显差异。

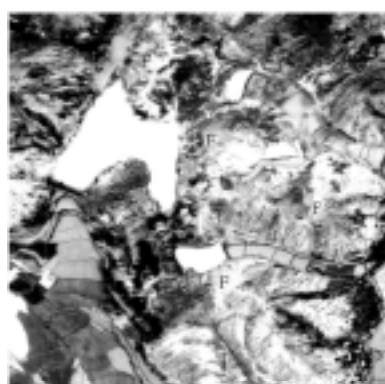
（c）沿断裂走向出现线状分布的陡坎（崖）、脊垅状、低凹或沟谷地形。由于断裂构造特征和性质的多样性，断裂构造在地貌上有不同的表现。如西山西缘北东向逆断层，沿其走向常出现陡坎和陡崖（图 3-8b）；方家山—藕塘底北东向逆断层则几乎沿山脊线展布，形成脊垅状地形（图版 3-8e）；奥陶系分布区出现的大量北西向线形凹地或沟谷地形大多数与北西向张扭性断裂有关。



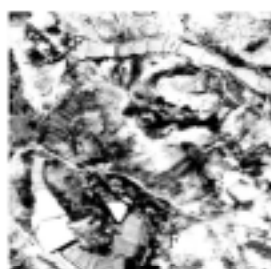
a. 藕塘底断裂



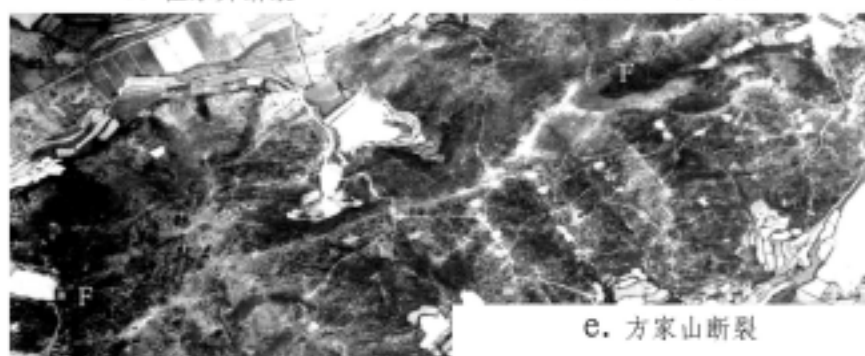
b. 西山西侧断裂



c. 伍家弄断裂



d. 莲花山—岗坞断裂



e. 方家山断裂

图 3—8 断裂构造影像特征

表 3-2 剖面测量记录表

记录者：

| 导 线 |                |               |                |               |           |      | 岩 层 产 状       |               |                 |                |                          | 剖 面 方 向<br>总 向 岩 层 夹 角<br>$\omega$ | 分 层 记 录 |             |             |              |                   |                |       |      | 标 本 登 记 |               |               | 备 注 |
|-----|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------|------|---------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|---------|-------------|-------------|--------------|-------------------|----------------|-------|------|---------|---------------|---------------|-----|
| 导线号 | 前进方向<br>$\phi$ | 导线长度<br>$L_1$ | 坡度角<br>$\beta$ | 水平长度<br>$E_1$ | 高差<br>$G$ | 累计高差 | 测量位置          |               | 倾向<br>$\lambda$ | 倾角<br>$\alpha$ | 在剖面向上的岩层视倾角<br>$\alpha'$ |                                    | 分层号     | 导线段数<br>起 读 | 斜距<br>$L_3$ | 水平距<br>$E_3$ | 地质描述（岩性、沉积构造、化石等） | 地层代号           | 导线段厚度 | 分层厚度 | 标本编号    | 采集位置          |               |     |
|     |                |               |                |               |           |      | 导线读数<br>$L_2$ | 水平位置<br>$E_2$ |                 |                |                          |                                    |         |             |             |              |                   |                |       |      |         | 导线读数<br>$L_4$ | 水平位置<br>$E_4$ |     |
| 1*  | 2°             | 3°            | 4°             | 5             | 6         | 7    | 8°            | 9             | 10°             | 11°            | 12                       | 13                                 | 14°     | 15°         | 16          | 17           | 18°               | 19°            | 20    | 21   | 22°     | 23°           | 24            | 25° |
| 0-1 | 130            | 60            | 10             | 59.1          | 10.4      | 10.4 |               |               |                 |                |                          |                                    | ①       | 0—5         | 5           | 4.9          | 中 粒 砂 岩           | D <sub>3</sub> | 3.8   | 3.8  |         |               |               |     |
|     |                |               |                |               |           |      | 20            | 19.7          | 136             | 45             | 45                       | 7.8                                | ②       | 5—30        | 25          | 24.6         | 中粒 砂 岩            | C <sub>1</sub> | 18.9  | 18.9 | R001    | 15            | 14.8          |     |
|     |                |               |                |               |           |      |               |               |                 |                |                          |                                    | ③       | 30—60       | 30          | 29.5         | 白 云 岩             | C <sub>1</sub> | 22.7  | 26.9 |         |               |               |     |
| 1-2 | 150            | 40            | 20             | 37.6          | 13.7      | 24.1 |               |               |                 |                |                          |                                    | ③       | 0—5         | 5           | 4.7          | 白云 岩              | C <sub>1</sub> | 4.2   |      |         |               |               |     |
|     |                |               |                |               |           |      |               |               |                 |                |                          |                                    | ④       | 5—40        | 35          | 32.9         | 灰 岩               | C <sub>2</sub> | 29.3  | 37.2 |         |               |               |     |
| 2-3 | 110            | 50            | -15            | 48.3          | -12.9     | 11.2 |               |               |                 |                |                          |                                    | ④       | 0—20        | 20          | 19.3         | 灰 岩               | C <sub>2</sub> | 7.9   |      |         |               |               |     |
|     |                |               |                |               |           |      | 226           | 21.8          | 135             | 44             | 44                       | 6.8                                | ⑤       | 20—50       | 30          | 29.0         | 燧石团块灰岩            | P <sub>1</sub> | 11.8  | 11.8 | F001    | 30            | 29.0          |     |

总厚度: \_\_\_\_\_ m

注: (1) 标有“\*”的栏目为在野外测量时应填写的栏目, 其它栏目数据为室内计算结果; (2) 角度单位为度 ( $^{\circ}$ ), 长度单位为米 (m)。

## 4 图件编制方法

在区域地质调查实习中,除了要经常绘制信手地质剖面图、地质现象素描图(在野外记录本上),用以辅助描述野外观察到的地质现象外,还必须规范地绘制、编制地质成果图件。这些图件主要有下列5种:实测地层剖面图、综合地层柱状图、地质图、地质构造纲要图、野外工作实际材料图。下面依照规范格式要求分别介绍上述5种图件编绘的方法和步骤。

### 4.1 实测地层剖面图的绘制

实测地层剖面图是以实际测量得到的数据和资料为依据进行绘制,用以描述工作区所出露地层的岩性、层序、厚度及其接触关系等情况的一种地质图件。其绘制步骤如下。

#### 4.1.1 数据计算

绘制剖面前,应对剖面测量记录表(表3—2)中的有关数据进行计算,各有关计算公式如下:

$$\begin{aligned} E_1 &= L_1 \cdot \cos \beta & E_2 &= L_2 \cdot \cos \beta & E_3 &= L_3 \cdot \cos \beta & E_4 &= L_4 \cdot \cos \beta \\ G &= L_1 \cdot \sin \beta & \tan \gamma &= \tan \alpha \cdot \cos \omega \end{aligned}$$

其中:  $L_1$ —导线长度;

$E_1$ —导线的水平长度,即导线长度  $L_1$  在水平面上投影的长度;

$L_2$ —测量产状位置在相对应的导线上的读数;

$E_2$ — $L_2$  投影到水平面上,距该导线起点位置的距离;

$L_3$ —斜距,岩层在相对应导线上所占的长度,亦即岩层沿该导线所体现的视厚度;

$E_3$ —水平距,斜距  $L_3$  投影到水平面上的长度;

$L_4$ —标本采集位置在相对应的导线上的读数;

$E_4$ — $L_4$  投影到水平面上,距该导线起点位置的距离;

$\beta$ —坡度角,上坡为正值,下坡为负值;

$G$ —高差,即导线两端的高程差(注意正负值:导线末端比前端高,即为上坡,高差为正值;反之即为负值);

累计高差—各导线末端相对于起点的高程差,由高差累计相加所得(注意正负值);

$\alpha$ —倾角,野外实际测量得到的岩层倾角;

$\gamma$ —视倾角,指岩层在剖面总方向上的视倾角;

$\omega$ —剖面总方向与岩层倾向的夹角,取锐角(注:剖面总方向需待作出导线平面图草图后方能求出,故  $\omega$  和  $\gamma$  要在作完导线平面图草图后再进行计算)。

#### 4.1.2 作导线平面图

##### (1) 作导线平面图草图

在白纸上根据各导线的前进方向、水平距和比例尺要求,作出导线平面图的草图(如图4—1)。

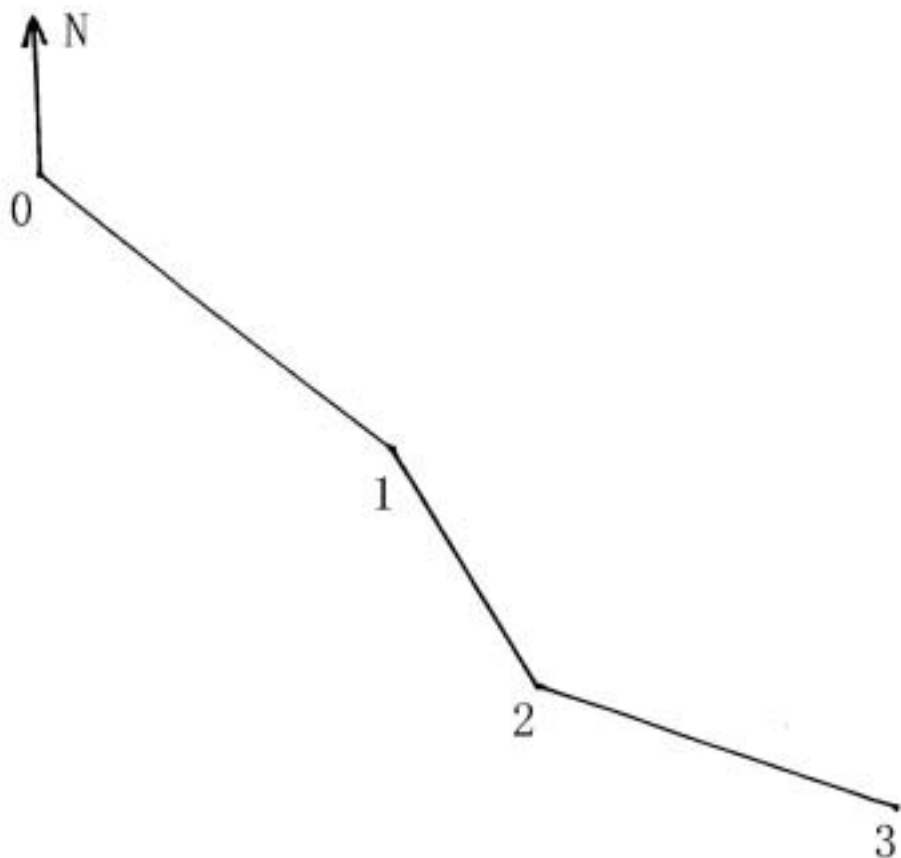


图 4—1 导线平面图草图 (1:1000; 本节各插图均依表 3—2 数据绘制)

## (2) 确定剖面总方向

确定剖面总方向的方法有许多种, 但最经常被采用的为以下两种: 一种方法是将剖面测量的起始点和终点相连, 即得到剖面总方向 (如图 4—2 中的 A→B 方向); 另一种方法是取大致平分导线平面图草图中各折线 (即各导线) 的方向, 为剖面总方向 (如图 4—2 中的 A→C 方向)。

## (3) 将导线平面图草图描到绘图用纸上

将导线平面图草图沿剖面总方向横向摆放, 把草图上的各折线和导线号描到绘图用纸上 (实习时的绘图用纸为方格厘米纸)。描绘时注意“西左东右, 北左南右”的习惯原则 (如图 4—3)。

## (4) 标上导线平面图应有的内容

(a) 分层界线: 分层界线的延伸方向, 必须严格地沿岩层走向画 (注意: 此时导线平面图正北方向一般不与绘图用纸纵坐标方向一致)。

不同层次的分层界线, 其长度应有明显的区别 (剖面图的分层界线亦如此)。如图 4—4 中二叠系与石炭系之间的分界线, 应明显地比石炭系上统 ( $C_2$ ) 与下统 ( $C_1$ ) 之间的分界线长; 石炭系上统 ( $C_2$ ) 与下统 ( $C_1$ ) 之间的分界线, 应明显地比石炭系下统 ( $C_1$ ) 内各岩层之

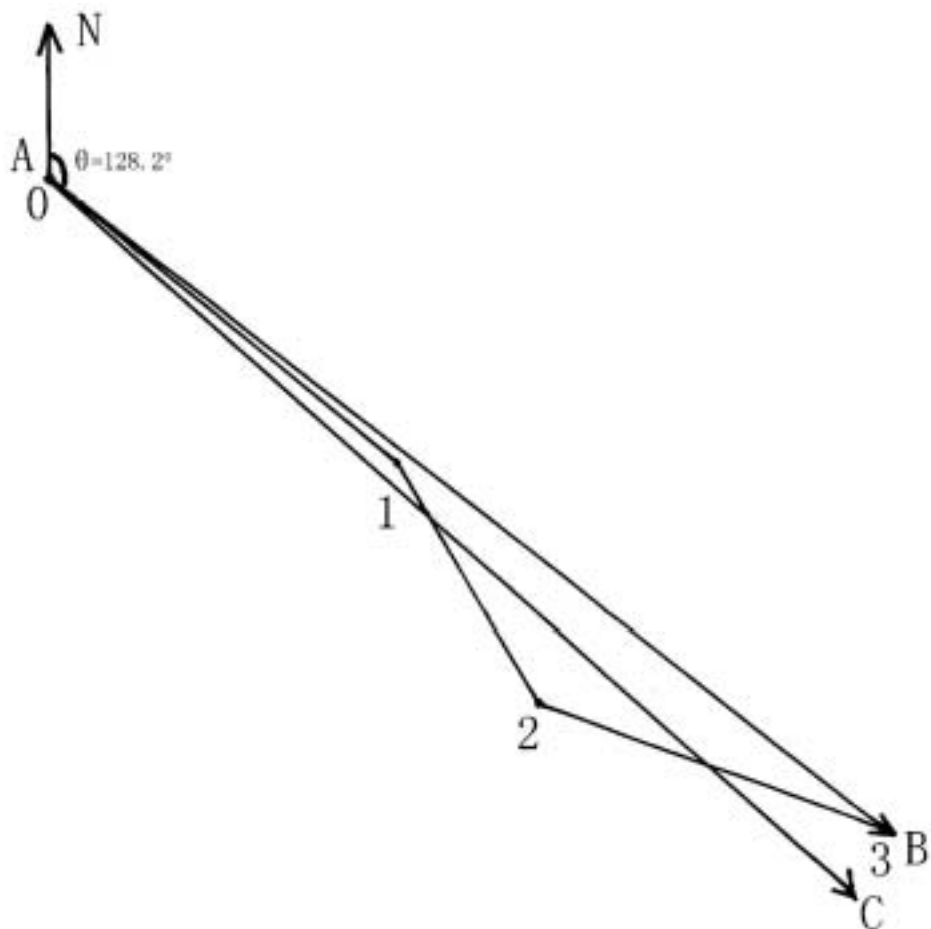


图 4—2 剖面总方向的确定 (1 : 1000)

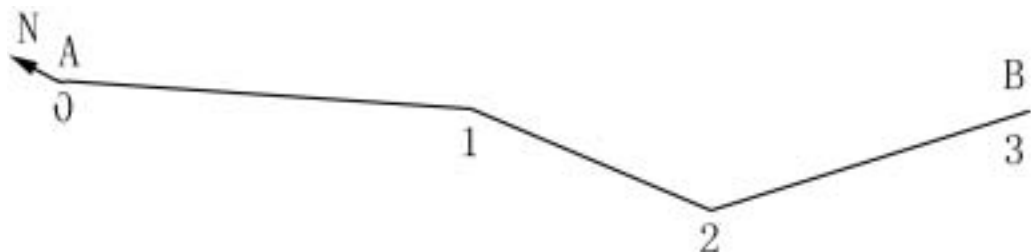


图 4—3 导线平面图 (1 : 1000 ; 未画完)

间的分界线长，其它依此类推（注：分层界线具体长度应视整个图件图幅的大小而定，以尽可能使得整个图幅美观协调为原则）。

（b）分层层号：在各分层界线之间标上各岩层的分层层号，如图 4—4 上图中的

.....。

图 4-4

(c) 地层代号：如图 4—4 上图中的  $D_3$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $P_1$ .....

(d) 岩层产状：从剖面测量记录表中选取一些有代表性（即能反映岩层产状变化情况）的产状标注到导线平面图上。产状统一标在各分导线的上方或下方（紧靠分导线），走向线长 0.6-0.8cm，倾向线长 0.2-0.3cm。

(e) 标本采集位置：岩石标本用“ ”，化石标本用“X”标在各导线相应位置的上侧。并在各导线上适当位置标出标本样号，岩石标本用 R001、R002、R003.....，化石标本用 F001、F002、F003.....（如图 4—4 上图）。“ ”的下顶点和“X”的交叉点标示标本采集位置。

#### 4.1.3 作地层剖面图

##### (1) 绘地形剖面线

在导线平面图以下适当的位置，将各导线的端点，按高程和比例尺要求分别投影标出其在剖面上的位置。将这些投影点用平滑曲线相连即得地形剖面线（如图 4—4 下图）。

注意：投影时，通常竖直方向比例尺应与水平方向比例尺一致！如遇工作中特殊需要，可以将竖直方向比例尺适当放大。但是，在此情况下为了避免地形与构造要素的关系失真，以下画剖面上的地质界线（包括断层线）和岩性符号时，其倾斜角度不再是在剖面总方向上的视倾角值，而应是把该视倾角依据放大倍数进行修正后的角度值，并且应该予以注明。视倾角值换算方法见表 4-1。

表 4—1 竖直方向比例尺放大后地质界线倾斜角度的修正

| 实际值 |        | 10° | 20°   | 30°   | 40°   | 50° | 60° | 70° | 80°   |
|-----|--------|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|
| 修正值 | 放大 2 倍 | 19° | 37°   | 50°   | 59°   | 67° | 74° | 80° | 85°   |
|     | 放大 4 倍 | 35° | 55.5° | 66.5° | 72.5° | 78° | 82° | 85° | 87.5° |

##### (2) 画分层界线

将分层界线点投影到地形剖面线上，并通过该投影点在剖面上画出分层界线。分层界线的倾斜方向依该岩层在剖面总方向上的视倾向进行绘制，倾斜角度严格依照在剖面总方向上的视倾角绘制（竖直方向比例尺未放大时）。

##### (3) 标注标本采集位置

将标本采集位置投影到剖面上，并在剖面上适当位置标出标本样号，岩石标本用 R001、R002、R003.....，化石标本用 F001、F002、F003.....（如图 4—4 中的下图）。

##### (4) 完成地层剖面图

填岩性花纹，标注地层产状、地层代号，按照地质剖面图的格式要求进行整理修饰（如：标明剖面起讫点位置、标志性地形地物，标注剖面总方向，书写图名、比例尺，绘制图例、责任表）等（如图 4—5）。

图名和比例尺的书写应力求工整美观，字体的大小应与图件的大小相协调。

图例的高度与宽度之比为 0.6-0.7，大小应与图件的大小相协调。图例的排列顺序为：从左到右，先把机械沉积岩层按碎屑物的粗细排列，再排列化学沉积岩层，最后是其它岩层和矿层。

责任表置于右下方，其内容通常应包括图名、比例尺、制图单位、制图人、技术负责、资料来源和制图日期等项内容。其格式参见表 4—2。

图 4-5

表 4—2 责任表

|       |  |      |  |
|-------|--|------|--|
| 图 名   |  |      |  |
| 比 例 尺 |  | 图件编号 |  |
| 制 图 人 |  | 技术负责 |  |
| 清 绘 人 |  | 审 核  |  |
| 制图单位  |  |      |  |
| 资料来源  |  | 制图日期 |  |

其它与绘制图切地质剖面图相同，不再赘述。

提醒：在作图过程中，一律先用铅笔绘描，经指导教师检查无差错后再上墨。以下各图也按这一原则进行。

## 4.2 综合地层柱状图的编制

综合地层柱状图是在野外踏勘、实测剖面以及对前人资料进行研究的基础上，按照工作区所有出露地层的新老叠置关系恢复成水平状态切出的一个代表性的地层柱。是用图表形式来综合反映本地区的地层单位时代、顺序、岩性、厚度、化石、接触关系和矿产等时空演化规律的地质图件。具体编制步骤如下。

### (1) 计算地层厚度

首先计算表 3-2 中的导线段厚度和分层厚度，再累计各岩石地层单位总厚度。实测剖面中地层厚度的计算方法有公式法、查表法、图解法和赤平投影法等，目前最常用的是公式计算法。下面介绍一种简单实用的公式计算方法（郭福生等，1992，1999）。

在连续测量地层剖面时，每一导线段所控制的岩层厚度用下列公式计算：

$$D=L[\sin \alpha \cos \beta \cos (\lambda - \varphi) + \cos \alpha \sin \beta]$$

式中：D—岩层厚度；

L—斜距，即表 3—2 中的斜距  $L_3$ ，为岩层在相对应导线上所占的长度；

$\alpha$ —岩层倾角；

$\beta$ —地面坡度角（计算时注意正负值）；

$\lambda$ —岩层倾向；

$\varphi$ —导线前进方向。

D 值的正负，以公式计算结果为准，不需要人工判断其正负。计算分层厚度或总厚度时，先累计相应各导线段 D 值的代数和，然后再取绝对值。

D 值为正，反映了导线段是从岩层下层面往上层面方向前进；D 值为负，则表明导线段是从岩层上层面往下层面方向前进。在剖面连续测量过程中，当因小型褶皱造成岩层出现局部重复，或由于某些特殊情况使导线反向前进时，在 D 值的正负中将得到体现。D 值的代数和是将重复测量的厚度抵消扣除后的数值。故该公式适用于各种剖面条件。计算过程中，不需考虑岩层产状、地形和导线方向等因素而进行人工判断 D 值的正负，只要将数据代入公式中计算即可。

## (2) 列表格

列一个表格框架(如表 4—3)。表 4—3 中最后一行数据为各列的宽度(单位为 cm)。这些数据系本书作者推荐的宽度(比例尺为 1:5000 时),在具体工作中可视比例尺大小、各栏目填写内容的多少,进行适当调整。该表的长度,根据全区地层的总厚度和比例尺而定。

表 4—3 江山地区综合地层柱状图

1:5000

| 地质年代             |             |        | 岩石地层单位 |                                 | 厚度<br>(m) | 岩性柱 | 岩性岩相及<br>化石描述 | 地貌 | 水文 | 矿产 | 备注 |
|------------------|-------------|--------|--------|---------------------------------|-----------|-----|---------------|----|----|----|----|
| 代                | 纪           | 世      | 名称     | 代号                              |           |     |               |    |    |    |    |
| 晚<br>古<br>生<br>代 | 二<br>叠<br>纪 | 早<br>世 | 丁家山组   | P <sub>1d</sub>                 |           |     |               |    |    |    |    |
|                  |             |        | 石头山组   | C <sub>2</sub> —P <sub>1s</sub> |           |     |               |    |    |    |    |
|                  | 石<br>炭<br>纪 | 晚<br>世 | 藕塘底组   | C <sub>2o</sub>                 |           |     |               |    |    |    |    |
|                  |             | 早<br>世 | 叶家塘组   | C <sub>1y</sub>                 |           |     |               |    |    |    |    |
|                  |             |        |        |                                 |           |     |               |    |    |    |    |
| 早<br>古<br>生<br>代 | 奥<br>陶<br>纪 |        |        |                                 |           |     |               |    |    |    |    |
|                  |             |        |        |                                 |           |     |               |    |    |    |    |
|                  |             |        |        |                                 |           |     |               |    |    |    |    |
| 1                | 1           | 1      | 2      | 1                               | 1         | 3   | 12—16         | 2  | 2  | 2  | 2  |

## (3) 建立“地层柱子”

根据地层厚度,按比例尺换算后画出各岩石地层单位在表 4-3 中所占的竖直长度。有实测厚度的按实测厚度画,无实测厚度的依据前人数据。

个别地层厚度太小(如江山地区的黄泥岗组 O<sub>3h</sub>),“岩性柱”栏所占长度必须依据厚度和比例尺计算的的实际数据画,但其它栏可向相邻上下行夸大一些,以便有空间填写描述文字。有些地层厚度太大,岩性又单一(如江山地区的上墅组 Pt<sub>3s</sub>、志棠组 Z<sub>1z</sub>),为节省图幅空间,可以适当缩减,用省略符号来表示(如图 4—6)。

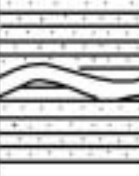
| 厚度<br>(m) | 岩性柱                                                                               | 岩性岩相及化石描述 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 20.3      |  | 为页岩.....  |
| 17.4      |  | 为页岩.....  |
| 350       |  | 为砂岩.....  |

图 4—6 厚度特别小和特别大地层的处理办法

各岩石地层单位必须依据下老上新顺序画，它们之间的接触关系，应在“岩性柱”一栏中的地层分界线上得到体现。在柱状图和剖面图中，地层整合接触、平行不整合接触和角度不整合接触界线分别用直线、虚线和波浪线表示（如表 4-3）。

#### （4）填写地层时代、名称和代号

在地质年代的“代”、“纪”、“世”和岩石地层单位的“名称”、“代号”各栏中填写上相应的名称和代号。

#### （5）填岩性花纹

在“岩性柱”栏填上岩性花纹。岩性花纹要尽量反映岩层的实际情况，与“岩性岩相及化石描述”栏的描述一致。例如：某组地层底部是砾岩，往上依次是砂岩和泥岩，就应在此组地层的“岩性柱”栏最下面填上砾岩的岩性花纹，往上依次填上砂岩和泥岩的岩性花纹。不能错位。

#### （6）填写“岩性岩相及化石描述栏”

填写对应各地层的岩性岩相特征和化石分布状况。要求简明扼要，书写工整。

在化石描述时，各地层中写出标准化石 2—4 个（注：化石名称应该使用拉丁文书写，而且属及属以下的名称必须使用斜体）。

#### （7）填写“地貌栏”

填写与该地层有关的现代地貌特征，如山岗、坡地、沟谷以及植被种类和发育情况等。

#### （8）填写“水文栏”

该层的含水性、透水性，在该层是否有泉水出露及泉水类型等。

#### （9）填写“矿产栏”

填写产于该层位的矿产，如煤、石灰石、高岭土矿等。

(10) 填写“备注栏”

包括资料来源、该地层主要分布范围和该层是否放大(或缩减)等需要补充说明的内容。

4.3 地质图的编制

地质图是用规定的符号、色谱和花纹将地壳某部分的地质体(如地层、岩体、地质构造单元和矿床等)和地质现象按一定比例概括地投影到平面图(或地形图)上，反映出该地区各地质体和地质现象的形态、产状、规模、时代及其分布和相互关系的一种图件。它是区调工作最重要的成果图，是地质工作者相互交流的特殊语言。地质图编制包括5个步骤。

(1) 检查和补充野外工作底图

检查野外工作的各种资料是否完备，是否符合规范要求，地质界线是否准确，是否有自相矛盾无法合理解释的现象等。若存在问题，则应到野外实地重新进行补充和查实验证，使问题得到合理的解决。

(2) 转绘地质界线和产状符号

将野外工作底图上的地层界线(包括第四系界线)、断层线、地层代号、代表性岩层产状和断层产状符号等，转绘到另外一张新的工作区地形图上。断层线通常用红色。对于已知性质和产状的断层，应标明断层性质和断层面的产状。

注意：转绘各地质界线和符号要位置准确，应与野外底图严格一致；地层代号沿着地层延伸方向书写。

(3) 地质图上色

给每一个地质体(岩石地层单位、岩体)着上相应的颜色。

表4—4为系图色谱，是按年代地层单位拟定的。它不能直接应用于组图的上色，但我们可以根据各岩石地层单位的沉积时限，参考使用表4—4色谱进行上色。

表 4—4 地质图色谱

|             |         |     |             |        |      |
|-------------|---------|-----|-------------|--------|------|
| 新生界<br>(Kz) | 第四系(Q)  | 淡黄色 | 古生界<br>(Pz) | 志留系(S) | 果绿色  |
|             | 上第三系(N) | 鲜黄色 |             | 奥陶系(O) | 蓝绿色  |
|             | 下第三系(E) | 土黄色 |             | 寒武系( ) | 暗绿色  |
| 中生界<br>(Mz) | 白垩系(K)  | 鲜绿色 | 元古界<br>(Pt) | 震旦系(Z) | 绛棕色  |
|             | 侏罗系(J)  | 鲜蓝色 |             |        | 棕红色  |
|             | 三叠系(T)  | 绛紫色 |             |        |      |
| 古生界<br>(Pz) | 二叠系(P)  | 淡棕色 | 太古界<br>(Ar) |        | 玫瑰红色 |
|             | 石炭系(C)  | 灰色  |             |        |      |
|             | 泥盆系(D)  | 咖啡色 |             |        |      |

当多个岩石地层单位的地质年代为同一纪时，用颜色的深浅进行区分(下深上浅)。

江山实习区的黄泥岗组(O<sub>3h</sub>)，由于是本区的标志层，需特别给予突出，所以建议不使用奥陶系(O)的蓝绿色，而改用显眼的鲜红色。

(4) 作图切地质剖面图

作一幅或几幅图切地质剖面图，附在地质图的正下方。剖面图的幅数，以切过地质图图区主要地层和构造为原则，依需要而定。

(5) 书写图名、比例尺，绘图例、责任表以及图框修饰等

要求书写工整美观，线条清晰，布局和顺序符合规范。

地质图主图的图框外，正上方是图名和比例尺，正下方是图切地质剖面图，右边是图例，右下角是责任表。

图例的排列顺序：从上到下，先把地层从新到老排列；然后岩浆岩也依时代新老排列，相同时代的岩浆岩依先酸性后基性的顺序排列；最后再列构造图例。

地质图各组成部分的布局，图切剖面位置的选定及绘制方法，同学们已在《构造地质学》课程中学习过，这里不再赘述。

#### 4.4 地质构造纲要图的编制

地质构造纲要图是以地质图为基础进行编制的，用不同的线条、符号和色调表现一个地区地质构造的一种图件。它是地质图的速写，概括地反映了该地区的地质构造总体状况。

本次实习用透明纸编制。编制方法和步骤如下：

(1) 描图框并标明标志性的地形地物

将工作区的图框描到一张透明纸上，并将标志性地形地物（如主要村庄、山峰、河流、道路、第四系界线等）的符号也描上，并写上名称。

(2) 描断层线

描上断层线（用红色）。已知性质和产状的断层应标明断层性质和断层面的产状。

(3) 描产状

把地质图上的岩层产状符号描到本图上。

(4) 画构造层界线

将各构造层的分界线（即角度不整合接触关系的界线）描到图上，并写上各个构造层的时代代号（即构成该构造层地层的区间时代代号）。

(5) 画褶皱轴迹

在褶皱轴迹所通过的位置，画上褶皱轴迹线的符号

(6) 构造层上色

不同构造层着上不同的颜色。构造层的颜色没有统一规定，一般按时代愈老色调愈深、时代愈新色调愈浅的原则进行。

(7) 书写图名、比例尺、图例、责任表和图框修饰等

地质构造纲要图主图的图框外，正上方是图名和比例尺，右边是图例，右下角是责任表。

#### 4.5 野外工作实际材料图的绘制

野外工作实际材料图，是反映野外实际工作内容及工作量的图件，供验收审查各项工作是否符合规范要求之用。

本次实习用透明纸绘制，绘制步骤如下：

(1) 描图框并标明标志性的地形地物

将工作区的图框描到一张透明纸上，并将标志性地形地物（如主要村庄、山峰、河流、

道路、第四系界线等)的符号也描上,并写上名称(如图4—7)。

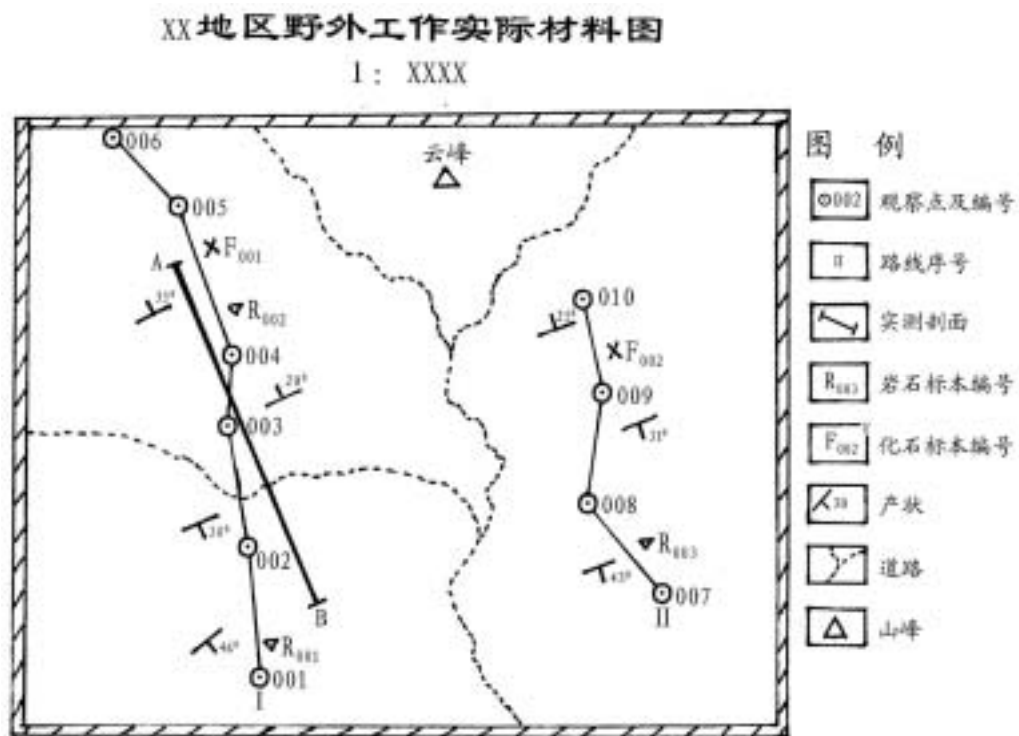


图 4—7 野外工作实际材料图

(2) 标上下列内容

(a) 所有观察点及点号 (如图4—7中的“008”等);(b) 野外所测产状;(c) 标本采集位置及编号 (如图4—7中的“R001”、“X F001”等);(d) 实测剖面线、揭露工程 (如探槽等) 的位置 (如图4—7中的A—B)。

(3) 连接填图路线

用细直线或点虚线将每条路线上的所有观察点连接起来,并在各路线起点用罗马数字标明路线序号 (如图4—7中的 I、II、……)。

(4) 书写图名、比例尺、图例、责任表 and 图框修饰等

野外工作实际材料图主图的图框外,正上方是图名和比例尺,右边是图例,右下角是责任表。

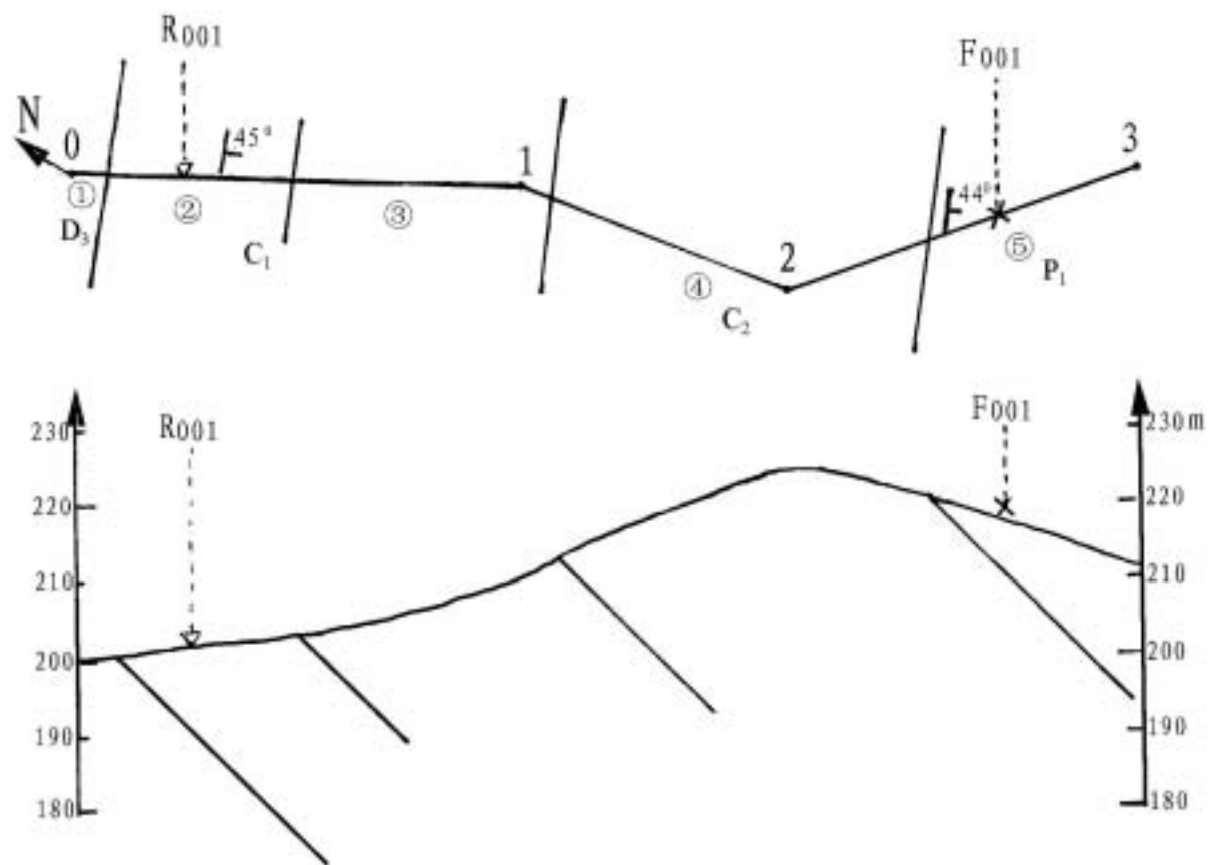


图 4—4 导线平面图和实测地层剖面图 (1 : 1000 ; 其中剖面图未画完)

# 灵山石炭系实测地层剖面图 1: 1000

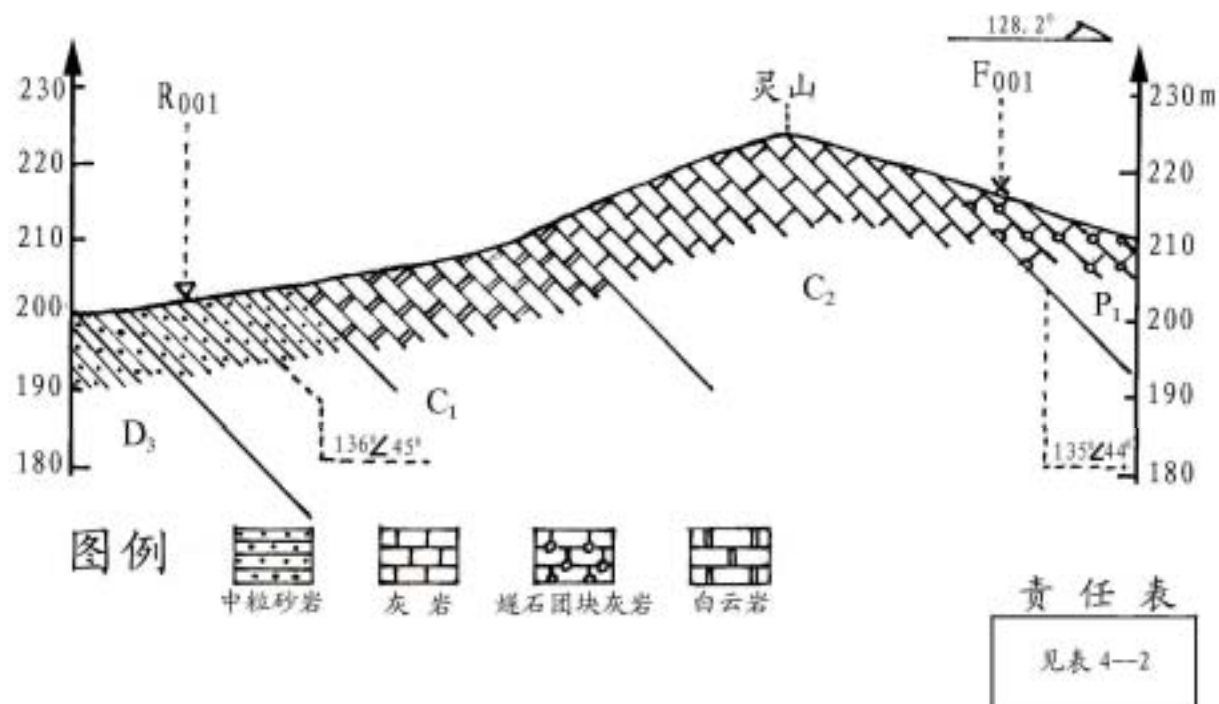


图 4—5 实测地层剖面图

## 5 教学路线

按照教学要求在实习区及附近选择露头及剖面组织了 16 条教学路线。在这些路线上,露头比较连续,地质构造现象比较典型,产状要素易于测量,是对学生进行系统的填图基本功训练的主要场所。其中路线 1 为教学实习踏勘路线,路线 2—9 以岩石地层、生物地层工作为主,路线 10—12 为岩浆岩、变质岩和构造观察路线,路线 13—15 为生态环境和旅游地质学路线,路线 16 为综合填图训练路线。

不同专业可根据各自的教学实习大纲要求,选择其中部分路线或将上述路线内容适当删节、归并后组织教学。在每一条路线教学的前一天,教师应向学生扼要介绍路线地质概况,提出思考问题,布置实习的准备工作。实习结束后,向学生布置晚上应进行的整理工作。

### 路线 1 实习区踏勘

路线:西山——方家山(或 182.0 高地)——花坟头

教学要求:(1)认识实习区地形、地势特点;(2)学会使用地形、地物定位和罗盘交会定位;(3)初步了解实习区地质构造的基本轮廓

#### No.1

点位:西山丫口东坡变压器房旁或隧道口。

教学内容:教师向学生介绍江山—绍兴深断裂和西山地质构造概况。

(1)江山—绍兴深断裂是一条具有长期活动历史,切穿地壳的深断裂带。向西南延至抚州、宜春一带。地表倾向北西,深部转向南东,由许多大致平行的断层组成,宽 0.5—数 km。构造地貌呈河谷盆地。沿断裂带有晋宁、燕山及喜山期多次基性和酸性岩浆岩侵入。具地磁及重力异常显示。深断裂之东的中山区为中、晚元古宙变质岩系,上覆新生代火山—碎屑沉积。其西的丘陵区为发育完全的显生宙盖层。晋宁期为华夏古陆与扬子地台的碰撞对接带,呈挤压应力状态;加里东期呈右旋张剪运动;印支期华夏古陆向西逆冲,引起浙西盖层褶皱变形;燕山—喜山期由左行剪切过渡为拉张断陷的构造环境(如老虎山红层的相对抬升,西山东坡的张性硅化角砾岩带等)。

(2)西山为一走向北东的倒转背斜,轴面倾向南东,枢纽向南西倾伏,由震旦系、寒武系、奥陶系组成。西山西坡有逆断层切过核部,使褶皱西翼地层出露不全,仅见长坞组。

东坡为北东向张性断裂破坏，沿破碎带为硅质溶液充填，交代震旦系、寒武系、白垩系的白云岩、灰岩及砂砾岩形成硅化带。

硅化岩石呈黄白色，致密块状、角砾状或具交代残余构造（如叠层石的生物生长构造残余、含砾砂状结构残余，其中的灰岩砾石中见已被硅化的蜓化石、层理构造残余等，可据此恢复原岩）。成分以乳白色细粒石英为主。

（3）沿途注意观察震旦系地层产状。在西山西坡脚介绍长坞组与志棠组的接触关系。断层证据：（1）新地层在老地层之下；（2）缺上震旦统至上奥陶统（黄泥岗组）全部地层；地貌上呈明显陡坎。

## No.2

点位：藕塘底北东 150m（方家山西南段）

教学内容：（1）练习地形图定位。展开地形图，用罗盘长边平行图廓纵边，然后将图与罗盘一起转动，当磁针北端指向  $0^\circ$  时，地形图即与地理方位一致。

（2）介绍实习区地势特点，要求学生找到相应的地形、地物。实习区为东南丘陵区的一部分，区内制高点有西山（272.2m）、方家山（209.0m）、江山岗（410.4m）、鸡公山（261.0m）、老虎山（278.8m）等。山势走向北东，构成高低间列的梳状地形。地貌形态取决于不同岩性的岩石分布及其组成的构造形状。自东而西：江山河谷地形，受江山——绍兴深断裂带控制；西山垅岗地形，与砂岩、白云岩、灰岩组成的背斜有关。硅化带有明显的地形表现；花坟头沟谷地形，与石炭、二叠系砂岩、灰岩组成的背斜有关，核部受纵断层严重破坏；方山——何家山垅岗地形，与石炭系底部的砾岩、含砾粗砂岩的分布有关，岩石具较强的抗风化能力；江山底一带地形低，山丘圆缓，由奥陶系泥岩、泥灰岩组成，构造上为连续的平缓褶皱。这种分析称构造地貌分析，它构成遥感地质的基础。

（3）学习使用地形、地物定位；用罗盘测定远处地物方位，藉助于交会法确定自己所处的位置。

（4）介绍实习区地质构造轮廓。本区出露地层有：震旦系、寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系及白垩系。震旦系砂页岩、白云岩，寒武系灰岩出露于西山一带。奥陶系粉砂岩、泥岩、泥灰岩主要出露于方家山——何家山以西。石炭系、二叠系砾岩、砂岩、灰岩出露于西山——方山之间，构造线为北东向，与山脉走向一致。

实习区位于石龙山——蚱蜢山复式背斜的东翼，东为江山——绍兴深断裂切割。褶皱构造自东而西，有西山倒转背斜，由震旦系、寒武系组成；马宅塘——下南塘倒转向斜，由石炭系、二叠系组成；伍家弄背斜由奥陶系砚瓦山组、黄泥岗组组成。断层有北东向纵断层，主要分布于方山——龙王山以东，构成江山——绍兴深断裂的外围部分。力学性质复杂，以逆断层为主，晚期部分转化为张性正断层。北西向断层以平移正断层为主，方山——龙王山以西的北西向冲沟多与此类断层有关。本区褶皱主要形成于印支期。实习区内仅于江山县城附近见燕山期石英二长岩出露。偶见二长岩、煌斑岩及闪长岩脉。

## No.3

点位：花坟头路边采石场

教学内容：（1）教师概略介绍石炭、二叠纪地层。叶家塘组为灰色石英杂砂岩、砾岩夹

炭质页岩，底部为高岭石粘土岩，产植物化石。藕塘底组为黄白色石英砾岩、长石石英砂岩、泥质粉砂岩夹微晶灰岩、生物碎屑岩、白云岩。产腕足类、珊瑚、蜓类、有孔虫等。石头山组为灰、灰黑色微晶灰岩、生物碎屑灰岩夹多量条带状、团块状的燧石层。产蜓类、腕足类、珊瑚类、海百合茎等。

(2) 选择合适地点，让全体同学进行岩层产状测量的练习。

思考题：(1) 岩性特征、地质构造和地貌形态有什么关系？(2) 江山的区域大地构造位置与其地质构造特征的关系？

教学前准备：(1) 检查学生对实习区地质概况的预习情况；(2) 检查学生的野外工作用品，如地形图、野外记录簿、罗盘、地质锤、放大镜、量角器、铅笔、背包等；(3) 复习罗盘使用方法，校正磁偏角，确认本区正北方位。

## 路线2 上余志棠组和不整合

路线：江山上余——石灰窑公路上

教学要求：(1) 认识志棠组的岩性、层序结构及地层接触关系；(2) 认识层理类型、波痕、冲刷面等沉积构造及其水力学意义，测定古流向，不同类型河流的沉积序列；(3) 砾岩的观察研究。

### No.1

点位：3公里里程碑处

教学内容：(1) 在采石场观察上墅组酸性火山碎屑岩岩石结构、构造及主要成分。

上墅组为一套陆相火山喷发岩，岩性主要为暗紫红色、灰绿色流纹凝灰角砾岩、含角砾岩屑凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩、流纹斑岩，厚度>800 m。时代属晚元古宙。

(2) 在沟谷中观察志棠组底部砾岩的结构、构造，砾石成分、大小、圆度及分选程度。判断与上墅组接触关系性质。

志棠组底部砾岩岩石成分主要为火山角砾岩，砾石磨圆度差，分选性低，填隙物以砂、泥为主，具近源快速堆积特点。上墅组为陆相火山喷发相，志棠组下部为山间河流相。因而可认为是不整合接触。在邻近的四都可看见清楚的角度不整合剖面。

(3) 在山坡上观察辫状河河流相岩性岩相特征、沉积构造、沉积序列特征。以厚层状紫红色中粗粒长石砂岩、含砾长石砂岩为主。砂岩具颗粒支撑结构，长石占30 - 40%，岩屑20 - 25%。石英30%。分选程度较低。反映陆源区干燥炎热，物理风化的自然景观。

层理类型有：(a) 平行层理。由碎屑颗粒大致定向形成的平行线理，为高流态搬运沉积产物；(b) 块状层理。为快速堆积结果；(c) 逆行沙波层理；(d) 有时可见不明显的粒序层理，为高密度悬浮沉积的产物。冲刷面发育，普遍见泥砾杂乱堆积。沉积序列以河床滞留沉积和心滩沉积为主，河流泛滥沉积很少，具“沙包泥”特征。属山区河流近源快速堆积的产物。

本段地层岩性下粗上细，层厚下大上小，可依据粉沙质泥岩夹层划出3—4个不明显的

沉积旋回，单个旋回厚度大于 8 - 10 m。

(4) 在有二个近于垂直切面的露头上，确定前积层的倾向与倾角，在一个点上的不同层系中测量 10 - 15 个数据。同时，应测量岩层产状，以便在室内用赤平投影方法使地层产状恢复水平，确定古水流方向。测量层系厚度，描述前积层层面形态。这种形态与水深和流速有关。

## No.2

点位：距 No.1 约 200m 公路旁

教学内容：(1) 观察砾岩砾石形态、成分、分选性及排列状况，并与前述的底砾岩进行比较。其区别有：砾岩厚度大；远源砾石（如石英砾石、硅质岩砾石等）明显增多；磨圆度及分选性明显增高。具有较长距离的搬运、分选特征。

(2) 观察曲流河亚相岩性、岩相特征、沉积构造及沉积序列。

下部为砾岩；中部中厚层状岩屑石英砂岩与粉砂质页岩互层；上部泥岩、粉砂岩明显增多，具清楚的二元结构。这种由砾岩——砂岩——粉砂质页岩组成的韵律层共见两层。每一层韵律的沉积序列包括：河床滞留沉积、曲流砂坝沉积和河流泛滥沉积。这种韵律与河流改道作用有关。层面平整，冲刷底蚀构造明显减少，发育小型交错层理。层面可见不对称的流水波痕。具水动力较弱的曲流河沉积特点。

(3) 观察波痕构造。描述波脊的平面及剖面形态。测量波痕要素和波痕所在岩层面的产状。

## No.3

点位：2 公里里程碑处

教学内容：观察志棠组上段岩性特征，并与下段对比。下部青灰色硅质页岩与紫红色粉砂岩呈不规则互层；中部青灰色硅质页岩、凝灰质砂岩夹多层浅绿色凝灰岩，注意凝灰岩的岩性及层理特征；上部凝灰质砂岩夹硅质页岩及凝灰岩。在硅质页岩中发育水平纹层构造，为典型静水沉积产物。有时偶见小的缓波状层理。

在沟口小屋东侧，见雷公坞组含砾泥岩与志棠组呈整合接触。

## No.4

点位：距沟口 300m 公路边小采石场

教学内容：观察长坞组岩性、层理构造及其与叶家塘组的接触关系，测量岩层产状。长坞组为泥灰岩，具水平层理。叶家塘组见底砾岩。

思考题：(1) 志棠组上、下两个岩性段划分的依据是什么？(2) 长石砂岩的基本特征及其构造古地理意义是什么？(3) 你在路线上见过几种沉积构造，它们在认识沉积环境上有什么作用？

教学前准备：学习志棠组的地层特征。

## 路线 3 碓边组

路线：新塘坞水库——新塘坞北

新塘坞大豆山——碓边石灰窑——寒武奥陶系界线标志碑

教学要求：(1) 观察雷公坞组、西峰寺组地层；(2) 观察碓边组地层剖面，了解生物地层的基本工作方法，认识主要的分层标准化石；(3) 观察断层的牵引褶曲

#### No.1

点位：新塘坞东南水库旁

教学内容：(1) 观察雷公坞组含砾泥岩特征。描述泥岩中的砾石含量、成分、大小及砾石排列分布状态。观察砾石表面特征，寻找冰川擦痕。观察泥岩结构，层理特征。总结冰筏海洋沉积特征。

观察雷公坞组与下伏志棠组和上覆西峰寺组之间的接触关系。

(2) 观察西峰寺组层序及岩性特征。西峰寺组自下而上分成：(a) 灰色中厚层——薄层灰质白云岩夹黑色页岩及灰白色厚层硅质团块微晶灰岩扁豆体；(b) 紫红色中厚层——厚层含泥白云岩夹青灰色白云岩扁豆体；(c) 灰色厚层状层纹白云岩；(d) 叠层石白云岩；(d) 灰色块状白云岩。

观察层纹白云岩的水平层纹及丘状层理。层纹为藻席与碳酸盐层交互生成。丘状层纹可能为水平纹层受风暴干扰而成丘状突起，下部未见冲刷面，也未见粒序层理，与波浪的扰动程度有关。

白云岩呈微晶结构，矿物成分可依盐酸反应试验作定性判断，紫红色泥质白云岩由于含泥质较多，因而断口的形态、光泽与板岩相近。白云岩风化表面常具有纵横交错的刀砍状沟痕，可作为野外识别的一个标志。

#### No.2

点位：新塘坞煤矿南大豆山脚

教学内容：观察叠层石白云岩。灰色，呈厚层状，垂直层面发育的叠层石十分丰富。叠层石是一种生物生长构造，是由兰绿藻席粘结捕集碳酸盐灰泥、颗粒等交替形成黑白相间的条纹构造。藻席类型及叠层石形态与水体深浅及水动力条件有关，是潮坪沉积的指相标志。注意观察叠层石形态及大小的变化。下部呈粗大的单枝状，为 *Conophyton circulas* (圆锥叠层石)，上部个体变小，且呈简单的分枝状，为 *Baicalia* (贝加尔叠层石)。反映盆地水动力逐渐增强。

#### No3

点位：大豆山南

教学内容：观察荷塘组地层特征。荷塘组自下而上可分：(a) 磷质白云岩、粒屑磷块岩；(b) 炭质页岩、硅质岩夹碳质灰岩、石煤层，含磷结核；(c) 黑灰色页岩夹硅质岩、硅质页岩。注意层理特征，结核形态、成分及其与层理的关系。注意观察黄铁矿的存在状态。

在黑灰色碳质灰岩和黑灰色页岩中见 *Hunanocephalus* (湖南头虫)、*Shabaelia* (沙坝虫) 及 *Protospongia* (海绵骨针) 等化石。

#### No.4

点位：碓边石灰窑东公路旁

教学内容：(1) 观察碓边组岩性。碓边组由原“大陈岭组”、“杨柳岗组”、“华严寺组”、“西阳山组”、“印渚埠组”下部薄层灰岩合并而成。本组岩性主要为灰色-灰黑色薄层微晶

灰岩夹钙质页岩，底部见白云质灰岩，往上泥质夹层增多。(2) 观察缝合线构造。缝合线平行层面发育，是成岩期压溶作用的结果，其锥形突起方向代表压应力方向。缝间的炭质、泥质充填物为压溶残余。(3) 化石丰富：*Arthricocephalus*(节头虫)，*Changaspis*(张氏虫)等(原大陈岭组)；*Triplagnostus*(三分球接子)，*Ptychagnostus*(褶纹球接子)，*Pseudophalacroma*(假秃球接子)，*Lejopyge*(光尾球接子)等(原杨柳岗组)；*Glyptagnostus*(雕球接子)，*Proceratopyge*(原角尾虫)，*Pseudoglyptagnostus*(假雕球接子)等(原华严寺组)；*Lotagnostus*(花球接子)，*Agnostus*(球接子)，*Hedinaspis*(赫定虫)，*Chekiangaspis*(浙江虫)，*Proceratopyge*(原角尾虫)，*Charchaia*(却尔却克虫)等(原西阳山组)。

#### No.5

点位：寒武系—奥陶系分界碑东南

教学内容：(1) 碓边组顶部时代属奥陶纪。产三叶虫：*Hysteroleues*(后油栉虫)，*Macropyge*(大尾虫)；笔石：*Staurograptus*(十字笔石)，*Anisograptus*(反称笔石)，*Bryograptus*(苔藓笔石)等。(2) 观察断层旁侧的牵引弯曲。收集断层证据，测量断层产状，根据伴生小构造判断断盘相对位移方向。

#### No.6

点位：界碑北西西 150m 处

教学内容：点东为碓边组灰黑色薄层状微晶灰岩夹泥灰岩、钙质页岩。点西为印渚埠组黄绿色页岩，偶夹断续分布的泥灰岩瘤。

思考题：(1) 生物地层单位的基本概念是什么？(2) 岩石地层单位是依据什么来划分的？

教学前准备：(1) 阅读地层一章中有关震旦系、寒武系部分；(2) 了解寒武系主要分层的标准化石，了解其主要鉴定特征。

### 路线 4 上横塘宁国组

路线：上横塘——江山岗山麓

教学要求：(1) 观测印渚组、宁国组、胡乐组剖面；(2) 认识笔石页岩相的基本特征。

#### No.1

点位：江山岗山脚

教学内容：(1) 硅化带的观察。注意硅化带的形态、走向、地貌特征及其与构造线方向的关系，硅化带岩石的结构、构造、成分，硅化带的构造性质。

(2) 在印渚埠组页岩中采集化石。注意化石层位的岩性特征，化石的埋藏与保存条件，这些特征与生物的生态环境有关。印渚埠组中常见化石：*Apatokephalus*(幻影头虫)，*Asaphopsis*(栉壳虫)，*Euloma*(美丽饰边虫)，*Shumardia*(舒马德虫)，*Niobe*(女儿虫)，

*Niobella* (小女儿虫), *Inkouia* (阴沟虫), *Ampyx* (线头形虫), *Geragnostus* (老球接子), *Corrugatagnostus* (皱面球接子); 笔石: *Adeograptus* (匿笔石), *Clonograptus* (枝笔石), *Didymograptus* (对笔石) 等。

(3) 观察印渚埠组岩性特征。印渚埠组为黄绿色页岩夹灰色钙质页岩, 偶夹灰绿色瘤状泥灰岩, 顶部为紫红色页岩夹紫灰色瘤状泥灰岩。

#### No.2

点位: 上横塘村西水库边

教学内容: 宁国组为深灰色页岩、灰黑色薄层燧石岩, 底部见灰色中厚层状微晶灰岩、亮晶砂屑灰岩。化石以笔石为主, 可见 *Azyograptus* (断笔石), *Didymograptus* (对笔石), *Tetragraptus* (四笔石), *Glyptograptus* (雕笔石), *Cardiograptus* (心笔石), *Glossograptus* (舌笔石), *Loganograptus* (劳氏笔石), 偶见三叶虫、腕足类化石。在燧石岩中可见较多的海绵骨针。水平层理发育。页岩中普遍见黄铁矿结核, 是较深水盆地滞流沉积产物。这种特殊的生物与岩相组合称笔石页岩相。

#### No.3

点位: 村西水库堤坝南西 10m 处

教学内容: 观察胡乐组岩性及生物化石。胡乐组由原“牛上组”、“胡乐组”合并而成。本组岩性为灰黑色薄层硅质岩、页岩、粉砂岩、碳质页岩, 风化后呈黄褐色至浅黄色。产笔石: *Tylograptus* (瘤笔石), *Sinograptus* (中国笔石), *Glossograptus* (舌笔石), *Amplexograptus* (围笔石), *Pterograptus* (翼笔石), *Nicholsonograptus* (尼氏笔石) 等。偶见腕足类化石。

#### No4

点位: 上横塘村南

教学内容: 观察硯瓦山组底部岩性。由灰色厚层微晶灰岩夹薄层泥质灰岩、瘤状泥灰岩组成。水平层理发育。瘤状泥灰岩以压溶成因为主, 由缝合线分割瘤体。注意岩性、厚度与瘤体构造发育的关系。作瘤状灰岩素描图。

思考题: 笔石页岩相的基本特征是什么?

教学前准备: (1) 预习地层一章有关几个组的内容; (2) 复习笔石的构造, 了解重要分层化石的基本鉴定特征。

### 路线 5 金目坞硯瓦山组

路线: 金目坞采石场——金目坞村东

教学要求: (1) 观察胡乐组、硯瓦山组地层特征; (2) 观察瘤状灰岩的形态成因类型; (3) 观察砾屑灰岩结构及变形层理特征

#### No.1

点位: 金目坞采石场西山坡上

教学内容: 观察胡乐组地层特征。由黑色页岩夹灰黑色燧石岩薄层组成。产笔石:

*Abrograptus* ( 娇笔石 ), *Dicellograptus* ( 叉笔石 ), *Dicranograptus* ( 双头笔石 ), *Didymograptus* ( 对笔石 ), *Climacograptus* ( 栅笔石 ), *Nemagraptus* ( 丝笔石 ), *Leptograptus* ( 纤笔石 ) 等。

## No.2

点位：金目坞采石场

教学内容：(1) 观察瘤状泥灰岩（灰岩）形态成因类型。(a) 压溶型瘤状灰岩，见于深灰色、灰色厚层灰岩中，由压溶作用形成的缝合线分割成瘤状构造；(b) 压实型瘤状泥灰岩。呈灰绿色，瘤体比较圆滑，大致顺层排列，与成岩压实、分异作用有关；(c) 干裂型瘤状泥灰岩。呈紫红色、砖红色，由干裂并轻度移位后由泥质、泥灰质胶结而成。

(2) 注意观察砚瓦山组层序及韵律变化。韵律变化表现为：(a) 颜色由灰黑——灰绿——砖红色反复交替，反映盆底氧化还原界面的升降变化；(b) 灰质、泥质配分的变化，由灰质——泥灰质——灰泥质连续过渡，与陆源泥质供给的周期性变化有关；(c) 瘤状灰岩的形态成因类型由压溶型——成岩压实型——干裂型不断交替出现，与不同成分岩石在成岩过程中组分的迁移及海平面高度变化有关。

## No.3

点位：金目坞村前小采石场

教学内容：观察砾屑灰岩结构特征。注意砾屑形态、大小及排列方式，砾屑成分与填隙物成分的区别，同时注意观察与砾屑灰岩呈互层产出的页岩的层理构造。分析砾屑灰岩的形成条件。作砾屑灰岩素描图。

## No.4

点位：金目坞村后山坡上

教学内容：(1) 观察泥灰岩中的变形层理。注意变形的团块、条带与填隙物成分的区别，变形层理的形态特征，变形团块的形态、大小及其空间分布特征。注意变形层理与正常层理之间的过渡关系。这种现象与水下滑动、重力变形有关。作素描图。

(2) 观察砚瓦山组与黄泥岗组的过渡关系。

思考题：(1) 砚瓦山组有哪些岩石类型？(2) 砚瓦山组韵律结构特征及其环境意义是什么？

教学前准备：复习沉积岩中成岩作用部分。

## 路线6 伍家弄长坞组和断层

路线：何家山中学后门——伍家弄

教学要求：(1) 观察黄泥岗组、长坞组地层；(2) 认识浊流沉积的基本特征；(3) 确定北西向横向断层的性质。

## No.1

点位：伍家弄村东山脊上

教学内容：(1) 认识黄泥岗组地层特征。黄泥岗组下部为紫红色含结核页岩，中部紫红

色页岩，上部为紫红色、灰绿色泥岩不规则互层。注意观察岩层的层理特征。观察页岩中结核形态、大小、成分及其分布状况，观察结核中的化石种类及其与结核形态的关系。注意采集化石，认真观察化石的保存状态。

黄泥岗组化石种类丰富，主要有三叶虫：*Nankinolithus*（南京三瘤虫），*Nileus*（宝石虫），*Cyclopyge*（园尾虫），*Telephina*（远瞩虫），*Huangnigania*（黄泥岗虫）；头足类：*Michelinoceras*（米契林角石），*Fengzuerac*（丰足角石）；腹足类：*Maclurites*（马氏螺）；珊瑚：*Agetolites*（阿盖特珊瑚）；腕足类：*Trimerella*（三分贝），*Sinotrimerella*（中华三分贝），*Paleotrimerella*（古三分贝）及海绵类、介形类等化石。

（2）观察北西向横断层。确定断层位置，观察断层破碎带，测量断层产状。在地形图上标定两盘地质界线位置。系统测量断层两盘地层产状，确定有无牵引弯曲现象。判断断层性质。

断层走向北西，断层面倾向北东东，倾角较陡，见宽度不大的断层破碎带。断层两盘新老地层沿走向错断，西盘背斜核部出露较宽，东盘较窄，且东盘轴线明显向北推移。因而断层应属平移正断层性质。

## No.2

点位：伍家弄村东端农舍旁

教学内容：观察长坞组地层，认识浊流沉积特征。长坞组由黄绿色页岩、钙质页岩和黄绿色细砂岩——粉砂岩——泥岩韵律层两部分组成。黄绿色页岩具透镜体状层理、块状层理，含少量底栖生物化石，属正常陆棚沉积。韵律层系浊流沉积产物，分别组成三个韵律层，厚40.9—84.3m夹于正常沉积层中，代表本区三次浊流侵入的地质记录。注意观察韵律层的组成、厚度及相互过渡关系；寻找侵蚀面、粒序层理、交错层理、水平层理、包卷层理等沉积构造，确定“鲍马序列”组成；寻找槽模、沟模等底蚀构造。测量斜层理细层的产状及岩层产状，以确定古水流方向。

## No.3

点位：何家山乡政府北西侧公路上

教学内容：长坞组页岩与叶家塘组砂岩平行不整合接触，此处为浮土覆盖。

思考题：（1）浊流沉积的基本特征是什么？（2）断层效应在断层性质的判断上有什么用途？

教学前准备：（1）预习有关地层内容；（2）复习构造地质学有关断层效应一节内容。

## 路线7 方家山叶家塘组和假整合

路线：方家山

教学要求：（1）观察叶家塘组地层特征；（2）高岭石粘土矿地质观察；（3）逆断层及劈理的观察。

## No.1

点位：方家山北东200m探槽

教学内容：观察叶家塘组小型逆断层。注意描述断层面形态、产状，观察断层面上、下盘相对滑动方向，确定断层性质。注意该断层与碳质页岩中流劈理的成因联系。测量岩层产状，作断层素描图。

沿途观察叶家塘组岩性特征。叶家塘组依岩性特征可分三段：底部为灰、灰黑色中厚层——薄层状高岭石粘土岩、炭质页岩夹煤层，产植物化石：*Mesocalamites*（中芦木），*Neuropteris*（脉羊齿），*Cardiopteris*（心羊齿），*Rhodea*（须羊齿）。为岸后沼泽沉积产物。中部为灰色粗粒长石石英砂岩、砾岩夹少量深灰色砂质页岩。碎屑岩结构成熟度均低，块状层理发育，冲刷面多见。为山前急流河流沉积。上部为紫红色页岩、粉砂质页岩，为河漫滩沉积产物。

叶家塘组与长坞组在区域上呈平行不整合。在长坞组顶面有十几厘米的风化泥质岩，见铁染，轻微劈理化，与沿不整合面发生的轻微滑动有关。

## No.2

点位：方家山矿部采矿巷道口

教学内容：介绍方家山粘土岩矿床地质条件、矿体分布和开采情况。

方家山高岭石粘土岩矿床产于叶家塘组底部，矿体走向北东向，呈似层状、透镜状，厚度 1.5-8.0 m。矿石为灰白色、灰黑色高岭石粘土岩，主要矿物为高岭石，含一水铝石、胶铝矿等。底板为灰黑色含砾粉砂岩（厚 24-37 m），顶板自下至上为灰黑色炭质页岩、粉砂岩、深灰色含砾粗砂岩。矿床储量 103 万吨。矿体为岸后湖沼沉积型，矿床地质构造见图 2-1。

矿山建于 1987 年，1989 年出矿，矿石用作化工原料。采矿主巷道呈北西向，直至矿体后向北东、南西两个方向沿矿体掘进，采矿空间为海拔 70-110 m。

思考题：（1）平行不整合的判定依据及其地质意义是什么？（2）碎屑岩的结构成熟度和成分成熟度指的是什么？它们的环境意义是什么？

教学前准备：预习地层一章有关叶家塘组部分。

## 路线 8 藕塘底组

路线：藕塘底——花坟头采石场

教学要求：（1）观察藕塘底组地层特征；（2）认识海陆过渡环境的沉积特征。

### No.1

点位：藕塘底村北西山坡下

教学内容：（1）观察叶家塘组与藕塘底组界线。叶家塘组顶部的砖红色粉砂质泥岩为河漫滩沉积物。藕塘底组下部为黄白色厚层砾岩、含砾粗砂岩，其碎屑颗粒成分、杂基含量、胶结物等均与叶家塘组粗碎屑岩有明显的区别。其上连续沉积的页岩、灰岩中产有孔虫、蠕虫和海百合茎等化石，已为海相沉积产物。因此，从岩石地层单位的划分原则出发，两组界线应该划在黄白色砾岩之下，砖红色粉砂质泥岩之上。

(2) 观察藕塘底组岩性及层序。藕塘底组依岩性层序的结构差异,可分上、下两段。下段由砾岩、砂岩、页岩夹灰岩、白云岩组成 3—5 个厚度不等的韵律;上段由含砾粗砂岩、砂岩、粉砂质泥岩组成不完整的厚韵律层,上部夹两层硅质岩。室内的砂岩粒度分析表明,下段砂岩为海滩砂,上段为河流改造砂,组成明显的岸进序列。注意观察地层的韵律组成,厚度变化,韵律层的过渡关系等。

(3) 肉眼识别几种碳酸盐岩类型。(a) 外碎屑微晶灰岩。见于藕塘底组下段白云岩之下。岩石呈灰色,具微晶结构,由于石英颗粒增多,可过渡为灰质石英砂岩而具砂状结构。石英碎屑呈散点状或条带状分布于灰岩中,风化面呈显突起。注意观察石英碎屑的粒度、圆度变化。是清水海岸环境局部有陆源碎屑混入的结果,带有明显的近岸特点。(b) 白云岩。浅灰色,常因裂隙中的铁质而微带红色。微晶结构,遇盐酸起泡十分微弱,由白云石组成,无生物化石。风化表面发育典型的刀砍状沟痕,纵横交错,是野外重要的识别标记。在何家山可见同一层中,白云岩与灰岩沿走向呈犬牙交错状,具明显的交代成因特征。(c) 生物碎屑灰岩。见于藕塘底组中部。注意观察化石门类、组合,化石的完整程度、堆积、排列方式,有无磨蚀、搬运痕迹。

## No.2

点位:花坟头采石场 100m 小路旁

教学内容:观察交代硅质岩岩性。岩石呈黄白色,疏松多孔,质地轻。富含钙质骨骼生物,如腕足类、珊瑚、海百合茎等,化石保存比较完整,已为硅质交代。推测原岩为生物碎屑灰岩。

思考题:(1) 岩石地层单位的概念及其划分依据是什么?(2) 藕塘底组韵律结构特征及其构造意义。

教学前准备:(1) 预习藕塘底组地层内容;(2) 预习岩石地层单位划分原则。

## 路线 9 石头山组

路线:石头山

教学要求:(1) 观察石头山组及丁家山组地层特征;(2) 识别核形石灰岩和常见蜓类化石。

## No.1

点位:石头山大采石场

教学内容:石头山组包括原“船山组”和“栖霞组”。岩性主要为深灰色厚层状、块状微晶灰岩、骨屑微晶灰岩。下部见微晶核形石灰岩、核形石微晶灰岩、亮晶虫屑蜓屑灰岩,底部夹细晶白云岩;上部微晶灰岩中含少量条带状、团块状燧石。

在本点观察核形石灰岩特征。核形石俗称“船山球”,多呈白色,大小 2—5 cm。形状有球形、椭球形及不规则状等,取决于核心的生物碎屑形态。包壳厚度一般大于核心半径,由 2—6 层组成,为丝管状的葛万藻缠绕生物碎屑而成。核形石之间由微晶方解石充填,是一种水动力较强的沉积产物。

## No.2

点位：石头山 132 高地水池南东 30 m 处

教学内容：(1) 石头山灰岩中含大量燧石结核、团块或条带。主要有蜓类化石：*Nankinella* (南京蜓)，*Pisolina* (豆蜓)，*Sphaerulina* (球蜓)；腕足类：*Martiniopsis* (似马丁贝)，*Elivella* (小爱利夫贝) 等。

(2) 观察丁家山组岩性及层序。下部为黑色薄层状燧石岩、硅质条带石英杂砂岩、含骨屑石英粉砂岩；上部为硅质粉砂岩夹薄层状硅质岩，偶夹灰岩。产腕足类、珊瑚、蜓类、苔藓虫及海百合茎等。注意陆源混入物的出现，反映清水与浑水环境的交替，具近岸特点。

思考题：碓边组与石头山组有哪些区别？

教学前准备：(1) 复习碳酸盐岩分类原则；(2) 预习有关石头山组及丁家山组部分。

## 路线 10 老虎山不整合和岩体

路线：老虎山顶——采石场——大桥头

教学要求：(1) 观察衢江群与下伏石头山组之间的角度不整合；(2) 观察断层的多期活动现象；(3) 石英二长岩的观察；(4) 地质景观素描。

### No.1

点位：老虎山西水泥厂宿舍水塔旁

教学内容：观察衢江群底砾岩。注意砾石成分、大小、分选性、磨圆度及排列状态，填隙物结构、成分及层理特征。注意在砾石中寻找化石。观察下伏石头山组岩性、产状，并与上覆地层的砾石成分进行比较。

在向老虎山顶观察途中，作路线地质剖面图，注意岩性变化。观察层理特征，测量地层产状。由于岩层近于水平，可选择一平整层面，用水壶倒水少许，用罗盘测量水的流向，即为岩层倾向。

### No.2

点位：老虎山顶山洞旁

教学内容：(1) 观察石头山组灰岩的岩性特征，注意其中的硅质条带、团块的排列方向。据此测量地层产状。研究灰岩顶面的风化特征，观察不整合面的空间变化。

观察不整合面上沉积物的岩性及结构特征，自下而上：(a) 硅质碎块、粘土组成的残坡积物，胶结松散，厚度变化很大；(b) 底砾岩，由灰岩砾石组成，砾石间的填隙物为砂质，含有多量燧石碎块。填隙物具有不规则的断续层理，具冲、洪积及滑塌堆积的特点；(c) 块状砂岩、细砾岩。注意砾石的大小、分选及排列方式。

对上述接触关系进行认真描述，包括：上、下地层岩性、产状及时代，不整合面形态特征及风化壳组成，接触关系性质及其确定依据，不整合面形成时代等。作接触关系素描图。

(2) 研究喜马拉雅构造运动的表现。在老虎山西侧红岩山出露衢江群厚层细砂岩，产

状近于水平，与老虎山不整合面上衢江群底砾岩之高差大于 150 m。作构造示意剖面，进行构造解释。

### No.3

点位：老虎山采石场西坡

教学内容：观察断层的多期活动表现。在采石场西坡坡底有一条北东向断层。注意观察断层破碎带中的断层岩类型，充填的矿物种类及结晶特征。注意充填物分带现象及其相互穿插或限制关系。结合擦痕等小构造，判断断层力学性质的转换顺序，作断层破碎素描图。断层先张后剪，两盘发生小规模的平移运动。

### No.4

点位：老虎山采石场入口附近

教学内容：观察岩溶地貌形态，包括石芽、溶沟、岩溶漏斗等。它们系岩溶地貌发育的初级阶段，是由富含二氧化碳的地表水不断溶蚀，沿岩石表面的节理裂隙、破碎带发育而成。与炎热多雨气候，植被发育等条件有关。

### No.5

点位：江山大桥头

教学内容：观察石英二长岩、白岗岩岩性特征。

石英二长岩呈红色、砖红色，中—细粒二长结构。主要矿物有斜长石，长柱状自形、半自形，浅灰白色，大小 1.2 - 0.1 mm 左右，含量 40%；正长石呈半自形—它形板状晶体，浅肉红色，大小与斜长石相当，含量 47%；石英呈它形粒状，含量仅 10% 左右，少量绿泥石。

白岗岩呈浅肉红色，细粒等粒花岗结构。与石英二长岩成分相近，仅石英增多，达 25%，无暗色矿物，与石英二长岩无明显界线。

在此岩体边部，粒度变细，石英减少，局部暗色矿物增加。未见矿物定向排列。在老虎山后采石场中见石英二长岩与石头山组（原船山组）呈断层接触。

### No.6

点位：老虎山北西水闸旁

教学内容：画老虎山构造地貌景观素描图。比例尺为 1:25000。画采石场、白塔、老虎山三个构造地貌的联合剖面图。反映石头山组组成的向斜构造及与上白垩统红层的角度不整合接触关系。

思考题：结合实习区具体情况，分析角度不整合的地质意义。

教学前准备：复习《构造地质学》有关地层接触关系研究方法部分。

## 路线 11 店坝头褶皱和断层

路线：新棚——店坝头

教学要求：（1）了解节理的野外观测内容，初步掌握共轭剪节理的分期、配套方法；（2）详细观察与描述褶皱构造，并注意褶皱形态的空间变化；（3）确定倾向断层的存在，

判别两盘相对滑动方向；(4) 掌握信手构造剖面的编制方法。

### No.1

点位：新棚后的斜坡上

教学内容：观察长坞组粉砂岩、粉砂质泥岩中的剪节理。(1) 首先按节理走向划分节理组。分组测量节理产状、观察节理相对滑动方向、节理充填状况。注意不同组的节理间相互交切、限制关系；(2) 确定共轭剪节理；(3) 观测节理密度、缝隙宽度；(4) 测量岩层产状，观察节理点的地质构造背景。

两人一组，每组测节理 50 条，并编制走向玫瑰花图。画节理素描图，主要表现节理的共轭关系。

本点位于新棚背斜东翼，核部为砚瓦山组，翼部为黄泥岗组、长坞组。地层产状  $140^{\circ} 46^{\circ}$ 。主要节理有四组：(1)  $305^{\circ} 46^{\circ}$  (左行)；(2)  $240^{\circ} 82^{\circ}$  (右行)；(3)  $17^{\circ} 62^{\circ}$ ；(4)  $283^{\circ} 62^{\circ}$  (左行)。其中 (1) 与 (2) 两组为共轭关系。

### No.2

点位：新棚村北

教学内容：观察褶皱构造。垂直地层走向，研究新老地层的分布。进行系统的产状测量，并及时标定在地形图上。寻找褶皱的转折端，观察其形态，测量枢纽倾伏方向。观察核部的伴生小构造（小断层、节理及小型褶皱等）。注意褶皱形态与岩性、层厚的关系，褶皱与地貌的关系。系统描述背斜构造，作褶皱素描图。

新棚背斜长 3 km，宽 0.25 km。核部为砚瓦山组中厚层、厚层瘤状泥灰岩，两翼为黄泥岗组页岩、长坞组粉砂质页岩、粉砂岩。北翼产状  $320^{\circ} 70^{\circ}$ ，南翼产状  $145^{\circ} 53^{\circ}$ ，轴向向南东倾斜，倾角  $80^{\circ}$ ，枢纽走向  $50^{\circ}$ ，背斜向南西倾伏。属斜歪倾伏褶皱。背斜被北西向平移正断层切割成多段，核部出露宽窄变化不一。背斜核部发育沟谷地形，为典型的背斜构造地貌景观。

自 No.2 沿  $320^{\circ}$  方向连续观察，作信手构造剖面。长坞组可分 3 个浊积成因的韵律层及相间的非韵律层。连续测量地层产状，并进行层位对比，确定背斜、向斜的个数及其形态变化。自东而西，褶皱形态逐渐平缓开阔，轴面由斜歪逐渐直立。由两个向斜和一个背斜组成。

### No.3

点位：店坝头—仓库后山坡上

教学内容：观察北西向横断层，确定断层性质。首先寻找断层证据，测量断层走向，描绘平面地质草图，标明断层两盘的地层界线、时代及地层产状变化状况。观察断层破碎规模及断层岩类型，判断其力学性质。

点北东侧出露砚瓦山组紫红色、黄灰色瘤状灰岩，产状  $145^{\circ} 25^{\circ}$ ；南西为长坞组粉砂质页岩，产状  $148^{\circ} 25^{\circ}$ 。二者沿走向相接，其间有 1—7m 宽的断层破碎带，断层角砾为瘤状灰岩，其间为长坞组粉砂质泥岩碎屑充填。破碎带近于直立，走向  $146^{\circ}$ ，向南西倾斜。断层带西侧产状自内向外递变。北东盘依次为  $178^{\circ} 25^{\circ}$ ， $173^{\circ} 28^{\circ}$ ， $168^{\circ} 25^{\circ}$ ；南西盘依次为  $179^{\circ} 22^{\circ}$ ， $172^{\circ} 23^{\circ}$ ， $166^{\circ} 25^{\circ}$ ， $148^{\circ} 25^{\circ}$ 。性质属平移正断层。

## 路线 12 碗窑火山岩

路线：碗窑水库——石达 河乡政府

教学要求：(1) 观察陈蔡群变质岩；(2) 观察上侏罗统火山碎屑岩岩性及喷发旋回；(3) 观察岩脉。

### No.1

点位：碗窑水库坝上东头

教学内容：观察上侏罗统紫红色弱熔结凝灰岩。该岩石因喷发后的氧化总体为紫红色。其中晶屑含量为 75%，玻屑含量为 20%，火山灰约占 5%。晶屑中：(a) 钾长石因强烈绢云母化蚀变及铁的析出氧化呈肉红色，粒径约 1--5mm。自形板状晶体为主，亦有炸裂的尖棱角状。少量钾长石晶屑有热压实作用产生的弯曲现象。约占晶屑总量的 30%；(b) 钠长石晶屑也因绢云母化呈浅黄绿色，粒径大多为 1--5mm。约占晶屑总量的 30%；(c) 石英晶屑无色透明，呈油脂光泽，粒径约 1--5mm。大多保留有港湾或圆弧边界，少量呈自形的六边形或三角形断面，也有炸裂成尖棱角状。石英晶屑约占晶屑总量的 25%；(d) 黑云母晶屑强烈暗化并蚀变，约占晶屑总量的 5%。玻屑因氧化成紫红色。因热压实作用，在晶屑周围的玻屑塑变弯曲，为热压实熔结结构。这是早期喷发的火山灰流单元。

### No.2

点位：碗窑水库坝下

教学内容：观察上侏罗统熔结凝灰岩。该岩石局部有紫红色熔结条带呈假流纹构造，在玻屑含量高、晶屑含量少、氧化强烈部位尤为明显。因而该点又可分出两种熔结凝灰岩。

(1) 有紫红色熔结假流纹构造的熔结玻屑凝灰岩。岩石中碎屑粒径都在 0.5mm 以下，因而镜下描述如下：岩石中晶屑含量为 10%左右，玻屑约占 90%。晶屑大多为它形，大部分发育有炸裂纹，晶面边界都有圆化现象。成分主要为弯曲或碎裂，长轴呈定向排列的钾长石及石英晶屑。玻屑的弧面棱角仍可恢复，但大多因热压实作用而园化，且定向。假流纹处赤铁矿微晶相对集中。

(2) 灰黄色熔结凝灰岩。岩石中晶屑含量为 25%左右，晶屑粒径约 0.1--2mm。大多数石英晶屑具熔蚀港湾，并在熔结作用中边界园化。少量石英晶屑呈自形。石英晶屑约占晶屑总量的 50%。钾长石晶屑约占晶屑总量的 30%，大多炸裂后遭受强烈绢云母化蚀变。钠长石晶屑占 20%左右，呈板状。在岩石中玻屑占 75%左右。首尾弯曲相接，具明显的定向性(镜下观察)。

由于后期火山旋回喷发的大量炽热高温的火山灰流在很短的间隔中覆盖该岩石之上，因而该岩石中的玻屑脱玻化强烈，边界模糊。石英晶屑也因此产生重结晶增生珠边。因而该点熔结凝灰岩可以认为是一次火山灰流喷发旋回的晚期单元。利用 2 个喷发单元的岩性界面，可测出火山碎屑岩的产状。

### No.3

点位：碗窑村前河边桥下

教学内容：(1) 陈蔡群变质岩在该处出露的主要是一套受韧性剪切作用形成的构造黑云母片岩。该岩石的原岩是黑云母钾长变粒岩。受韧性剪切作用后，岩石中的黑云母、钾长石、斜长石和石英都发生塑性变形并定向排列。镜下可见云母、长石塑变呈透镜体，并有弯曲。石英在岩体抬升时，因减压升温再发生重结晶呈平直边界的矩形结构。岩石中钾长石占 25%，斜长石占 15%，石英占 40%，黑云母约占 20%。粒径为 0.1-0.5mm。岩石总体为墨绿色，具明显的定向构造。

(2) 观察陈蔡群变质岩的变质构造。岩石受韧性剪切，可见多种形态复杂的无根褶曲脉、石香肠。穿插其间的伟晶岩脉形成剪切阶步构造。初步分析有 3 次以上构造变形活动。

(3) 陈蔡群变质岩的岩石组合为结晶片岩、变粒岩、角闪岩、片麻岩，同位素年龄 1569-2755Ma。目前一般认为该变质岩是华夏古陆早-中元古代的结晶基底。

### No.4

点位：清水桥旁采石场

教学内容：观察二长岩脉形态、成分与围岩的接触关系。岩脉呈枝状，形态受围岩裂隙控制，边缘清晰，无交代现象，以填充方式为主。岩脉边缘受后期蚀变而成黄绿色。

## 路线 13 城南水资源与环境

路线：老虎山大桥东——飞来峰——彭里——雪泉

教学要求：(1) 了解江山港流域及实习区水系状况；(2) 了解实习区环境状况。

### NO.1

点位：老虎山大桥东端，江山港东岸。

教学内容：讲解江山港流域的基本情况（包括发源地、流域规模、干流长度、支流发育情况、流量变化、河水污染情况等），强调江山港是实习区地表和地下水排泄的最低基准面。

通过观察，了解江山港河谷冲积平原的地貌特征、松散堆积物特点、分布及松散岩类孔隙水的富水性。

### NO.2

点位：老虎山水泥厂宿舍区西侧 50m。

教学内容：观察老虎山泉及其周围的地形地貌、构造和岩性特征，了解老虎山泉的成因。

老虎山泉位于石头山组石灰岩中，出露于北东向隐伏断裂带上。泉眼以东为老虎山石灰岩高丘陵，以西为断陷河谷平原。平原上部为第四系坡积粘土、亚粘土，下部为白垩系紫红色砂砾岩，厚 6—11m。粘土层构成了一个相对隔水带。其下覆地层为石头山组石灰岩，两者为角度不整合接触。石头山组石灰岩质纯，厚层，断裂构造发育，岩溶作用强烈，溶沟、石牙和溶洞发育，地下水丰富。

根据老虎山泉所处的地貌、构造和岩性等条件可知，老虎山泉的成因是：碳酸盐岩类裂

隙岩溶水，由老虎山高丘陵向断陷河谷平原径流时，遇到北东向隐伏断裂西侧相对隔水带的阻隔而沿断裂上升出露成泉，并具承压水性质。该泉流量大，已被长期开采利用。

沿途观察念溪水污染的变化及地表水体的分布。

### NO.3

点位：彭里村公路边

教学内容：观察彭里岩溶洼地及其周围的生态环境，注意何家山水泥厂烟尘污染状况。

彭里岩溶洼地呈椭圆形，轴向北西，长约 1 km，宽约 500m。洼地上部主要为第四系冲洪积物（粘土、亚粘土），厚 6—30m，现已开垦水田。其下为石头山组石灰岩，隐伏岩溶发育，覆盖型裂隙岩溶潜水丰富。

在岩溶洼地的东北部，原何家山水泥厂制件厂附近，曾于 1986—1987 年间因过量开采地下水，引起地面塌陷，形成一个深 3m，宽 3m 的塌陷坑，并使厂房墙面发生裂缝，造成一定的危害。

彭里岩溶洼地周围植被覆盖较好，水土保持良好。居民分布较多，但主要集中在洼地的东北部。

洼地北部和南部各有一个水泥厂，每天排放大量烟尘，随风扩散污染大气。在厂房附近，粗颗粒烟尘降落地面，对当地居民、农作物和其它植被造成了一定的影响。在植物叶面上可明显见到“白色”污染。

### NO.4

点位：西山 272.2 高地以东，西山脚下。

教学内容：观察雪泉及其周围的地形地貌、构造和岩性特征，了解雪泉的成因。

雪泉出露于西山高丘陵向江山港河谷平原转换的过渡地带。雪泉以西为西山高丘陵，其主体为一倒转背斜构造。西山主体主要由震旦系—寒武系砂砾岩、白云岩、硅质岩、石灰岩等岩石组成，其上北东和北西向断裂构造发育，岩石破碎严重，并强烈硅化，植被十分发育，构造—裂隙潜水丰富。雪泉以东为山港河谷平原，与西山形成 170 余米的落差，为断裂构造所致。平原上部为第四系坡洪积物（粘土、碎石土、亚砂土等），下部为白垩系紫红色砂岩。

雪泉泉水是从裂隙中流出，表明该泉是西山基岩（构造—裂隙潜水）裂隙水向低处径流时，遇到地形的突然转换，而溢出地表成泉。泉水流量 0.624 l/s。水质清澈透明，无色无味，可作为饮用水。

## 路线 14 城北土地类型

路线：兵工厂—新城北大桥

教学要求：（1）观察与分析实习区土地自然类型和利用类型；（2）城区地基稳定性调查及古河道观察；（3）了解江山港下游水污染情况。

### No.1

点位：兵工厂北面公路旁的采石场

教学内容：点北西土地的自然类型为砂页岩低丘陵地，利用类型为林地。地基的稳定性为稳定区。

点南东土地的自然类型为江山港高河漫滩地，利用类型为耕地。地基属较不稳定区。

点北西长坞组地层露头完好，发育一条倾角较陡的张性断层。观察地层岩性和层理，描述断层特征并画素描图或示意图。

从该点向南东方向走，经达坞溪，沿途观察耕地的两种二级利用类型：旱地和水田。

### No.2

点位：新城北大桥北东 300m 处

教学内容：点北西土地的自然类型为江山港高河漫滩地，利用类型为耕地。地基属较不稳定区。

点南东为江山港低河漫滩地，为耕地和建筑用地。地基属较不稳定区。

观察古河道。位于观察点南东侧的低洼地，长 3000m，宽 100m，走向为北东—南西。两端都与现在的江山港相连。古河道中的地下水非常丰富，地基稳定性差，建高楼时须经特殊处理。

从该点继续向南东方向行走，可见耕地和建筑用地两种土地利用类型。

### No.3

点位：新城北大桥东头

教学内容：点北西观察江山港下游水污染情况。水质污染严重，水面有漂浮物，水质浑浊，天晴数日能闻到臭味，水质分析为 Ⅲ 类水。

污染的原因有：上游化工厂工业废水的排入；城区居民生活污水及农用化肥、农药的污染；须江公园拦江筑坝，致使江水滞留变腐，同时使固体废弃物在坝底沉积。

点南东岸边土地自然类型为江山港低河漫滩地，岸上为火山岩中丘陵地，土地利用类型为林地，地基的稳定性为稳定区。

## 路线 15 上溪村地形地质草测

路线：上溪村

教学要求：(1) 了解大比例尺地形地质草测的方法；(2) 认识上溪村地质构造特征；(3) 草绘上溪村 1:2000 地形地质图。

教学内容：大比例尺地形地质草测是矿点检查工作经常使用的一种方法。分地形草测和勾画地质界线两部分。由作业小组集体分工进行。使用工具包括：罗盘、测绳、计算器、量角器、三角板等。小组人员分工如下：测手 2 人，负责测量各地形控制点间的斜距及坡度角；记录 2 人，负责数据记录与计算；绘图 1 人，负责勾绘地形图及地质界线。

首先在测区用穿越法进行地形地质踏勘，踏勘路线垂直地层走向布置，以 3 条为宜。查明出露地层时代、分布及其接触关系，确定地层界线位置，了解测区地形特点，选择基线及主要地形控制点。然后，在测区中部山脊上测基线一条，长度大于 100m，用罗盘测量方位和坡度角，用测绳测量斜距，计算基线的平距及高差，基线端点分别为图根点、。再从图根点用导线法在村南小山上建立图根点，作为地形控制的基础。然后，依次从各图根点用导线法测量各地形控制点，记录格式如表 5-1。测区图根点 高程为 122.8m。

注意：(a) 地形点密度每平方厘米不少于 0.5 - 1 个，应选在地形明显变化部位（如山脊、山脚、河湾等）或主要地质现象（如地质界线、断层、矿体等）的附近；(b) 图根点及主要地形控制点应建立临时性标志；(c) 边测点边勾划地形线（等高距 0.5m），依各地形控制点相对高差用内插法勾划。同时勾划地质界线及产状，注意“V”字型法则的正确应用；(d) 在图件整饰中需注记高程、地名、地物、地层代号及产状等。

表 5 - 1 地形草测记录表

| 导线号   | 方位角   | 斜距<br>(m) | 平距<br>(m) | 坡度角 | 高差<br>(m) | 与图根点累<br>计高差 (m) |
|-------|-------|-----------|-----------|-----|-----------|------------------|
| -     | 210 ° | 100       | 99.9      | +2  | +1.7      |                  |
| -     | 205 ° | 54        | 53.8      | +4  | +3.7      | +5.4             |
| -1    | 95 °  | 15        | 13.9      | -3  | -0.7      |                  |
| 1 - 2 | 110 ° | 14        | 13.9      | -3  | -0.7      | -1.4             |
| -3    | 95 °  | 20        |           | -6  | -2.08     | +3.32            |

## 6 实习要求与安排

在国土资源调查中，地质填图包括区域地质、工程地质、农业地质、生态地质、旅游地质填图，地球物理、地球化学填图，其中区域地质填图是其它地质填图的基础。因此，区域地质填图工作方法是资源勘查工程、水资源与环境、勘查技术与应用专业必须具备的基本技能。本次实习的目的是培养学生具有区域地质填图、编写地质调查报告、以及区域地质调查成果在国土资源调查工作中应用的初步能力。其意义在于通过这次实习，使学生比较系统地学会地质测量的基本工作方法，进一步理解已学的基础地质理论，提高对各种地质现象的分析能力，为学习后续专业课和进行生产、毕业实习打下牢固的基础。

### 6.1 实习阶段的划分及教学要求

根据不同性质专业的要求，地质测量教学实习的时间安排是：资源勘查工程专业为8周，水资源与环境专业和勘查技术与应用专业为4周。每周按5天计算，分别为36天和16天（已扣除往返路途2天、国庆节2天）。根据实习目的与要求，教学过程可划分为4个阶段，各阶段时间分配如表6—1。

表6—1 地质调查实习阶段划分及时间安排表

| 专业<br>实习阶段 | 资源勘查工程专业 | 勘查技术与工程、水文学<br>与水资源、岩土工程专业 |
|------------|----------|----------------------------|
|            | 8周       | 4周                         |
| 准备阶段       | 2天       | 2天                         |
| 基本方法训练阶段   | 17天      | 6天                         |
| 独立填图阶段     | 8天       | 4天                         |
| 报告编写阶段     | 9天       | 4天                         |
| 合 计        | 36天      | 16天                        |

#### 6.1.1 准备阶段

(1) 实习动员。首先由系领导向学生讲解这次实习的目的、意义和主要要求。强调本次实习在大学教育中的重要性，并简要介绍实习的主要内容及搞好这次实习应注意的一些问题，如安全、纪律等。接下来，由实习领队教师向学生介绍实习区的地质构造

特征、地质研究程度、地质填图工作方法、国土资源分布状况以及学生在实习中应注意的问题，启发学生学习的自觉性和主动性。

(2) 参观与自学。安排学生预习实习指导书部分章节，组织观看《江山实习基地网页》，到地质陈列馆参观实习区岩石及化石标本，使学生对实习区和实习内容有比较全面的了解。

(3) 划分填图小组。由各班委根据学生的学习成绩和身体情况，合理搭配，按 5—6 人编制划分填图小组，并选举小组长。负责本小组的实习工作。

(4) 配备实习用品。包括地形图、遥感图象、罗盘、放大镜、地质锤、测绳、野外记录本、表格、厘米纸、透明纸、三角板、量角器、丁字尺、小刀、绘图笔和绘图墨水等。

### 6.1.2 基本方法训练阶段

本阶段安排 8—10 条野外地质教学路线进行教学。这个阶段主要是在教师的带领、指导下对学生进行基本功训练。这是达到实习要求和目标的一个关键教学环节。

在教学过程中，教师应针对主要地质现象、资源分布与生态环境等问题，通过教师的启发，要求学生主动进行观察，认真记录，经过现场讨论，教师总结，培养学生对主要地质现象的识别能力；学会地质现象的文、图表示方法及其编录要求；掌握地质资料收集的内容与方法；在教师的带领下，要求按地质路线、地质观察点编录要求，系统地编录 1—2 条地质路线，并在地形图上定点、勾绘地质界限，标绘岩层和构造产状等。在教师的指导下，测制 1—2 条地层剖面。要求学生掌握剖面的野外测制、室内整理与计算、及绘制剖面图的原理和方法。

在这个阶段中，要求学生掌握的基本内容有：(1) 矿物、岩石的肉眼鉴定与描述；(2) 测区出露地层时代、岩性地层单位及层序确定的依据；(3) 断层、褶皱、节理、劈理及地层接触关系的识别与描述；(4) 各种地质体的遥感影象特征与解译方法；(5) 沉积构造的识别与描述；(6) 主要化石的野外初步鉴定；(7) 实测地层剖面的方法和信手剖面的编制；(8) 定点及地质界线勾绘方法；(9) 地质路线及地质观察点的布置原则与编录格式；(10) 各种地质素描图的绘制技巧；(11) 标本、化石的采集与编录等。

### 6.1.3 独立填图阶段

填图面积  $9\text{ km}^2$ — $12\text{ km}^2$  地质构造复杂程度中等。采用 1:1 万地形图作底图，地质路线的线距和点距一般为 250m 和 150m—200m，但如果地质体的遥感影象特征清楚，并沿走向延伸较远，其线距和点距可以放宽。地层要求划分到组。填图工作以小组为单位进行。每个学生必须独立完成记录与填绘地质界线两项作业。在遥感图象上显示的地质界线，可以通过地形地物影像特征与地形图的对比，用目估的方法，将遥感图象上的地质界线准确地转绘到地形图的相应位置上。在此阶段，教师应加强对学生原始资料的检查，其内容包括：地质点、线的布置情况、地质点的定位及地质界线的填绘精度、地质记录的格式和完整程度、图面结构的合理程度等。

#### 6.1.4 报告编写阶段

本阶段是教学实习成果的总结阶段。其中包括校对各种野外记录、整理标本、样品、分析鉴定、编制和清绘各种地质图件（地质图、地层综合柱状图、构造纲要图、实际材料图等）、编制实习区地质调查报告等多项具体而又细致的工作。通过本阶段的训练，培养学生学习整理、归纳和综合分析实际材料、编绘基础地质图件，并运用已学过的基础地质理论知识编写地质调查报告的能力。

本阶段开始时，教师应向学生讲明资料整理的目的、要求，各种地质图件的编制方法与格式、地质调查报告编写基本内容（详见附录：地质报告编写提纲）与要求以及其它有关注意事项。学生在文字和报告初稿完成后，经过教师审阅方可进行清绘和清抄工作。教师对学生的初稿只进行原则性辅导，不代替学生进行具体修改。地质调查报告的初稿是学生独立工作能力、地质知识、综合分析和文字表达能力的真实反映，是评定学生本阶段学习成绩的主要依据。

### 6.2 实习报告编写提纲

#### 江山实习区区域地质调查报告（10000 字左右）

##### 第一章 绪言（800 字）

- （1）实习区的地理位置、行政区划及交通概况（附地理位置图）。
- （2）实习区自然、经济地理概况。包括地势特点、水系分布、气候概况，基岩出露情况、植被发育程度、交通条件、工、农业生产概况等。
- （3）实习区地质调查简史。
- （4）实习任务、内容、起止时间、实习队编制、指导教师、完成工作量情况，如填图面积、实测剖面长度、观察路线（条、点）数、样品及标本数量等。

##### 第二章 地层（4000 字）

- （1）实习区地层区划、地层发育概况。
- （2）地层分述。以组为单位由老到新分别描述。内容包括：地层分布、地层层序、岩性组合、主要沉积特点和沉积类型、遥感影像特征及其与上下地层接触关系和接触界线的清晰程度、地层厚度、产出化石；

##### 第三章 构造（2800 字）

- （1）实习区所处的大地构造位置和区域构造环境。
- （2）区内构造概况，包括褶皱、断层发育程度、构造线走向。
- （3）构造分述。按褶皱、断层、节理、劈理分别描述其分布、形态特征及形成机制。
- （4）综合分析区内各种类型构造的空间分布及相互关系，探讨实习区构造应力场特点。

#### **第四章 地质发展史 (800 字)**

结合区域构造环境和区内地层与沉积相、构造类型与构造特征等资料，分析本区构造发展历史。

#### **第五章 国土资源 (1600 字)**

(1) 实习区国土资源概况，主要类型。

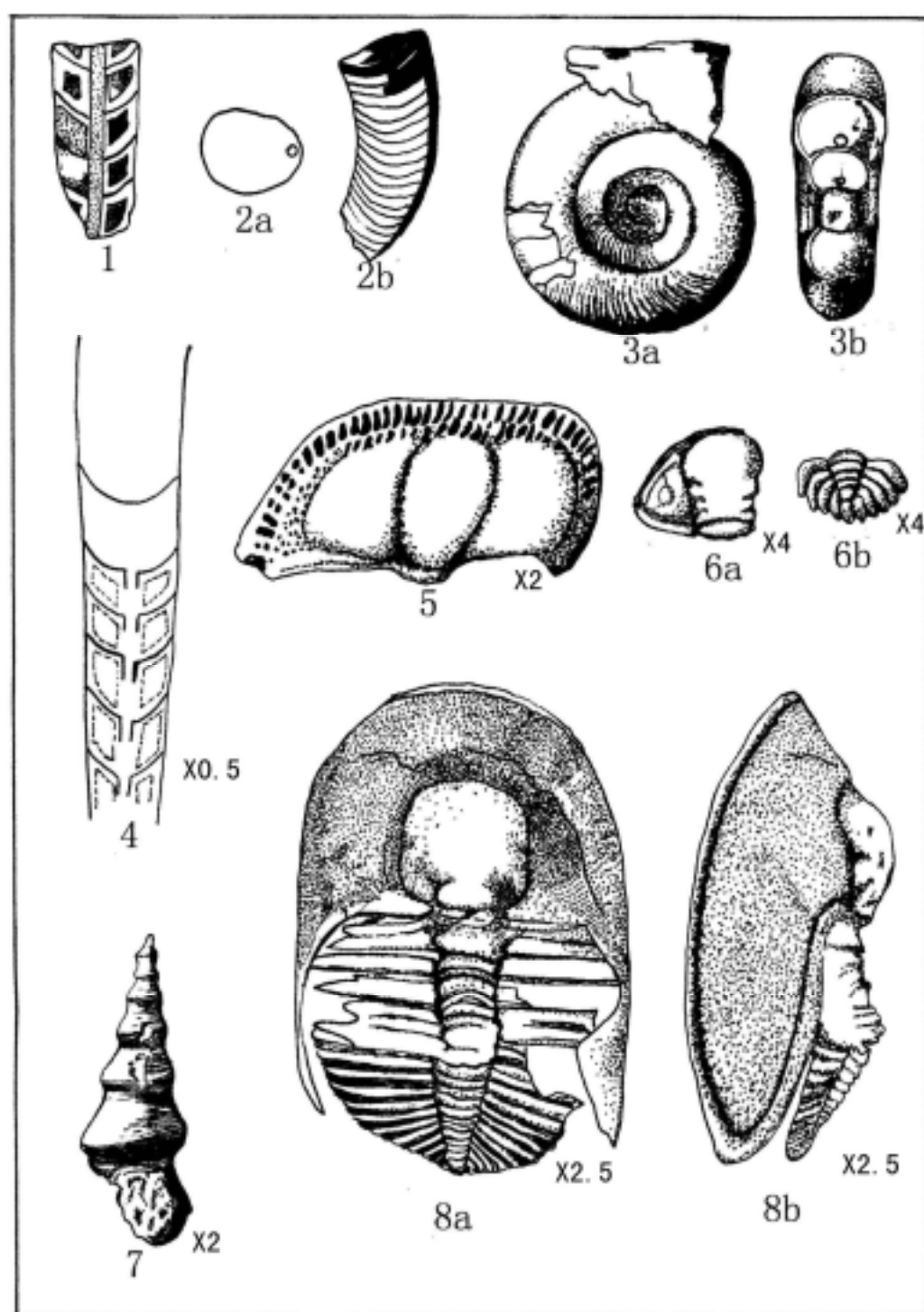
(2) 国土资源分述。按矿产资源、水资源、土地资源、旅游地学资源分别进行论述。

#### **附图目录：**

- (1) 江山实习区地质图 (1 : 10000)
- (2) 江山实习区实际材料图 (1 : 10000)
- (3) 江山实习区构造纲要图 (1 : 10000)
- (4) 江山实习区综合地层柱状图 (1 : 5000)
- (5) 江山 xxxx 组实测地层剖面图 (1 : 1000)

附录 1 地层表（江山实习区各岩石地层单位岩性、岩相特征）

| 地层名称<br>及代号                              | 主要岩性、古生物生态及沉积构造特征（野外直观标志）                                                                                                                                                      | 沉积相<br>类型        |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 衢江群<br>K <sub>2</sub> Q                  | 紫红色厚层块状复成分砾岩、石灰岩角砾岩、长石石英砂岩（杂砂岩）。与下伏丁家山组角度不整合接触。                                                                                                                                | 河流相              |
| 丁家山组<br>P <sub>1</sub> d                 | 黑灰色薄层状燧石岩、灰黄色粉砂岩。产蛭、腕足类、珊瑚及海百合，具波状层理。                                                                                                                                          | 浅海、<br>潮坪        |
| 石头山组<br>C <sub>2</sub> -P <sub>1</sub> s | 灰白至深灰色厚层块状石灰岩，底部夹二层细晶白云岩。以粒泥石灰岩、泥粒石灰岩为主。颗粒多为蛭、介壳、核形石。发育燧石团块或条带，常顺层分布。                                                                                                          | 碳酸盐<br>台地        |
| 藕塘底组<br>C <sub>2</sub> o                 | 上段为黄白色厚层状长石石英砂岩、砾岩夹灰紫色粉砂岩、泥岩，顶部夹三层黄白、灰黑色层状燧石岩。<br>下段上部微晶灰岩、白云岩，中部砂岩与生物碎屑灰岩互层，下部为灰白、黄白色厚层状石英砂砾岩。本组灰岩、硅质岩中产丰富的腕足类、珊瑚、海百合等。碳酸盐岩呈透镜状分布，一般 2~5 层。                                   | 海陆交<br>互相        |
| 叶家塘组<br>C <sub>1</sub> y                 | 上部为紫色薄层状粉砂岩，中部为灰白色砂砾岩，下部为黑灰色炭质页岩、高岭石粘土岩、粉砂岩，产大量植物茎碎片。中部冲刷面、粒序层理、平行层理、交错层理。与下伏长坞组平行不整合接触。                                                                                       | 河流相              |
| 长坞组<br>O <sub>3</sub> c                  | 灰绿、黄绿色页岩，夹细砂岩、粉砂岩构成韵律层。产三叶虫、腕足类、笔石。具透镜状层理、水平层理、鲍马序列及有关沉积构造。页岩风化后呈米粒状。                                                                                                          | 陆棚、<br>浊积相       |
| 黄泥岗组<br>O <sub>3</sub> h                 | 砖红色页岩、泥岩、粉砂质页岩。底部发育钙质及硅质结核，顶部夹绿色页岩。化石丰富，常见珊瑚、三叶虫、腕足类、头足类，个体完整，多保存于钙质结核中。                                                                                                       | 陆棚相              |
| 砚瓦山组<br>O <sub>2</sub> y                 | 灰绿、紫红色瘤状泥灰岩、粗砾屑灰岩、微晶灰岩夹页岩。产头足类、珊瑚、三叶虫。                                                                                                                                         | 碳酸盐<br>台地        |
| 胡乐组<br>O <sub>1-2</sub> h                | 黑色薄层硅质岩、页岩、粉砂岩。笔石丰富，多分布在层面上，保存完整。发育水平层理、黄铁矿结核。                                                                                                                                 | 深水盆<br>地         |
| 宁国组<br>O <sub>1</sub> n                  | 深灰至黑色笔石页岩，偶夹粉砂岩、硅质岩、灰岩透镜体。                                                                                                                                                     | 深水盆<br>地         |
| 印渚埠组<br>O <sub>1</sub> y                 | 黄绿色、杂色（顶部）页岩，偶夹灰岩瘤。产三叶虫。页岩风化后呈片状、火柴棒状。                                                                                                                                         | 陆棚               |
| 碓边组<br>O <sub>1</sub> -O <sub>1</sub> d  | 灰色薄层状微晶灰岩夹泥灰岩或钙质页岩条带，底部见白云岩条带。产三叶虫、腕足类。                                                                                                                                        | 碳酸盐<br>台地        |
| 荷塘组<br>O <sub>1</sub> h                  | 灰黑色薄层状硅质岩、炭质页岩，底部为石煤层、含磷白云岩、微晶或砾屑磷块岩。炭质页岩和硅质岩中同生磷结核、黄铁矿发育。与下伏西峰寺组平行不整合接触。                                                                                                      | 泻湖相              |
| 西峰寺组<br>Z <sub>2</sub> x                 | 上段灰白色中厚、厚层状叠层石白云岩、微晶白云岩。<br>下段青灰色薄层、中厚层状微晶白云岩夹黑色页岩、粉砂质页岩，有时呈不规则互层。中部见紫红色白云岩、燧石团块、微晶白云灰岩。                                                                                       | 碳酸盐<br>台地        |
| 雷公坞组<br>Z <sub>1</sub> l                 | 灰绿、灰紫色块状含砾泥岩、粉砂质泥岩。泥岩具纹层，砾石成分复杂、大小杂乱。                                                                                                                                          | 冰筏海<br>洋沉积       |
| 志棠组<br>Z <sub>1</sub> z                  | 上段为浅灰色硅质页岩、粉砂岩，夹紫红色粉砂质泥岩、凝灰质砂岩、浅绿色沉凝灰岩。发育水平层理，波状层理，对称波痕。<br>下段为紫红色砂岩、砾岩夹粉砂岩、泥岩。砂岩多为长石砂岩、岩屑杂砂岩，底部角砾岩砾石成分多为火山岩，中部见石英岩粗砾岩。韵律结构明显，冲刷面及泥砾发育。见大型板状交错层理、粒序层理、平行层理、流水波痕。与下伏上墅组角度不整合接触。 | 从河流<br>相到河<br>口湾 |
| 上墅组<br>Pt <sub>3</sub> s                 | 暗紫色块状酸性熔结火山角砾岩、凝灰岩。                                                                                                                                                            | 陆相火<br>山岩        |



## 图版 化石描述

图 1 直角石 *Orthoceras* Brunnich 时代： $O_2$

壳直，呈细锥形或近圆柱形，顶角为  $3^\circ$ — $4^\circ$ 。横断面为圆形，住壁较长，壳口直，开畅。住室中部有 3 个对称排列的纵沟，气室高度为壳直径的  $1/3$ — $1/2$ 。缝合线为直线型。体管细，位于中央或微偏。连接环呈圆管状。壳壁外层表面有细的纵及横肋。壳壁内层具细斑状结构。

图 2a、2b 雷加逊角石 *Richarsonoceras* Foerste 时代： $O_2$

壳细长，放大缓慢。迭锥部分弯曲较显著。横切面为长卵形。体管很细，近于壳的外缘。气室高 2—3mm。壳壁具细而密集的生长纹。

图 3a、3b 盘角石 *Discoceras* Barrade 时代： $O$

外壳为盘状，约有 5 个相接触之旋环。螺环横切面近方形。在内面 4 个旋圈中，其高度大于宽度，而在最外一个旋环则为宽度大于高度。壳面上饰有明显的粗横肋。体管近背侧。

图 4 震旦角石 *Sinoceras* S. et O. 时代： $O_2$

外壳为圆锥至圆锥形。壳面覆以显著的波状横纹。隔壁颈甚长，约相当于气室深度之半。体管细小，位置常居中央或微偏。住室无纵沟。

图 5 南京三瘤虫 *Nankinolithus* Lu 时代： $O_2$

头鞍强烈凸起。头鞍有一明显的假前叶节。具 3 对头鞍沟，后两对较明显。颊叶无侧眼粒和眼脊。饰边分为一个凹陷的内边缘和一个略为凸起的颊边缘。左饰边的上叶板上，内边缘有 3 行小陷孔分布在放射形陷坑之内。颊边缘的前部有放射状排列的小陷孔。侧部有不规则排列的小陷孔。

图 6a、6b 小彗星虫 *Encrinurella* Reed 时代： $O_2$

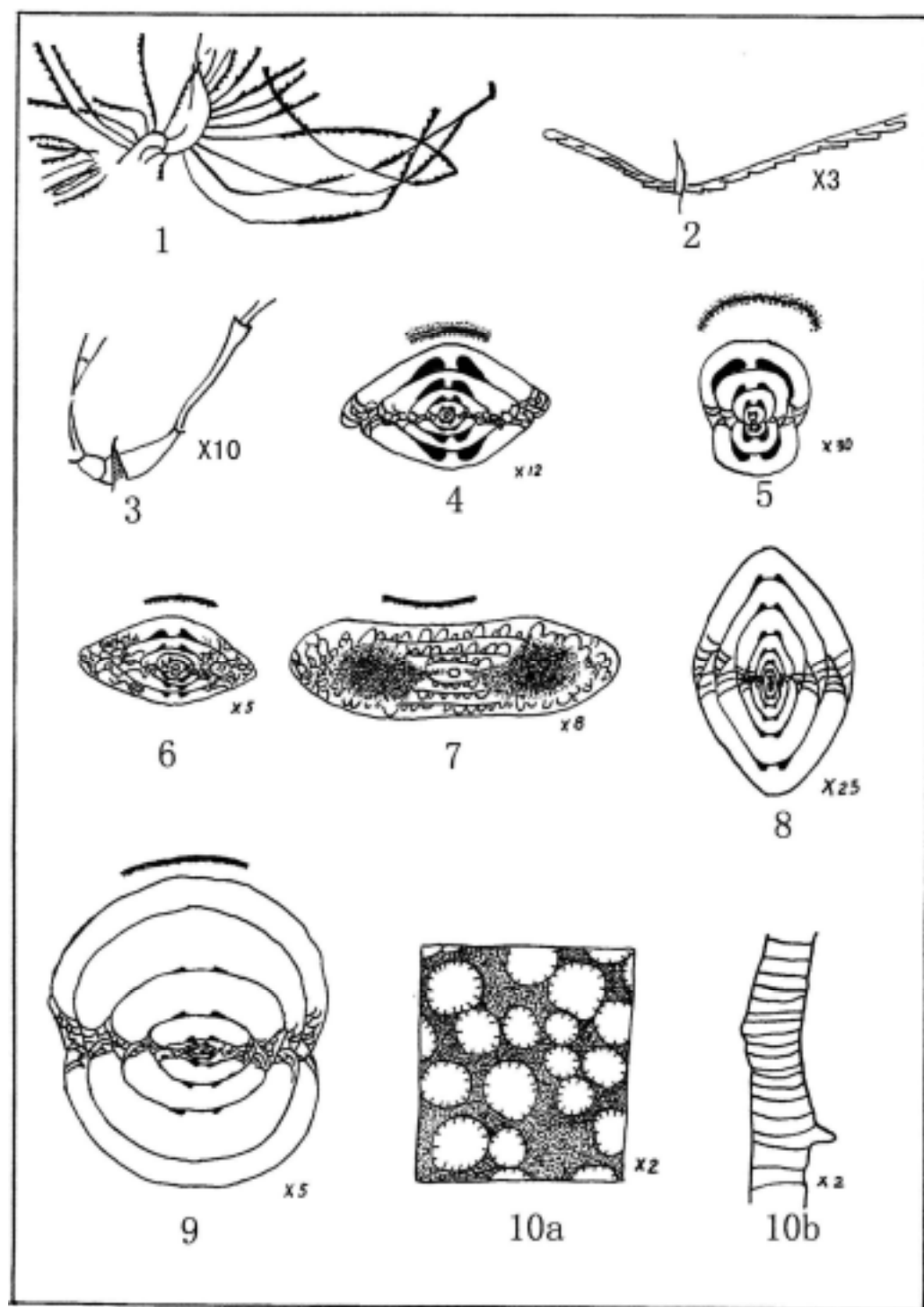
头部半圆形，颊角圆润无刺。头鞍大，呈次梨形，略伸出前缘，有 3 对侧叶，头鞍前叶大。颈环两侧隆起成一对侧疣。中部有一小中疣。后侧翼和活动颊小，呈三角形，侧边缘宽。眼次圆形，位于头鞍侧叶相对的位置上。胸部中轴次柱形，约为胸宽的  $1/4$ — $1/5$ 。尾部半圆形，分 5 节，肋节外伸成短的钝刺。

图 7 冬纳氏螺 *Donaldiella* Cossmann 时代： $O$ — $S$

呈塔形，螺塔高，由许多角状而紧旋的螺旋组成，略带凸。

图 8a、8b 黄泥岗虫 *Huangnigania* Han 时代： $O_2$

背壳近卵圆形。头鞍方形，甚凸。头鞍中部有一对短鞍沟，使头鞍中部收缩。头鞍后部亦有一对短而深的鞍沟，垂直颈环前伸。中疣靠近颈环。无颊脊，具三角形的基底叶。有长大的象镰刀似的内边缘引长板，伸达尾末端。胸部 6 节。尾部半圆形。轴节与肋部分节清楚。尾轴分 15 节。尾肋部间肋沟清楚。



## 图版 化石描述

图 1 丝笔石 *Nemagraptus* Emmons 时代： $O_2$

两主枝从胎管中部伸出构成十字形。枝常弯曲，有时呈 S 形。若干侧枝生于主枝向外弯曲的一侧。各侧枝间的距离近于相等。

图 2 纤笔石 *Leptograptus* Mu 时代： $O_2—O_3$

笔石体具有两个平伸而上斜的枝，枝细、微曲，没有侧枝。偶在胎管上生有中枝；胞管作波浪状折曲，口部微向内凹，即纤笔石式的胞管。

图 3 娇笔石 *Abrograptus* Mu 时代： $O_2$

笔石体微小（直径仅 5mm 左右），两枝向上斜伸；胞管正常（即胎管的体壁无变化），胎管的体壁已变成网线状；胎管的背线和腹线连接成为笔石枝的两条纵线，胞管的口线成环形或半球形；可能只有一个横管。

图 4 小纺锤蜓 *Fusulinella* Moeller 时代： $C_2$

壳小到中等大小，呈厚纺锤形、纺锤形到长纺锤形；两极圆或凸出。壳长约 0.9—5mm，壳宽 0.6—2.2mm。壳圈一般为 6—9 个。旋壁由致密层、透明层及较厚的内、外疏松层等 4 层组成。隔壁褶皱仅限于两极。中部平直。旋脊发达，粗大。初房小。

图 5 假史塔夫蜓 *Pseudostaffella* T. 时代： $C_2$

壳微小，近球形到近正方形。两极有时圆。成年壳 4—7 个壳圈。壳长 0.5—1.7mm。壳宽 0.5—1.8mm。壳圆，平坦或微凸。旋壁由致密层及内、外疏松层三层组成。旋脊发达，高而大，在有些种中它向两侧延伸，达到两极。隔壁平直，通道窄。

图 6 麦蜓 *Triticites* Girty 时代： $C_3—P_1$

壳小到大，厚纺锤形到长纺锤形，也有近圆柱形者。壳圈多者可达 10 个，壳长一般不超过 10mm。旋壁稍厚。由致密层及蜂巢层两层组成。隔壁中部平直，褶皱限于两极。旋脊发达，粗大或中等，除少数最外第二个圈壳中不发育外，恒见于各个壳圈。

图 7 似纺锤蜓 *Quasifusulina* Chen 时代： $C_3$

壳中等到大，长纺锤形到近圆柱形。中部平坦或微凸，两极钝圆。壳长 5.14—7.4mm，宽 1.13—1.74mm。壳圈 4—6 个，展开均匀。旋壁很薄，由微密层及细蜂巢层两层组成。微密层不连续，蜂巢层不清晰。隔壁全部强烈褶皱，但很规则。切面中呈倒置的“U”字形。无旋脊，轴积特别发达，有时充满内部 3—4 个壳圈的两极和中轴沿线部分。初房特别大，形状不一，有球形、矩形及肾形等。

图 8 南京蜓 *Nankinella* Lee 时代： $P_1$

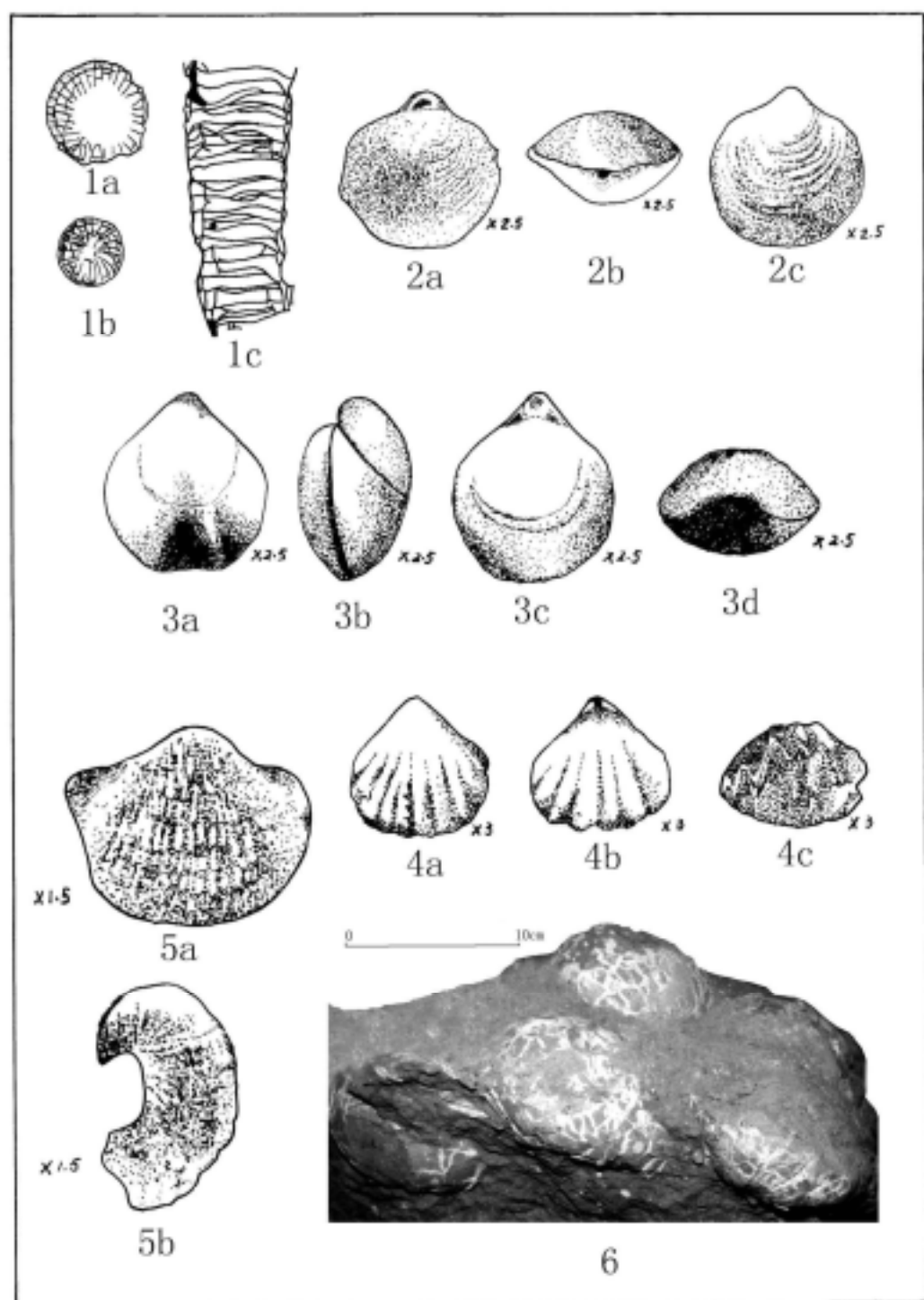
壳中等大小，凸镜形。壳缘微圆。脐部凸出。一般壳宽 6.2mm，壳圈通常为 8—14 个。旋壁由致密层及其下的透明层组成。透明层往往和内疏松层合并。隔壁平，不褶皱。旋脊小，呈三角形。通道低，呈新月形。

图 9 假希瓦格蜓 *Pseudoschwagerina* D. et S. 时代： $C_3$

壳体大小为中等到大，呈厚纺锤形到球形。壳长 3.5—8mm，宽 3—7.5mm，壳圈 6—9 个。内部 1—4 个壳圈包卷紧密，此后则骤然放宽。最后 1—2 个壳圈厚。隔壁平或微弯曲。褶皱多见于中轴部分。通道低，初房小。

图 10a、10b 广西珊瑚 *Kwangsiphyllum* G. et Y. 时代： $C_1—C_2$

复体丛状，为管状单体所组成，其间有坚实的短横枝。一级隔壁短；次级隔壁无或极短。床板完整水平，无鳞板。



## 图版 化石说明

图 1a、1b、1c 犬齿珊瑚 *Caninia* Michelin in Gervais 时代：C

单体，弯锥状。一级隔壁和次级隔壁长短间生；幼年期的隔壁长，伸达中心；成年期的隔壁后缩；隔壁在主部的床板带内加厚，次级隔壁短。主内沟深而开阔。鳞板带宽度不定。鳞板常呈人字形，少数为同心状。床板完全，水平状，边缘部分微下倾。

图 2a、2b、2c 锁窗贝 *Cleiothyridina* Buckman 时代：C<sub>2</sub>

轮廓近圆形，壳宽、壳长约 10mm；铰合线短，壳喙小，具圆茎孔。两壳近等双凸，最大壳厚近后方。腹壳较齿粗强。齿板短；背壳铰板具圆形孔洞。壳面复有同心层，层前缘有壳刺。壳面前部无发育的中隆及中槽。

图 3a、3b、3c、3d 携螺贝 *Spirigerella* Waagen 时代：C<sub>2</sub>

轮廓近五角形，两壳双凸，铰合线短。腹壳喙急剧弯曲，无显著茎孔。腹壳具明显的中槽，自喙前即开始出现；背壳无中隆。壳面平滑，前端有明显的同心层。腹壳内有齿板，背壳内有高的铰板，主凸起特大。

图 4a、4b、4c 韦勒贝 *Wellerella* Dunbar et Condra 时代：C<sub>2</sub>

贝体小，两壳双凸。轮廓横卵状。前壳凸度强，最大宽度近中部，前部具明显的中槽及中隆，并有少数棱形或圆形的壳褶，中槽内具二褶，中隆上具三褶，侧区各具三、四褶。壳褶一般较粗强。

图 5a、5b 朱里桑贝 *Juresania* Fredericks 时代：C<sub>2</sub>—C<sub>3</sub>

贝体中等，轮廓略呈三角形；腹壳高凸，背壳近平；体腔深大。腹壳喙卷曲，越过铰合线的后方，甚至掩复部分背壳。中槽及中隆微弱发育，耳翼小而清楚。腹壳后部往往有固着痕，其余壳面饰有壳层及壳刺。壳刺分两类，一类向前倾斜，与壳面作切线相交，刺基粗大，呈放射状排列；另一类分布在前者中间及侧区和耳翼上，直立，刺基小，呈长圆形。

图 6 恐龙蛋（未定名） 时代：K<sub>2</sub>

蛋体呈扁圆形，长轴 13cm，短轴 9cm，厚 7cm。蛋壳灰白色，壳厚 1.2mm。蛋壳裂纹发育，成网纹状。

### 附录3 江山实习区地质图



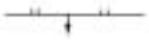
1.第四系；2.衢江群；3.丁家山组；4.石头山组；5.藕塘底组；6.叶家塘组；7.长坞组；8.黄泥岗组；9.砚瓦山组；10.胡乐组；11.宁国组；12.印渚埠组；13.碓边组；14.荷塘组；15.西峰寺组；16.雷公坞组；17.志棠组；18.上墅组；19.燕山期二长花岗岩；20—22.晋宁期花岗斑岩、花岗闪长岩、石英闪长岩；23.辉绿岩脉；24.逆断层；25.正断层；26.平移断层；27.性质不明断层；28.推测断层；29.断层硅化破碎带；30.不整合界线；31.假整合界线；32.教学路线及编号。

# 附录 4 图例格式

## (1) 岩石花纹图例

|  |        |  |           |
|--|--------|--|-----------|
|  | 砾岩     |  | 石灰岩       |
|  | 石英岩砾岩  |  | 粗碎屑灰岩     |
|  | 砂岩     |  | 瘤状泥灰岩     |
|  | 长石石英砂岩 |  | 白云岩       |
|  | 凝灰质砂岩  |  | 含磷白云岩     |
|  | 粉砂岩    |  | 叠层石白云岩    |
|  | 泥质粉砂岩  |  | 熔结火山角砾岩   |
|  | 页岩     |  | 凝灰岩       |
|  | 粉砂质页岩  |  | 沉凝灰岩      |
|  | 炭质页岩   |  | 石煤层       |
|  | 硅质页岩   |  | 铝土矿 (粘土岩) |
|  | 钙质页岩   |  | 第四系松散堆积物  |
|  | 泥岩     |  | 动物化石      |
|  | 含砾泥岩   |  | 植物化石      |

## (2)地质图和构造纲要图常用符号

|                                                                                     |                      |                                                                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    | 假整合界线                |    | 背斜轴线 (轴迹)      |
|    | 不整合界线                |    | 向斜轴线 (轴迹)      |
|    | 实测地层界线               |    | 倒转背斜 (轴迹)      |
|    | 推测地层界线               |    | 倒转向斜 (轴迹)      |
|    | 实测断层线 (红色)<br>(性质不明) |    | 隐伏背斜轴线<br>(轴迹) |
|    | 推测断层线 (红色)<br>(性质不明) |    | 隐伏向斜轴线<br>(轴迹) |
|    | 正断层 (红色)             |    | 剖面线            |
|   | 逆断层 (红色)             |  | 地层产状           |
|  | 平移断层 (红色)            |  | 地层倒转产状         |

### (3) 地形图图例

