

高等学校试用教材（供地质专业学生野外教学使用）



安徽巢湖地质教学实习基地 实习指导书

长安大学资源学院 编

目 录

| | |
|---------------------|----|
| 第一章 绪 论 | 01 |
| 一、实习目的和任务 | 01 |
| 二、实习要求 | 01 |
| 三、实习时间安排 | 02 |
| 四、考核 | 02 |
| 第二章 地理环境与地质研究简史 | 03 |
| 一、实习区位置、交通及地理概况 | 03 |
| 二、实习区地质研究简史 | 04 |
| 第三章 区域地质背景及演化 | 05 |
| 一、概述 | 05 |
| 二、相关大地构造单元简介 | 05 |
| 三、实习区地质发展演化简史 | 06 |
| 第四章 地层 | 08 |
| 一、概述 | 08 |
| 二、各地层单元特征 | 08 |
| 第五章 沉积岩及沉积相 | 19 |
| 一、常见岩石类型及其特征 | 19 |
| 二、沉积构造及其特征 | 24 |
| 三、沉积环境与沉积相 | 26 |
| 第六章 地质构造 | 29 |
| 一、褶皱 | 29 |
| 二、断裂 | 30 |
| 三、节理 | 31 |
| 第七章 侵入岩 | 32 |
| 一、概述 | 32 |
| 二、实习区侵入岩特征 | 32 |
| 第八章 矿产与旅游资源 | 33 |
| 一、矿产资源 | 33 |
| 二、旅游资源 | 34 |
| 第九章 区域地质调查方法 | 36 |
| 第一节 区域地质调查工作程序 | 36 |
| 一、概述 | 36 |
| 二、区调工作程序 | 36 |
| 第二节 传统区域地质调查工作的基本方法 | 37 |
| 一、设计阶段 | 37 |
| 二、野外工作阶段 | 39 |
| 三、成果编写阶段 | 44 |
| 四、最终成果验收阶段 | 46 |
| 五、资料归档阶段 | 46 |
| 第三节 数字填图方法简介 | 46 |
| 一、野外数字填图技术基础 | 46 |

| | |
|--------------------|----|
| 二、数字地质图编制 | 48 |
| 第十章 一野外地质教学路线指南 | 49 |
| 一、地质教学路线观察的目的任务 | 49 |
| 二、地质教学观察路线的布置 | 49 |
| 三、野外地质教学观察路线指南 | 49 |
| 第十一章 实测剖面及其成图方法 | 55 |
| 第一节 实测剖面方法 | 55 |
| 一、实测地层剖面的方法 | 55 |
| 二、实测其它剖面的方法简介 | 59 |
| 第二节 剖面图及柱状图的绘制方法 | 61 |
| 一、实测地层剖面图的绘制 | 61 |
| 二、地层柱状图及综合地层柱状图的绘制 | 63 |
| 参考文献 | 65 |
| 附录一 地质图例 | 66 |
| 附录二 图版及图版说明书 | 68 |

内容简介

本教材是在认真落实教育部“质量工程”计划，加强地学专业实践教学环节的形势下，专门为地质学、资源勘查工程、矿物加工工程等相关地学专业大二学生在安徽巢湖地质教学基地进行野外教学实习编辑的实习指导书，也是长安大学“安徽巢湖地学实习基地建设”教学研究项目的成果总结。全书共分十一章，包括绪言、地理环境与地质研究简史、区域地质背景及演化、地层、沉积岩及沉积相、地质构造、侵入岩、矿产与旅游资源、区域地质调查方法、野外地质教学路线指南、实测剖面及其成图方法。后附有统一的地质图例，相关的图版和图版说明。

该教材可供校内外相关地学专业师生在巢湖实习基地进行野外教学实习时使用，也可作为在该区进行地质调查研究、矿产资源开发、旅游资源开发利用的重要参考文献。

前 言

区域地质调查是一项十分重要的基础性、公益性地质工作，其目的和任务是通过不同比例尺的地质填图来查明一定区域范围内地层、岩石、构造、矿产等各种地质体的分布和组成特点，系统研究其属性、生成环境、地质背景、相互关系及发展演化规律等基础地质问题，为国土资源规划、矿产资源勘查开发、工程地质勘察、水文地质和环境地质评价、地质学基础理论研究、寻找和发现新的矿产资源、国民经济建设的重大工程等提供可靠的基础地质资料。因此，区域地质调查是地学类专业学生必须掌握的一项最重要的基本技能。

区域地质调查实习，即地学专业本科二年级的野外教学实习，涉及到众多的地质基础理论课程，如古生物学、地史学、矿物学、岩石学、构造地质学、水文地质学、地貌学、矿床学等，因此二年级野外教学实习实际上是对学生所学专业基础知识的一次大检阅，也是一次地质调查工作方法的综合而系统的训练。

我校地学专业的二年级野外教学实习曾先后在河南宜阳和陕西汉中梁山进行，并在河南宜阳建有专门的野外教学基地，积累了比较丰富的地质资料和教学科研成果，形成了一套系统的教材和成熟的野外教学方法，培养了一大批受用人单位欢迎的高素质地质人才。但先后因河南宜阳实习基地受当地煤矿开采等对环境的影响，以及汉中梁山受“长防林保护工程”和当地开山炸石的影响，使实习区露头覆盖严重，交通不便，才使我们不得不放弃原有的实习基地，于2002年到安徽巢湖另择实习基地。

在巢湖新基地，我校开始一直使用西北大学编写的实习指导书和地质图件。为了尽快适应新基地，全面熟悉和了解新基地的地质特征，发挥我校自身的野外实践教学特色，于2004年向长安大学教务处立项申报了“安徽巢湖地学专业野外教学实习基地建设”教育教学研究课题。经过近几年的实习教学和专门研究，现已完成巢湖实习基地相关地质图的编绘和野外实习指导书的编写。

本实习指导书是长安大学“安徽巢湖地学专业野外教学实习基地建设”教学研究项目的最新成果。李勇教授执笔第三、七、九章和全书统稿；焦建刚博士执笔第一、六、十章；许安东副教授执笔第二和第十一章；陈淑娥副教授执笔第四和第八章；赵欣副教授执笔第五和附录一；郭俊峰博士负责图版及图版说明。实习指导书全面参考了合肥工业大学和西北大学编辑出版的相关实习指导书，但在章节编排、区调填图方法、石炭～二叠系地层及微体化石等方面有新内容增加。由于编者水平有限，经验不足，缺点和错误在所难免，内容的取舍上也不一定完全合适，望多批评、指正。十分感谢西北大学地质系多年来对我校在巢湖基地实习的大力支持。

编者

2007年于西安

第一章 绪论

地质学专业二年级野外教学实习是在一年级野外认识实习和二年级室内教学的基础上进行的，是大学阶段一次重要的、集中而且较系统的实践教学过程。实习以区域地质调查方法为重点，涉及纵多的基础地质知识、技能和方法，如古生物学、地史学、地层学、矿物学、岩石学、矿床学、构造地质学、水文地质学、第四系及地貌学等学科，实际上是对学生所学专业的一次综合性实习，同时也是一次地质调查工作方法的综合而系统的训练。

一、实习目的和任务

理论联系实际，通过实习巩固并加深对已学课程的理解和认识。同时注意培养学生吃苦耐劳、艰苦奋斗、开拓创新、团结合作的精神；养成实事求是、科学严谨的工作态度；培养学生热爱地质事业，勇于探索地球奥秘的兴趣。逐步掌握由点到面、点面结合、由表及里、由浅入深、将今论古等地质思维方法和工作方法。

实习期间主要进行区域地质调查方法的系统训练，让学生掌握地质踏勘、剖面测量、地质填图、数字填图和地质报告编写的基本知识、方法与技能。培养学生独立从事地质调查设计和野外调查研究的能力，为今后的课程学习和地质工作打下坚实的基础。

二、实习要求

1. 注重教学质量

因实习队组队教师的变化和对实习区地质认识的更新，要求实习队教师提前进行 3-4 天的野外地质踏勘，认真做好教学准备和预习，达到对实习区地层层序、常见矿物、岩性特征、结构构造、生物化石、沉积环境、断层性质、地层间接触关系、地貌及主要测量方法等熟练掌握，并了解区域地质概况。耐心细致地指导学生识别地质现象和实际动手操作能力，使学生学会识别并描述各种地质现象；掌握地质素描、信手剖面、实测剖面、综合地层柱状图、地质填图、GPS 和数字填图等野外工作方法和技能。实习结束后，实习老师要认真进行本次实习的总结和讨论：包括实习计划完成情况，是否达到教学大纲的要求和预期目的，有何新发现和新进展，今后实习建议等。

对学生要求提交：

- ① 区域地质调查报告 1 份；
- ② 实测地层剖面 2-3 条（含剖面小结、记录本和记录纸）；
- ③ 1/5 万地形地质图 1 幅（含综合地层柱状图和图切剖面图）；
- ④ 实习记录本一个；
- ⑤ 各小组提交一套野外实习手图和实际材料图；
- ⑥ 数字填图小组提交相关数字图件资料。

2. 积极开展思想教育，严格组织纪律

- 1) 以党、团支部为核心，发扬团队精神，做好扎实细致的思想工作。结合实习基地特点，进行国情和民情教育，从思想和组织上确保野外实习的顺利完成。
- 2) 野外实习期间，严禁下河或水库游泳洗澡，违者实习成绩记零分，并送回学校处理。
- 3) 严禁打架斗殴，酗酒闹事，夜不归宿。违者视情节轻重给予纪律处分，严重的实习成绩记零分。
- 4) 野外工作无故缺勤者，每次扣 10 分，三次以上记零分。
- 5) 野外工作中应相互关心、帮助，提高警惕，严防因开矿爆破、滚石等可能造成的不安全事故。

三、实习时间安排

根据学校教学计划，本次实习时间为 5 周。部分指导教师提前出发进行教学准备工作。实习具体时间安排如下：

1. 室内准备 3 天

1) 召开实习动员大会，明确实习目的、任务、要求，宣布实习纪律及注意事项；介绍实习区地质概况，明确野外工作步骤、要求和注意事项。

2) 按照学生的学习和身体状况，各班分编实习小组，每班 4 组，选出组长，负责小组工作，检查并分发野外实习用品，督促完成实习期间的各项任务。

3) 每位实习同学认真阅读实习指导书，并尽可能收集前人资料和文献，以便熟悉实习区的基本地质特征。

4) 出发前每位实习同学必须准备好野外实习用品：地质锤、罗盘、放大镜、野外记录本、实习指导书、三角板、量角器、2H 铅笔、橡皮、铅笔刀；个人根据自身情况准备：工作服、登山鞋、地质包、草帽、饭盒、水壶、专业书（沉积岩、古生物地层学、构造地质学）。

2. 野外实习 30-32 天

野外实习期间，根据天气情况、学生掌握知识程度和实习进度需要对野外资料及时整理、阶段总结和讲课，一般是野外作业开始前，指导老师讲授实习区地层系统、地质概况、地质路线踏勘目的、方法 and 要求；

踏勘结束后，按时完成踏勘阶段的资料整理，同时指导老师讲授实习区主要岩石类型以及实测剖面的方法 and 要求，随后分组开始剖面实测工作；

实测剖面结束后，指导老师讲授剖面图和综合柱状图的制作规范、方法 and 要求，各实习小组可根据剖面的长度和厚度自选比例尺完成剖面图和综合地层柱状图的制作；同时指导老师讲授野外地质填图的规范、工作方法和要求；随后开始野外填图。

填图结束后，指导老师讲授地质图的成图规范、方法 and 要求，并介绍地质报告编写的内容、要求；各实习小组整理记录本、手图等原始资料，绘制实际材料图和清绘地质图，编写地质报告。具体时间安排如下：

- 1) 路线踏勘 5 天：地质路线踏勘 4-5 条；
- 2) 实测剖面 3 天：分组进行，实测剖面 2-3 条；
- 3) 地质填图 7 天：地质路线 4-5，野外地质补课或专题研究 2 天；
- 4) 讲课 2 天：实测地质剖面方法、地质填图方法、剖面图绘制方法及报告编写。
- 5) 绘图 5 天：剖面图及综合柱状图绘制 3 天，地质图成图 2 天；
- 6) 报告编写 5-7 天（报告编写时间可根据实习经费等具体情况返学校完成）；
- 7) 往返路途 3 天。以上安排仅供参考。

四、考核

按照学校规定，二年级野外教学实习凡是考核不及格者一律不予补考。成绩评定采用优秀、良好、中等、及格和不及格五个等级。

1、考核原则：坚持高标准、严要求、全面综合考察的原则。

2、考核内容：学生在整个实习过程中的表现，对基础理论知识、野外地质工作技能和方法及实习区主要地质现象的掌握情况，最终完成实习报告的质量等三大方面。

3、考核办法：学习态度、野外表现、出勤及遵守纪律情况占 20%；对实习大纲要求掌握的基础理论知识、基本技能和方法以及野外地质现象的掌握情况占 30%（面试）；原始资料、图件的整理情况和文字报告的完成质量占 50%。综合成绩 90 分以上为优秀级；80~89 分为良好级；70~79 分为中级；60~69 分为及格；60 分以下为不及格。

第二章 地理环境与地质研究简史

一、实习区位置、交通及地理概况

实习区位于安徽省中部的巢湖市北部，属于江淮丘陵区的南部，距合肥市约 70 公里。以凤凰山为中心，南抵巢湖之滨，北达草鞋岭，西至俞府大村，东到大小汤村。其范围是东经 $117^{\circ} 47'$ — $117^{\circ} 54'$ ，北纬 $31^{\circ} 36'$ — $31^{\circ} 42'$ 。区内三面环山，南面近邻巢湖。山脉走向为 35° — 40° ，平面图上呈“M”形延伸，主要由龟山、马家山、平顶山、朝阳山、碾盘山、凤凰山、大尖山、峨嵋山等组成。最高峰大尖山海拔高程 350m，一般山区海拔高程 100—300m，最低处狮子口海拔高程仅 20m。实习区西南部的巢湖为我国五大淡水湖泊之一，东南为裕溪河冲击平原，地形平坦，水系发育，系属长江流域。最大的河流为裕溪河，是沟通省会合肥、巢湖与长江的水上通道。

实习区水陆交通极为便利，淮南铁路贯穿境内，高等级公路四通八达，（图 2—1）。水运以巢湖为中心，水轮、木帆船沿水运可通往合肥及长江沿岸各城镇。地质构造清晰适中，沉积地层出露较好，类型多样，自然矿产资源丰富。物价不高，居住生活等条件优越。旅游文化底蕴深厚，民风纯朴。是高等院校学生野外教学实习的极佳选地，学生把理论知识应用于实践的良好场所。在环境宜人，条件优越的短暂实习生活中，学生能很快的熟悉和适应当地的水土人情，学到实用的野外地质工作方法，得到动手能力和综合思维能力的训练。

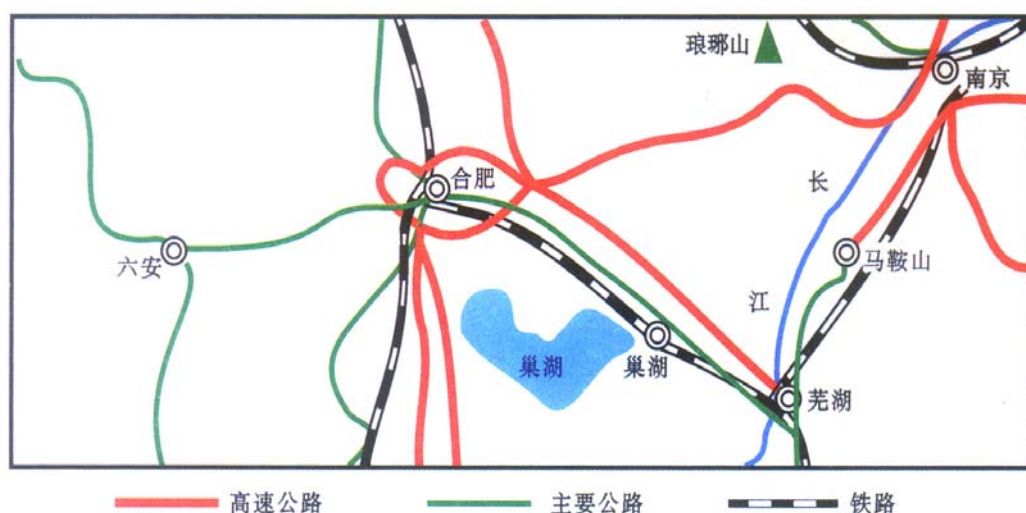


图 2—1 巢湖市交通位置图

巢湖地区属北亚热带湿润季风气候区。总的气候特征是：气候温和，雨量适中，光照充分，无霜期长；季风气候显著，冬寒夏热，四季分明。巢湖地区年降水量在 1000~1158 毫米之间，一年内 7 月降水最多，12 月最少。

农产品以水稻、小麦为主，豆、薯次之。经济作物有棉、麻、茶叶、油菜、芝麻、花生等；水果有花红、桃、杏、石榴等；水产品有鱼、虾、河蟹等，尤以巢湖银鱼驰名中外，素有鱼米之乡之美称。

矿产有煤、白云石、化工石灰岩、熔剂石灰岩、水泥石灰岩、硅石、萤石、耐火粘土、陶用粘土和驰名省内外半汤矿泉水等。

工业较发达，主要为水泥、化工、机械及轻工业等，规模较大的工厂有巢湖水泥厂、安徽维尼纶厂、柴油机厂、油泵油咀厂、铸造厂、坦克修配厂等。

二、实习区地质研究简史

实习区自 20 世纪 30 年代以来，地质工作者出于不同的目的做过大量的地质工作。20 世纪 50 年代以前主要是围绕找矿展开的较大大比例尺的地质调查工作，20 世纪 70 年代到 80 年代主要进行的是大中比例尺的区域地质调查。合肥工业大学地质系早在 20 世纪 50 年代就将该区辟为野外教学的实习基地，50 多年来该校师生在地层、古生物以及地质构造，第四纪地质，环境和旅游地质等方面都有重要的发现，并取得一些研究成果，为巢湖实习基地的建设奠定了良好的基础。并于 2005 年由合肥工业大学出版社出版了《巢湖地学实习教程》作为野外教学的指导书。

进入 21 世纪以来，结合下三叠统印度阶—奥伦尼阶层型剖面的研究围绕区内的平顶山剖面做了大量地层方面的工作，取得了重要研究成果。

自 20 世纪 80 年代以来，区内先后有、中国石油大学、南京大学、同济大学、浙江大学、中山大学、中国科技大学、中国矿业大学、华东师范大学、长安大学、西北大学、中国海洋大学、西安石油大学等 30 余所院校来此实习。其中一些院校在经过数年野外教学，以及地质研究的基础上正式出版或者内部发行了各自的野外教学实习指导书。有的学校还结合野外教学设立研究课题，取得了较多的研究成果。主要的研究成果或者文献列述如下：

1、1934 年，徐克勤曾在巢湖市北部地区作过 1: 5 万地质调查，著有“安徽省巢县北部地质报告”。

2、1953 年 4 月，安徽省地质局合肥市地质队李云祝，对该区曾做过 1: 1 万泥盆纪铁矿普查，著有“安徽巢县凤凰山—岨嶂山铁矿评价报告”。

3、1956 年元月，华东地质局巢县地质队曾做过 1: 1 万煤田普查，著有“安徽含山、巢县、怀宁一带煤田普查报告”。

4、1978 年，安徽省地质局区域地质调查队作过 1: 20 万区域地质调查，著有“1: 20 万合肥、定远幅区域地质调查报告”。

5、1983 年，安徽省地矿局区域地质调查队作过 1: 5 万区域地质调查，著有“1: 5 万巢县幅区域地质调查报告”。

6、2005 年，王道轩、宋传中等，《巢湖地学实习教程》，合肥工业大学出版社。

7、2007 年，西北大学地质系，《巢湖北部凤凰山地区区域地质调查实习指导书》，西北大学出版社。

8、2005 年，郭俊锋等，《安徽巢湖地区石炭纪—三叠纪生物地层研究》，长安大学内部研究课题报告。

9、南京大学地球科学系，《区域地质调查实习指导书》，南京大学内刊。

第三章 区域地质背景及演化

一、概述

安徽巢湖地质教学实习基地的大地构造位于处于扬子地块东北部的下扬子拗陷，西以郯(城)庐(江)断裂带与华北地块相分隔，东与太平洋板块相邻，其西南部与大别造山带相毗邻。在地层区划上属于扬子地层区，下扬子地层分区，六合巢县地层小区。该实习区的地质发展演化主要与上述相邻的大地构造单元相关。

二、相关大地构造单元简介

华北地块和扬子地块是我国南北两个相对稳定的地块，在地史中总体表现为构造活动性较弱，区域稳定性较强的特点。其中，华北地块在古元古代末的吕梁运动后(1800Ma)基底固结，成为稳定的克拉通地块。从中元古代至古生代期间发育有稳定的沉积盖层，地块内部只有差异升降运动，基本没有发生造山运动。在中、晚寒武世～早奥陶世期间发育了一套厚度和岩相均一的陆表海沉积；中奥陶世一早石炭世期间地块主体处于隆起剥蚀状态；晚石炭世～二叠纪主体上处于准平原化阶段，发育了一套分布广泛的海陆交互相～河湖相沉积。在侏罗纪～新近纪进入构造活化期，受到强烈的伸展作用改造，在渤海湾、松辽等地区发育了一系列 NE～NNE 向张性断陷盆地，中～基性岩浆活动比较强烈。

南方的扬子地块在青白口纪末的晋宁运动后(约 800Ma)基底才固结，其上发育了震旦纪以来的稳定盖层沉积。下扬子拗陷在晚震旦世广泛发育灯影组碳酸盐岩台地相沉积；寒武纪～早志留世早期，该地区强烈拗陷，发育了一套累计厚度上 10000m 的滨浅海～较深海相砂泥质沉积建造，实习区见到的高家边组就是其代表；从中志留世开始发生海退，沉积范围和沉积厚度大幅度减小，到晚志留世～中泥盆世该区基本没有接受沉积；从石炭纪开始再次发生大规模海侵，普遍发育了台地碳酸盐岩相沉积，并一直持续到中三叠世后期；晚三叠世全区抬升，仅局部残留有海相沉积环境；三叠纪以后海水退出下扬子地区，从此转变为陆相河湖沉积环境。晚侏罗世一早白垩世期间构造活动强烈，并伴有大规模的岩浆活动，岩浆岩以重熔型“S”型花岗岩和流纹岩、粗面岩、粗面安山岩等为主。

大别造山带是扬子板块与华北板块对接之后形成的碰撞造山带，碰撞作用发生在晚三叠世。苏鲁造山带与秦岭一大别造山带本来是一个连续的造山带，受郯庐断裂的大规模左行走滑活动使二者错开，使苏鲁造山带现今的主体位于山东半岛。关于苏鲁—秦岭一大别造山带形成的板块碰撞作用，目前一般认为是印支运动的南象幕(南象运动创名于南京南象山，是指中、下侏罗统象山群沉积前的构造运动)。这次构造运动对巢湖地区也产生了重要影响，导致该地区侏罗纪以前的地层发生褶皱变形。

郯城—庐江断裂(简称郯庐断裂)纵贯中国大陆东部，对中国大陆东部中、新生代区域构造演化与含油气盆地形成具有重要的控制作用。该断裂带北起黑龙江的罗北，向南经依兰、伊通、四平、营口后穿过渤海湾，再向南经潍坊、郯城、庐江，过长江后继续向南延伸。断裂带由一系列次级断裂和断块构成，大别造山带的东段被郯庐断裂带截断。

巢湖实习基地位于扬子地块的东北边缘，总体上具有扬子稳定地块的沉积和构造特征，但又显示了一定的构造活动性。在构造上，侏罗纪以前主要受到扬子地块和大别—苏鲁造山带的影响，侏罗纪以后主要受到东部库拉—太平洋板块向亚洲大陆之下俯冲作用的影响。

因该区处于大陆边缘活动带环境，表现出如下两大地质特征：

①实习区地处扬子地块边缘，构造活动性相对较弱，主要表现为岩石基本未变质，地层变形不强烈。

②实习区的地层系统和构造属于扬子板块体系，不同于华北板块体系。

三、实习区地质发展演化简史

整个扬子地块在青白口纪末期的晋宁运动(800Ma)完成基底固结,此后进入一个相对稳定的大地构造单元演化阶段。其上的沉积盖层主要由台地型碳酸盐岩和碎屑岩组成,其内部构造变形和岩浆活动相对较弱。从巢湖实习区晚震旦世以来的地质记录,可将实习区的地质发展演化历史分为如下5个阶段:

1. 震旦纪阶段

继晋宁运动之后,扬子地块从震旦纪开始发育稳定的盖层沉积。在上扬子区,震旦纪沉积记录可以长江三峡地区震旦系为代表。包括莲沱组陆源碎屑岩、南沱组冰碛岩、陡山沱组和灯影组的台地—陆棚相碳酸盐岩及细碎屑岩。实习区所在的下扬子区,震旦纪只有晚期灯影组的局限台地白云岩、白云质灰岩和硅质岩沉积。震旦纪末,扬子区总体又抬升,形成了与寒武系之间的区域平行不整合接触关系。

2. 早古生代阶段

继震旦纪末的短暂抬升之后,扬子地块发生强烈的沉降作用,引起广泛的海侵。在早古生代早中期发育了寒武—奥陶系的海侵沉积序列,但在早寒武世晚期和奥陶纪晚期分别有过短暂的抬升,形成了相应层位的平行不整合接触,其余各组地层之间为整合接触。在早古生代晚期发育了志留系的海退沉积序列,这主要是受加里东运动,即我国的广西运动的影响。作为广西运动的前奏,扬子地块从志留纪初即开始抬升并发生海退,扬子地块内部志留纪的水体逐渐变浅,沉积范围变小,使志留系主要由浅海陆棚相细碎屑岩组成。由此表明,广西运动从其酝酿阶段就开始对扬子地块区的沉积环境造成了显著的影响,到志留纪末,广西运动使华南加里东造山带形成,也造成了晚志留世地层的普遍缺失。

实习区早古生代阶段的地质演化与整个扬子地块的演化基本一致。因受后期构造的改造,大部分地层未见出露,仅见到下志留统高家边组和中志留统坟头组。两者之间为整合接触,与下伏地层为断层接触,与上覆地层泥盆系五通组呈平行不整合接触。

3. 晚古生代至三叠纪阶段

扬子地块从晚泥盆世又一次开始大规模的海侵。这次的大海侵旋回包括了多个次级海进—海退过程,海水进退的频繁交替,形成了多个层位存在的短暂沉积间断。

位于下扬子区的巢湖实习区,在经历了晚志留世—中泥盆世的隆起剥蚀之后,在晚泥盆世发育了一套以石英砂岩为主的河流—滨海相碎屑岩沉积,被称为五通组(D_3w),属于海侵初期在本区的反映。从石炭纪开始,本区发育了石炭系—二叠系以开阔台地碳酸盐岩和陆棚相碳酸盐岩—硅质岩为主的沉积建造,反映其海侵作用的规模逐渐扩大,晚二叠世晚期发育了较深水环境下的低速沉积。三叠纪一开始,基本继承了晚古生代的沉积环境,整个下中三叠统是一套海退序列的泥钙质型陆棚浅海—较深水相—滨海潮坪相含泥质碳酸盐岩沉积。

晚三叠世,扬子板块与华北板块碰撞,形成了大别—苏鲁造山带。这次造山运动被称之为印支运动的南象幕,对实习区的沉积环境和地质构造也产生了显著的影响,表现在本区中三叠统马鞍山组明显海退序列的蒸发台地相蒸发岩沉积建造。中三叠世之后,本区全面抬升为陆地。受印支运动(南象幕)强烈的南北向挤压应力作用,还使本区前侏罗纪地层发生强烈的褶皱和断裂活动,形成一系列紧闭的线性褶皱,奠定了巢湖地区现今地质构造的基本轮廓。

需要指出的是,印支运动(南象幕)发生时,大别—苏鲁造山带仍是一个连续的碰撞造山带,还不存在明显的郯庐断裂错动,现今的实习区位置在当时可能位于更南。。

4. 侏罗—白垩纪阶段

印支运动之后,整个中国东部地区在侏罗—白垩纪期间地质演化主要受控于库拉—太平洋板块向亚洲板块的俯冲活动,使中国东部地区的地质构造背景变成一个新的大陆边缘活动带。造成该区

沉积环境的不均匀性加强，河流湖泊相地层的层序残缺不全，地层分布范围局限，地层之间的角度不整合接触关系频繁出现，岩浆活动强烈。

侏罗纪，由于库拉～太平洋板块向亚洲大陆之下俯冲，中国东部成为弧后伸展背景，在下扬子拗陷区发育了零星的侏罗系沉积。在巢湖实习基地北部地区发育有下部磨山组河流沼泽相含煤碎屑岩沉积和上部罗岭组的河流相细碎屑岩沉积。在卧牛山一带可见到上侏罗统毛坦厂组分布，主要由粗安质火山角砾岩夹凝灰质岩屑细砂岩和粉砂岩组成。另外，在实习区出露的狮子口花岗斑岩和王乔洞花岗斑岩也是晚侏罗世的产物，反映该区晚侏罗世的火山、岩浆活动比较强烈。

早白垩世，库拉～太平洋板块的洋中脊接近俯冲带，库拉板块向亚洲大陆 **Nw** 向的俯冲难以继续进行，便向 **NNw** 方向向北移动并俯冲，造成亚洲大陆东部处于强烈的左行扭动应力环境。在此背景下，郯庐断裂发生大规模的左行走滑运动，使大别—苏鲁造山带被错断。巢湖地区在印支运动中形成的紧闭线性褶皱也被强烈改造，褶皱的延伸方向逐渐被改造为 **NE** 向，同时还形成一些逆断层。

晚白垩世，库拉板块对中国东部的影响明显减弱，太平洋板块向西俯冲于亚洲大陆之下，中国东部再次处于弧后伸展背景，发育强烈的火山活动。但在实习区未见该期火山活动记录，一些 **Nw** 走向的正断层可是这一时期发育的。

在巢湖实习区，白垩纪仅在卧牛山一带的上侏罗统毛坦厂组之上不整合覆盖了一套红色砂、砾岩沉积，被确定为上白垩统宣南组。

5. 新生代阶段

新生代以来，中国东部的地壳活动基本继承了中生代的特点，主要受控于太平洋板块向西的俯冲作用，以差异升降和断裂活动为主要特点。白垩纪以后，下扬子区地壳缓慢上升，仅局部可见零星分布的第三系双塔寺组沉积和较广的第四系沉积。

第四系沉积在巢湖实习区覆盖了一定的面积，沉积类型较多：山区有坡积物和倒石堆，由含砾石或砾块及含砂砾粘土组成，可达 3-4m 厚；河谷中有河床冲积物，由砾石或含砾粘土、粘土呈层状排列；巢湖湖滨有河流—湖泊沉积物，以含砂或砾石亚粘土、亚砂土、亚粘土等组成；碳酸盐岩区可有少量洞穴堆积。

新生代，在巢湖地区的新构造主要表现为一些早期形成的不同方向断裂继续活动，同时还可能产生了一些新的小型断裂。经过新构造运动的改造、风化剥蚀作用以及人为活动的改造，最终形成了巢湖地区现今地表的地质地貌特点。

第四章 地层发育特征

一、概述

巢湖市北部凤凰山地区属于扬子地层区、下扬子地层分区、六合巢县地层小区。实习区内出露的地层有上震旦统、下一中志留统、上泥盆统、石炭系、二叠系、下一中三叠统、下侏罗统和第四系。下一中志留统与中一下三叠统分别构成凤凰山背斜和平顶山向斜的核部，其他地层依次分布在它们的两侧。现将实习区地层的发育特征阐明如下（表 4-1）：

二、各地层单元特征

（一）震旦系

1、上震旦统灯影组（Z₂d）

上震旦统灯影组出露于青苔山地区，逆冲推覆于下志留统之上，未见底。缺失灯影组顶部较稳定的硅质岩层。灯影组可分为上、下两段，厚度约 360m 左右。

下段：厚约 291m，以浅灰色微晶白云岩为主，又可分上、中、下三部分。下部含硅质条带、硅质结核白云岩，厚约 148m；中部为厚层含蓝绿藻泥晶白云岩，厚约 95m 左右；上部为硅质岩，白云石呈碎裂状，厚约 47m。其中中下部含微古植物原 *Protileiasphaeridium* sp.（始光面球藻），*Girvanella* sp.（葛万藻），以及 *Osagia* sp.（核形石），迭层石 *Baicalia*?（贝加尔迭层石?）等。

上段：厚约 69m，灰黑色、深灰色燧石条带沥青质微晶白云岩、条纹状白云岩及细晶鲕粒白云岩，底部为中细粒岩屑石英砂岩，顶部掩盖。产微古植物化石原始光面球藻等。

表 4—1 安徽巢湖北部实习区综合地层简表

| 界 | 系 | 统 | 组 | 代号 | 厚度 (m) | 岩 性 特 征 |
|-----|-----|----|-------|------------------|-----------|--|
| 新生界 | 第四系 | | | Q | >10 | 河湖相沙、砾、粘土、亚粘土及坡积物。 |
| 中生界 | 侏罗系 | 上统 | 毛坦厂组 | J ₃ m | >151 | 紫灰色安山岩、粗安质火山角砾岩夹凝灰质岩屑细砂岩、粉砂岩。 |
| | | 下统 | 磨山组 | J ₁ m | >20 | 砖红色中厚层砂砾岩、细粒岩屑、长石杂砂岩。 |
| | 三叠系 | 中统 | 东马鞍山组 | T ₂ d | 96 | 上部灰黄色厚层角砾状灰岩、泥质、白云质灰岩；下部灰色薄—中层灰岩、灰紫色含石盐假晶灰质白云岩。 |
| | | 下统 | 南陵湖组 | T ₁ n | 160 | 上部薄层深灰色灰岩夹炭质页岩；中部灰绿色中薄层瘤状灰岩、厚层灰岩、钙质页岩；下部深灰色厚层灰岩、微红色中薄层瘤状灰岩。 |
| | | | 和龙山组 | T ₁ h | 21 | 上部灰色薄层灰岩夹黄绿色薄层似瘤状泥质灰岩、泥岩；下部灰绿色紫色薄层似瘤状灰岩、泥灰岩。 |
| | | | 殷坑组 | T ₁ y | 84 | 上部灰绿色钙质页岩夹薄层泥灰岩及带状白云质灰岩；中部灰黄色粉砂质泥岩夹灰色中薄层泥似瘤状带灰岩；下部浅灰、黄绿色泥岩、含粉砂质泥岩夹似瘤状灰岩。 |
| 古生界 | 二叠系 | 上统 | 大隆组 | P ₂ d | 30 | 上部灰黑色薄层硅质炭质泥岩；中部紫灰色、黑色炭质页岩、硅质页岩；下部灰黑色薄层硅质岩、炭质硅质岩夹泥岩、页岩。 |

| | | | | | | |
|-----|-----|----|------|------------------|------|---|
| | | 下统 | 龙潭组 | P ₂ l | 60 | 上部灰黑色粉砂岩、泥岩夹煤线，顶部灰黑色中、厚层泥晶白云质灰岩；下部灰黄色中、厚层细粒岩屑长石石英砂岩、泥岩夹黑色硅质岩。 |
| | | | 孤峰组 | P ₁ g | 48 | 上部浅紫、黄褐色薄层硅质泥岩；中部灰黑色薄层放射虫硅质岩；下部灰黄色粉砂岩、泥岩、页岩。 |
| | | | 栖霞组 | P ₁ q | 171 | 上段黑色中、厚层含燧石团块、含泥质灰岩、白云质灰岩；下段深灰色薄—中层状含沥青质臭灰岩及含生物碎屑灰岩，底部黄黑色碎屑岩夹劣质煤。 |
| | 石炭系 | 上统 | 船山组 | C ₃ c | 11 | 上部灰色中—厚层亮晶生物碎屑灰岩、球藻灰岩；下部黑色厚层微晶灰岩，底部灰黄色含褐铁矿团块灰岩。 |
| | | 中统 | 黄龙组 | C ₂ h | >27 | 上部灰、紫红色厚层亮晶生物碎屑灰岩夹砂屑灰岩；下部浅灰、肉红色厚层状生物碎屑泥晶与亮晶灰岩。 |
| | | 下统 | 和州组 | C ₁ h | 27 | 上部灰、浅红色中—厚层亮晶生物碎屑灰岩，顶部炉渣状灰岩；下部灰黑色生物碎屑白云质灰岩、泥岩。 |
| | | | 高骊山组 | C ₁ g | 25 | 上部杂色砂质、粉砂质页岩，顶部灰白色石英砂岩；中部灰黄色钙质泥岩夹姜粒状灰岩、生物碎屑灰岩；下部灰黄色粘土岩，底部夹褐铁矿。 |
| | | | 金陵组 | C ₁ j | 8 | 上部灰黑色中厚层生物碎屑粉晶、微晶灰岩；下部灰黄色薄层含泥细砂岩。 |
| | 泥盆系 | 上统 | 五通组 | D ₃ w | 93 | 上部灰黄、灰紫、灰白色薄层石英砂岩粉砂质泥岩、炭质页岩；下部灰白色中、厚层状石英砂岩、含砾砂岩，底部中、厚层状砾岩。 |
| | 志留系 | 中统 | 坟头组 | S ₂ f | >95 | 上部杂色薄层粉砂岩、粉砂质泥岩、岩屑砂岩；中部黄绿色粉砂质泥岩、石英砂岩；下部黄绿色中层状石英细砂岩。 |
| | | 下统 | 高家边组 | S ₁ g | >595 | 上段黄绿色中、薄层长石石英细砂岩；中段黄绿色页岩、薄层长石细砂岩；下段灰黑色页岩。 |
| 元古界 | 震旦系 | 上统 | 灯影组 | Z ₂ d | 360 | 上段深灰、灰黑色含燧石条带、沥青质微晶白云岩；下段浅灰色微晶白云岩、微晶灰岩，夹泥质灰岩。 |

（二）志留系

实习区仅出露下志留统高家边组和中志留统坟头组，构成了凤凰山背斜的核部。两组之间呈整合过渡关系；区域上，坟头组与上覆上泥盆统五通组呈平行不整合接触，在狮子口剖面呈断层接触。

1. 下志留统高家边组（S₁g）

该组的标准剖面位于江苏省句容县东北约 20km 的高家边，并以此而命名。区内高家边组大多出露不全，仅见高家边组之中上部。以狮子口及旗山出露较好。

狮子口大致可以分为三部分。下部未见底，厚度>29m，青灰色页岩夹薄到中厚层泥岩及黄绿薄层状页岩，产腕足类 *Lingula* sp.（舌形贝）及瓣鳃类 *Follmannella* sp.（小福尔曼蛤）、*Modiolopsis crypta*（隐拟瓢蛤）、*Orthonota* sp.（后直蛤）、*Nuculana* sp.（似栗蛤）、*Holopea* sp.（全品

螺)、*Loxonema* sp. (曲线螺)等。中部以黄绿、灰绿色薄层泥质细砂岩为主,厚约 24m,未见化石。上部黄绿色薄层片状粉砂质泥岩夹黄绿色薄层泥质细砂岩,厚约 6.17m,有时可见垂直虫管。

旗山剖面亦以高家边组中上部为主,但化石较丰富,相当狮子口剖面的中、下部层位。除有大量腕足类、瓣鳃类外,尚找到 *Pristiogratus* sp. (锯笔石), *Sinacanthus* sp. (中华棘类)及三叶虫宽呀头虫等,并在上部层位中发现 *Hunanodendrum fypicum* Mu et al. (标准湖南笔石)及 *Sinacanthus* sp. (中华棘鱼类)等。这些化石的发现除表明高家边组属于下志留统外,并证明我国鱼类化石出现的层位很低,而西欧棘鱼类一段出现于早泥盆世,可能我国为早期鱼类起源地之一。

2. 中志留统坟头组 (S₂f)

原名“坟头层”,系潘江(1956)从高家边页岩上部划分出来的地层单位,标准剖面在江苏省江宁坟头村附近。

该组在区内可划分为上、中、下三部分,总厚约 189m。

下部:黄绿色局部呈浅紫色薄—中厚层石英细砂岩及含泥质含砾石英砂岩,交错层理发育,厚约 148m 左右。含磷。其中所含化石有鱼类 *Sinacanthus* sp. (中华棘鱼), *Neoasinacanthus wanzhongensis* (皖中新亚洲棘鱼), 阔翅类 *Euryptera*; 三叶虫 *Coronacaphalus* sp. (王冠虫), *Kailia* sp. (凯里虫), 腕足类 *Lingula* (舌形贝)及瓣鳃类 *Orthonota* sp. (后直蛎), *Madiomorpha* sp. (瓢形蛤)等。

中部:黄绿色薄层粉砂质泥岩与石英砂岩呈互层,波痕、交错层理发育,厚 38.3m。含 *Sinacanthus* sp. (中华棘鱼); *Coronacaphalus rex* (霸王皇冠虫), *Encrinurus* sp. (慧星虫), *Nalivkinia elongata* (伸长纳里夫金贝), *Nalivkinia* sp. (纳里夹金贝), *Eospirifer tingi* (丁氏始石燕), *Strispirifer hubeiensis* (湖北条纹石燕), *S. acuminiplicatus* (尖褶条纹石燕), *Orthonota perlata* (沿边后直蛎), *Modiolopsis* sp. (拟瓢蛤), *Holopea* sp. (金口螺), *Hormotoma* sp. (链房螺)。

上部:紫红、灰紫、红、灰绿等杂色薄层泥岩、粉砂质泥岩,厚约 2.6 米。该段地层在巢湖北部地区时有断续可见,如万家山较发育而狮子口处则不见。从本组化石分析,可与四川中志留秀山阶相对比,归属中志留统。

(三) 泥盆系

1、上泥盆统五通组 (D₃w)

原名“五通山石英岩”,1919年由丁文江创建于浙江长兴煤山西北的五通山,时代划归泥盆纪。后误为“乌桐山石英岩”“乌桐石英岩”而传用,同义名还有“五通石英岩”。1932年李四光、朱森将“高家边层”之上、“金陵灰岩”之下的一套砂岩称为“乌桐石英岩”,时代划为早石炭世。1953—1957年,潘江在南京龙潭擂鼓台首次发现鱼化石,其时代为泥盆纪,并将“乌桐砂岩”改称“五通系”。1956年后统用“五通群”代表苏、浙、皖一带上志留统茅山群与下石炭统金陵组之间的一段陆相碎屑沉积,时代为晚泥盆世。

实习区内仅发育有上泥盆统五通组,由于岩石比较坚硬而常形成悬崖绝壁。它与上覆下石炭统呈平行不整合接触。巢湖市北狮子口处剖面最为良好,根据岩性组合特征,可明显分为上、下两段,厚约 93m。

下段 (D₃w¹): 石英砂岩段,厚 73.2m。下部的灰白色厚层或中厚层砾岩、砂砾岩、含砾石英砂岩组成,层内见有 15° 倾角之斜层理。砾石成分以石英、燧石为主,含少量细砂岩、粉砂岩、条带硅质岩等成分,次园状居多;砾径不同地点变化较大,一般 2—5cm,个别达 8cm 以上。纵向剖面上,地层主要以砾石砾径大小变化而显示出沉积韵律,横向上该底部砾石层位极不稳定,呈扁豆状或透镜体状沿层面分布。上部厚层至中厚层中粒—中细粒硅质胶结的石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩、泥岩。石英砂岩中可见大型单向斜层理,部分槽形斜层理、板状交错层理、平行层理,层面上局部发育有

舌状波痕、雨痕（雹痕）等。本段由于岩性坚硬在区内多组成山脊或陡壁。含化石甚少，仅见个别 *Sublepidodendron?* Sp.（亚鳞木？）。安徽省区调队进行 1:20 万区调时，在邻区（泥岩）发现海相瓣鳃类 *Sanginolites* sp.（血石蛤）大量富集，认为砾岩段应属滨海相沉积。但从该段整体组成，岩石结构构造特征分析，该段仍应以河流相为主。虽有广盐性瓣鳃类出现，但种属单调，仅反映由于近岸受短期海泛所致。

上段(D_{3w}²)：砂、页岩层段。厚约 20m。该段岩性以灰黑、灰黄、灰紫、灰白等色薄层粉砂岩、粉砂质泥岩、炭质页岩、页岩、粘土岩及薄—中厚层石英细砂岩之交互韵律层为特征。自上而下至少可划出六个韵律层，近上部夹有两层灰色粘土矿层。在粘土矿顶底板附近含大量植物化石及叶肢介层。植物化石有 *Lepidodendropsis hirmeri*（拟鳞木）、*Sublepidodendron mirabile*（奇异亚鳞木）、*Cyclostigma kilforkense*（平圆鳞木）、*stgmaria* sp.（根座）、*Eolepidodendron wusihense*（无锡始鳞木）、*Rhoden?* Sp.（须羊齿）、*Lepidostrobus* sp.（鳞苞穗）；叶肢介有 *Lioesthria* sp.（光滑叶肢介）、*L. longtanensis*（龙潭光滑叶肢介）、*Palaeolimaedia* sp.（古涣乡叶肢介）、*Cornia?* Sp.（特叶肢介？）、*Polyprapta?* Sp.（点列叶肢介？）、*Verteiiidae*（锥顶叶肢介科）等。以上化石皆反映晚泥盆世河湖—湖积相特征。安徽省区域调查队在该剖面顶部含薄层褐铁层中找到不少腕足类以及介形类化石，其中腕足类化石中有 *Pugnoides?* Sp.（拟狮鼻贝？）、*Momelasmina?* Sp.（单板贝？）、*Nudirostra?* Sp.（光咀贝？）、*Hypsomyonia?* Sp.（隆裂筋贝？）、*Lingula* sp.（舌形贝）、*Ptychomarotoechia?* Sp.（褶房贝？）、*Schuchestella* sp.（舒克贝）等。西北大学地质系师生在改组上部粘土矿夹层中发现有腕足类——小嘴贝类化石。近顶部这一海相层表明本段应为近滨岸之湖相环境。

本组在巢北假整合于坟头组之上，在巢南则假整合于茅山组上。

（四）石炭系

实习区石炭系厚度不大，但发育齐全，生物化石丰富。分上、下二统。下统包括金陵组、高骊山组、和州组；上统包括黄龙组、船山组。除高骊山组为碎屑岩外，其余皆为碳酸盐沉积。各组间除了高骊山组与和州组呈过渡关系外，其他各组之间及其与上覆下二叠统栖霞组均为平行不整合接触。

1. 下石炭统金陵组 (C_{1j})

原名“金陵灰岩”，1930 年由李四光、朱森创建于南京龙潭东侧的观山，当时是指“黄龙灰岩”之下页岩中的一层灰岩。1961 年，金玉玕扩大至“金陵灰岩”与五通群之间的一层黄褐色细粒铁质砂岩，并改称金陵组。

以凤凰山东风石料矿剖面为代表，可分为上、下两部分，厚 7.7m。

下部：灰黄色薄层含泥细砂岩或含铁砂岩，厚 10cm 至 1m 左右。含腕足类：*Ptychomarotoechia* sp.（褶房贝），*Athyris?* sp.（无窗贝？）等。

上部：灰—灰黑色中厚层生物碎屑灰岩、微晶灰岩。内含丰富的化石，有珊瑚 *Pseucouralinia* sp.（假乌拉珊瑚）、*Syringopora* sp.（笛管珊瑚）、*Kueichowpora* sp.（贵州管珊瑚）、*Caninia?* sp.（犬齿珊瑚？）等；腕足类 *Eochoristites neipentaiensis*（插彭台始分喙石燕）、*E. leei*（李氏始分喙石燕）、*Ptychomarotoechia* sp.（褶房贝）、*P. kinlingensis*（金陵褶房贝）、*Tomiprductuo* sp.（托米长身贝）、*Burtonia* sp.（波斯通贝）、*Chonetes* sp.（戟贝）等；牙形刺 *Polyghathus* sp.（多鄂刺）、*Neoprioniodus* sp.（新锯齿刺）、*Siphonodello* sp.（残缺管刺）、*Elictognathus* sp.（高鄂刺）等。

从化石分析本组相当于岩关阶晚期，本区未见 *Pseudouralinia* 带之下的 *Cystophreutis* 带。由于缺失一个化石常，因而一直认定金陵组与下状五通组为假整合接触。据资料，金陵组中灰岩部分在区内分布不稳定呈透镜状断续出现，无灰岩之处碎屑岩则中厚。故本组与五通统的关系，值得进一步考证。

2. 下石炭统高骊山组 (C_{1g})

原名“高骊山砂岩”，1931年由朱森创建于江苏省句容县城东的高骊山。同义名有高骊山层、高骊山系及同山页岩等。

凤凰山剖面本组可分上、中、下三个岩性段，厚 12.1m。

下段：灰、灰黄色薄层粘土岩，底部夹褐铁矿层（0.1-0.3m），含植物化石碎片，厚 3.4m。

中段：灰黄、紫红色薄层含生物碎屑灰岩、含钙、铁质泥岩夹姜块状灰岩和中薄层含生物碎屑灰岩，厚 5.0m。含腕足类 *Echinoconchus* sp.（轮刺贝）、*Epunctaformis*（瘤凸轮刺贝）、*Pugilus* sp.（狮鼻长身贝）、*Athyris* sp.（无窗贝）、*Ptychomarotoechia*? sp.（褶房贝?）、*Schuchertella* sp.（舒克贝）等；珊瑚 *Arachnolasma sinense*（中国拟棚珊瑚）、*Lifhostroton* sp.（石柱珊瑚）、*Lophophyllum* sp.（顶饰珊瑚）、*Dibunophyllum*（棚珊瑚）、*Clisiophyllum* sp.（蛛网珊瑚）等；瓣鳃类 *Annulicocha* sp.（环海扇）、*Aviculopectri* sp.（燕海扇）、*Eoschizodus* sp.（古裂齿蛤）、*Sanguinolites* sp.（血石蛤）及 *Phillipsia*? sp.（菲利普虫?）等。

上段：灰黄、黄褐色含铁质细粒石英砂岩及灰白色石英砂岩，厚 4.3m。巢北地区上岩段自西向东变薄，较厚处该组下部见豆状赤铁矿层。层内虫迹构造发育，自下而上，构成自生水平管迹、V-Y形管迹、似甲壳状管迹之组合。

西北大学地质系师生在该组还发现旋齿鲨鱼牙齿和硬骨鱼鱼鳞化石? (*Holoptychius* sp.)等，后者与发现于美国密西西比纪和宾夕法尼亚纪的硬骨鱼鱼鳞化石非常相似。另外还发现有高约 10cm 的泥质柱状叠层石。

以往认为高骊山组是陆相-海陆交互相沉积，近年来由于海相生物化石不断发现，因此除底部为海陆交互相外，往上已渐为滨海-滨岸环境。

3. 下石炭统和州组 (C_{1h})

原名“和州石灰岩”，1931年由朱森创建，标准地点在安徽省和县香泉北西的赤儿山。1935年，朱森等根据层位又将宁镇地区“高骊山系”之上、“黄龙灰岩”之下的一套含泥质灰岩称“和州石灰岩”。1961年，杨敬之将其改称和州段，嗣后称和州组。1979年，陈华成、王云慧等将和州组的含义扩大，包括黄龙组下部白云岩层（即1959年夏邦栋命名的“老虎洞白云岩”）。同期，安徽省区调队也把巢湖一带黄龙组下部白云岩划归和州组。

实习区该组按岩性特征可分为上、下两部分，厚约 27.3m。

下部：深灰、灰黑色中薄至厚层白云质生物碎屑灰岩、泥质类岩，厚 22.5m。含蜓化石 *Eostaffella* sp.（始史塔夫蜓）、*E. hohsienica*（和县始史塔夫蜓）、*E. ozaweinellaeformis*（小泽蜓状始塔夫蜓）等；珊瑚类 *Lifhostroton* sp.（石柱珊瑚）、*L. asiaticum*（亚洲石柱珊瑚）、*L. cf. rossicum*（玫瑰石柱珊瑚（比较种））、*Syringopora* sp.（笛管珊瑚）、*Aulina cf. rotiformis*（轮状轴管珊瑚（比较种））、*Arochmolasma* sp.（拟棚珊瑚）、*Yunophyllum* sp.（袁氏珊瑚）等；腕足类 *Gigantoproductus* sp.（大长身贝）、*Marginifera* sp.（围背贝）等；以及牙形刺。

上部：灰色、微带肉红色中厚层至厚层亮晶及微晶生物碎屑灰岩、白云质灰岩夹黄绿色薄层泥岩；底部为粗结晶灰岩，顶部为炉渣状灰岩，总厚 4.8m。含蜓化石 *Eostaffella* sp.（始史塔夫蜓）、*E. cf. hohsienica*（和县史干革塔夫蜓（比较种））；珊瑚类 *Lithostroton* sp.（石柱珊瑚）、*Aulina* sp.（轴管珊瑚）、*Dibunophyllum* sp.（棚珊瑚）等；白云质灰岩中产柱状叠层石。

4. 上石炭统黄龙组 (C_{2h})

原名“黄龙石灰岩”，1930—1931年，李四光、朱森根据岩性和化石从“栖霞石灰岩”中分出，并置于中石炭统。标准地点在江苏省丹徒县谏船山，其岩性为“微晶红色之纯灰岩，质脆，底部常为数米至 20m 之暗灰色硅质灰岩夹燧石结核”（所指的硅质灰岩即白云岩）。1959年，中国地质科学院改称为黄龙组。

黄龙组在长江沿岸一带一般由三部分组成，下部白云岩段又称老虎寺组，属早石炭晚期中、上部粗晶灰岩、纯生物灰岩属黄龙组。实习区内黄龙组仅见有纯生物灰岩段，且直接覆于炉渣状灰岩之上。以金银洞北至岨嶂山一带剖面较好，另外在凤凰山东风石料矿也相当完善。可划分为上、下两段，厚 27.2m。

下段：灰、深灰、肉红色中厚至厚层状白云质灰岩、生物碎屑泥晶与微晶灰岩，厚 16.7m。含蜓类化石 *Profueulinella* sp.（原小纺锤蜓）、*P. convoluta*（旋转原小纺锤蜓）、*P. ovato*（卵形原小纺锤蜓）、*P. Porva*（小原小纺锤蜓）、*P. Pseudoboccki*（假薄克氏小纺锤蜓）、*Taitzehoella* sp.（太子何蜓）等；珊瑚类 *Chaetes* sp.（刺毛虫）、*Multithecopora* sp.（多壁管珊瑚）、*Lifhostrotrionella* sp.（小石柱珊瑚）、*Porawentzellophyllum* sp.（副文采尔珊瑚）；腕足类 *Choristites* sp.（分喙石燕）、*Morginifero* sp.（围脊贝）、*Linoproductus* sp.（线纹长身贝）等。

上段：灰、紫红色厚层亮晶生物碎屑灰岩夹砂屑灰岩。厚 10.5m。含蜓类化石，除多种 *Fusulinella* sp.（小纺锤蜓）外，出现 *Dueulina* sp.（纺锤蜓）、*Beedeina mayiensis*（蚂蚁比德蜓）等；腕足类 *Canerella caneriniiformis*（蟹状蟹形贝）、*Rugosochonetes carbonifera*（石炭皱戟贝）、*Choristifls* sp.（分喙石燕），以及 *Lithostrotrionella* sp.（小石柱珊瑚）、*Thysonophyllum* sp.（泡沫粒珊瑚）、*Chaefetefos* sp.（刺毛虫）等。

本组岩性、厚度较为稳定，各处大体相近。在东风石料矿处黄龙组灰岩可见某些特殊组构：如底部呈韵律层状，中部见交错层，含泥晶灰岩，上部藻席灰岩与生物砾块灰岩互层等特征，表明黄龙组沉积时受过较强的水动力作用，属淡水台地环境。本组与下伏和州组呈明显间断。

5. 上石炭统船山组 (C_{2c})

原名“船山石灰岩”，1919年由丁文江创建于江苏省丹徒县赣船山；1930—1931年，李四光确定其层位居于“黄龙石灰岩”之上、“栖霞石灰岩”之下。1962年，杨敬之称之为船山群，李星学改称船山组。

本组岩性以含球藻灰岩为特征，分上、下两部分，厚 8.3m。

下部：黑色厚层微晶灰岩，底部有一层灰黄色含褐铁矿团块泥岩，厚约 1m。含腕足类化石 *Rugosochonetes carbonifera*（石炭皱戟贝）、*Schuchertella* sp.（舒克贝），泥岩中含植物碎片化石。

上部：灰、深灰色中厚至厚层状亮晶生物碎屑球藻灰岩，夹灰色泥晶生物碎屑灰岩。含蜓类化石 *Eoprofuaulina* sp.（始拟纺锤蜓）、*Schwagerina* sp.（希瓦格蜓）；腕足类化石 *Dictyoclostus* sp.（网格长身贝）、*Phricodothyris* sp.（纹窗贝）等。

在凤凰山东风石矿，船山组下部夹同生砾岩或同生角砾岩出露。与南京地区相比缺失上部假希氏蜓带 *Pseudoschwagerina* sp.，与下伏黄龙组为假整合接触。

（五）二叠系

实习区二叠系发育齐全，出露清晰，接触关系明了，生物化石丰富。巢湖北部地区的二叠系主要分布在马家山及俞府大村一带，下统由栖霞组和孤峰组组成，上统由龙潭组和大隆组组成，总厚 288.4—487.8m。各组之间除栖霞组和孤峰组及其上、下统之间为平行不整合接触外，龙潭组和大隆组之间及其与上覆下三叠统殷坑组均为整合过渡接触关系。

1. 下二叠统栖霞组 (P_{1q})

原名“栖霞石灰岩”，由李希霍芬（Richthofen, F.Von, 1882）所创，原指“五通石英岩”与“龙潭煤系”之间的海相石灰岩层，后经佛莱希（Frech, F., 1885）、早坂一郎（Hayasaka, I., 1924）、李四光和朱森（1930, 1931）等研究，由栖霞石灰岩中分出中石炭统黄龙石灰岩、上石炭统船山石灰岩和下二叠统孤峰层，缩小了含义，使其只代表下硅质层与上硅质层之间的一套含燧石

结核灰岩。嗣后，黄汲清（1932）、李四光与朱森（1932）、陈旭（1934）、陈旭与盛金章（1957）等在实际应用中，均把下部臭灰岩连同上、下硅质层一并称为栖霞灰岩。标准剖面在南京东郊栖霞山。

按巢湖市北部北平顶山剖面，栖霞组自下而上可分为两段六部分，厚约 171.3m。

下段：厚 61.60m。可分为两部分。

下部：为碎屑岩夹劣质煤（梁山煤系），平顶山剖面碎屑岩风化为土黄色风化物。该部分岩性变化较大，在岨嶂一带为深灰色、灰黄色钙质透镜体泥岩，厚 0.25m，向西到东风石矿为灰黑色页岩及黑色劣质煤层，厚 0.75m，与下伏船山组呈凹凸不平之假整合面。

上部（臭灰岩层）：深灰、灰黑色薄至中层含沥青质臭灰岩及含生物碎屑泥灰岩，厚 60.6m。含蛭化石 *Misellina* sp.（米斯蛭）、*M. claudiae*（喀劳得氏米斯蛭）、*Nankinella* sp.（南京蛭）；珊瑚化石 *Protomichelina* sp.（原米氏珊瑚）、*Cystomichelina* sp.（泡沫米氏珊瑚）、*Wentzellophyllum volz*（服尔草氏拟文采尔珊瑚）、*Polythecalis* sp.（多壁珊瑚）；腕足类 *Linoproductus* sp.（线纹长身贝）、*Orthotichia* sp.（直房贝）等。

上段：按岩性特征可分为四部分，总厚 109.7m。

下部（下硅质层）：含燧石结核或团块灰岩，黑、灰黑色灰岩，夹黑色薄燧石层及生物碎屑粉砂质泥岩，厚 8.7m。含珊瑚化石 *Hayasakaia* sp.（早坂珊瑚）、*Cystomichelina* sp.（泡沫米氏珊瑚）、*Yatsengia* sp.（亚曾珊瑚）、*Bellerophon* sp.（神螺）等。

中部（含燧石结核灰岩层）：深灰、灰黑中薄到中层含燧结核灰岩，夹黑色薄层含沥青质泥类岩，厚 78.1m。含蛭类化石 *Nankinella* sp.（南京蛭）、*Schwagerina chihsiensis*（栖霞希瓦格蛭）、*Sphaerulina* sp.（球蛭）、*Pisolina* sp.（豆蛭）；珊瑚化石 *Hayasakaia* sp.（早坂珊瑚）、*Polythecalis* sp.（多壁珊瑚）、*Tetraporinus* sp.（拟方管珊瑚）、*Chusenophyllum* sp.（朱森珊瑚）；腕足类化石 *Martinia* sp.（马丁贝）、*Plicatifera* sp.（轮皱贝）及大量有孔虫化石。

上部（上硅质层）：黑色中一薄层硅质岩、深灰色含燧结核白云质灰岩及薄板状硅质灰岩互层，厚 7.7m。含蛭类化石 *Parafusulina* sp.（拟纺锤蛭）、*Schwagerina* sp.（希瓦格蛭）；珊瑚化石 *Chusenophyllum* sp.（朱森珊瑚）、*Polythecalis* sp.（多壁珊瑚）等。

顶部（顶部灰岩层）：灰、深灰色含燧石结核灰岩、白云岩质灰岩，厚 14.9m。含蛭类化石 *Parafusulina* sp.（拟纺锤蛭），珊瑚化石 *Allotropiphyllum* sp.（奇壁珊瑚）等。

2. 下二叠统孤峰组 (P_{1g})

原名“孤峰层”，系朱森和刘祖（1932）根据叶良辅与李捷（1924）所创建的“孤峰镇石灰岩”分出，代表“栖霞灰岩”之上、“龙潭煤系”之下的一套含磷和锰硅质岩、硅质页岩、灰质页岩。命名地点在安徽省泾县孤峰。

孤峰组由薄层黑色硅质岩及薄层棕、褐、紫等色泥岩组成，巢北地区该组厚度一般在 30m 左右。平顶山西侧姚家山剖面可分为三部分：

下部：以灰黑色、黑色薄层放射虫硅质岩夹紫色泥岩与页岩互层为主，厚 19.8m。其中底部 2.5m 为灰黄、浅棕、褐色泥岩、页岩，含有磷结核（P₂O₅含量可达 10.64%）。含菊石化石 *Altudoceras* sp.（阿尔图菊石）、*Paragastrioceras* sp.（拟腹菊石）、*Stacheoceras?* sp.（斯塔菊石？）；腕足类化石 *Neoplicatifera* sp.（新轮皱贝）、*Cathaysia* sp.（华夏贝）、*Tonulichonetes* sp.（细戟贝）、*Crurithyris longtanica*（龙潭腹窗贝）、*Martinia* sp.（马丁贝）等；双壳类化石 *Edmoudia* sp.（卵石蛤）、*Aviculopecten* sp.（燕海扇）；

中部：浅紫、紫、黄褐色薄层泥岩夹少量放射虫硅质岩，厚 8.5m。含 *Stacheoceras* sp.（斯塔菊石）、*Altudoceras* sp.（阿尔图菊石）、*Paracelfites* sp.（付色尔特菊石）；*Urushtenia* sp.（乌鲁希腾贝）等。

上部（原称银屏组（P_{1y}））：系 1981 年省区测队所建，在巢湖南部银屏后董剖面，原“龙潭组”下部页岩段（不含煤段或A煤组），采获不少菊石、腕足类、腹足类、瓣鳃类等海相化石，其底部富含 *Myalina* sp.（肌束蛤），并在层内找到早二叠世的典型化石，如 *Kufengoceras*（孤峰菊石），*Celebetes*（瓶形虫）等，可与苏南堰桥组、浙西丁家组的石煤段及福建童子岩组相对比，认为属同期异相产物，故从龙潭组中划出。在巢北平顶山西侧姚家山一带也有发现，厚 20m 左右，以灰、深灰色泥岩及页岩为主，夹少量薄层硅质岩，含 *Myalina* sp.（肌束蛤）、*Pseudomonotes?* sp.（假螯蛤？）、*Promytilus* sp.（前壳叶蛤）、*Pecopteris* sp.（栉羊齿）、*Rodiates* sp.（石根）、全脐螺科 *Euomphalidae*，遗迹化石以及许多未能定名的生物化石，反映茅口晚期成为滨岸沿泽的陆屑沉积的特征。

改组底部与栖霞组界面凹凸不平，其上含有 10–20cm 的含砾泥质松散物，为假整合接触。近年来在硅质岩中发现放射虫化石，说明孤峰组应为浅海盆地中较深水环境的硅质岩沉积。

3. 上二叠统龙潭组（P_{2l}）

原称“龙潭煤系”，1924 年由刘季辰、赵汝钧在江苏宁镇地质调查时所创建。1959 年，华东石油综合研究队将其分为上、中、下三段。标准剖面在南京天宝山。

龙潭组为一套滨岸沼泽相的含煤沉积，厚约 60m。本组以灰黄色厚层含砾粗粒石英砂岩为底部层，与下伏孤峰组上部（银屏组）接触面有一薄层铁质层，认为存在一沉积间断。龙潭阶上界是以阿拉斯菊石科分布的上限为顶界，本区龙潭组中未发现过晚二叠早期菊石，以龙潭组富含腕足类的灰岩及砂岩为顶。

龙潭组在巢湖北部地区主要分布在俞府大村向斜核部炭井村一带及平顶山向斜平顶山四周，但掩盖较多，剖面不全，但可明显划分为三部分。

下部：灰黄、青灰色中厚层细粒岩屑长石石英砂岩及含砾砂岩，夹黑色薄层泥岩。含 *Gigantonoclea* sp.（单网羊齿）、*Compsopteris* sp.（焦羊齿）、*Pecopteris* sp.（栉羊齿）、*Wolchia* sp.（羽杉）等植物化石。

上部：青灰、灰黑、灰黄色薄层泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩夹煤线，产：*Compsopteris* sp.（焦羊齿），*Sphenopteris* sp.（楔羊齿），*Plagiozamites?* sp.（斜羽叶？）等。

顶部：灰黑色中厚层泥晶白云质生物碎屑灰岩，含燧后团块及条带，产 *Spinomarginifera* sp.（刺围脊贝）、*Punctospirifer* sp.（疹石燕）、*Palaeoneilo* sp.（古尼罗蛤？）等腕足类及双壳类。西北大学地质系师生在本地区发现腕足类 *Leptodus nobilis*（美丽焦叶贝）和三叶虫 *Pseudophillipsia* sp.（假菲利普虫）等化石。

区内顶部灰岩呈透镜状，与大隆组硅质岩沉积易于划分。

4. 上二叠统大隆组（P_{2d}）

原名“大垅层”，最早系张文佑和张家天（1938）在广西大垅进行煤田地质调查时所创建。后经李四光、赵金科、张文佑（1941）等研究，将其划归晚二叠世晚期，与“长兴灰岩”相当。标准剖面在广西大垅场附近。安徽的大隆组以怀宁县父子岗剖面为代表，厚 66m。

本组岩性较稳定，以灰黑色薄层硅质岩、炭质硅质岩及紫色泥岩、炭质页岩、硅质页岩为主，化石较丰富，厚约 30m。大致可以分为三部分。

下部：灰黑色薄层硅质岩、炭质硅质岩夹紫色页岩、炭质页岩，底部有一薄层灰黄色细粒岩屑砂岩（火山岩屑），厚 5.2m。产 *Araxoceratidae*（阿拉斯菊石科），*Sanyongifera* sp.（三面菊石），*Anderssonoceras* sp.（安德生菊石），*Huanonoceras* sp.（华南菊石），*Pseudogastriceras* sp.（假腹菊石）及 *Cathaysia* sp.（华夏贝），*Martiniopsis* sp.（似马丁贝）等。

中部：紫灰色泥岩夹深灰、灰黑色炭质页岩、硅质页岩。厚 15.6m。产：*Huanonoceras* sp.（华南菊石）、*Sanyangites* sp.（三阳菊石）、*Pseudogastriceras* sp.（假腹菊石）及 *Crurithyris* sp.（腹窗贝）、*Paryphella* sp.（褶边贝）等。

上部：灰黑色薄层硅质炭质泥岩，近顶部夹灰质白云质泥灰岩，厚 8-24m 左右。产：*Pseudotirolites* sp. (假提罗菊石)，*Pleuronodoceras* sp. (肋瘤菊石)，*Pseudogastriceras* sp. (假腹菊石)，*Topashanites* sp. (大巴山菊石) 等以及 *Crurithyris* sp. (腹窗贝)、*Cathaysia* sp. (华夏贝)、*Spinomarginifera* sp. (刺围脊贝) 等大量腕足类化石。

大隆组的沉积，反映自龙潭期后期至长兴期，本区处于一较深水低能环境的浅海盆地所沉积的一套远陆建造。

近年来研究发现，大隆组可分为上、下两部分。下部以安德生菊石科及阿拉斯菊石科 *Aroxoceratidae* 为主。上部以假提罗菊石科、肋瘤菊石科、大巴山菊石科为主，代表菊石不同演化阶段。因此本区龙潭组并不代表晚二叠世早期全部地层，而应包括大隆组下部地层在内。这是岩石地层单位与年代地层单位不一致的表现。

(六) 三叠系

实习区三叠系主要发育在平顶山向斜核部平顶山—马家山—阴都山一带。生物化石丰富，仅发育有下、中三叠统。下三叠统由殷坑组、和龙组及南陵湖组构成，中统称东马鞍山组。三叠系各组间为整合接触关系，未见与上覆侏罗系直接接触。以马家山剖面为代表。

1. 下三叠统殷坑组(T₁y)

该组由安徽贵池地区地层研究队于 1965 年创建，标准剖面位于贵池县殷坑之东的和龙山。本组可分为下、中、上三个岩性段，厚 83.8m。

下段：浅灰绿、黄绿色泥岩、含粉砂质泥岩，夹薄层泥灰岩，下部泥岩中局部含钙质结核或似瘤状灰岩，底部为厚约 20cm 的黄绿色钙质泥岩，厚 22.8m。产 *Ophiceras* sp. (蛇菊石)、*Lytophiceras* sp. (驰蛇菊石)、*Claraia* sp. (克氏蛤)、*Posidonia* sp. (海浪蛤) 以及牙形刺 *Anchignathodus* sp. (近鄂刺) 等。近底部 20cm 的黄绿色钙质泥岩，为二叠系与三叠系过渡层，其中产 *Lytophiceras* sp. (驰蛇菊石)、*Chonetinella* sp. (微戟贝)、*Paryphella* sp. (褶边贝) 等。

中段：灰黄色粉砂质泥岩夹灰色中—薄层泥质条带灰岩或似瘤状灰岩，厚 22m。含 *Prionolobus* sp. (齿叶菊石)、*Dieneroceras* sp. (第纳尔菊石)、*Claraia* sp. (克氏蛤) 等。

上段：灰绿色钙质页岩夹薄层泥质灰岩及薄层条带白云质灰岩。厚 39m。产 *Flemingites* sp. (佛莱明菊石)、*Prionolodus* sp. (齿叶菊石)，*Pseudosagecertas* sp. (假胃菊石)，*Meekoceras* sp. (米克菊石)，*Dieneroceras* sp. (第纳尔菊石)，*Claraia* sp. (克氏蛤) 及牙形刺 *Neohindcodella* sp. (新欣德刺) 等。

三叠纪所产的菊石自下而上可分为三个带，即 *Ophiceras*-*Lytophiceras* 带、*Prionolodus*-*Gyronites* 带、*Flemingites* 带。值得注意的是自下带至中带，出现二叠纪型腕足类 *Crurithyris* sp. (腹窗贝) 等化石，厚约 15m，为下扬子区较厚的二叠系—三叠系混生生物过渡层。

2. 下三叠统和龙山组(T₁h)

该组由安徽省贵池地区地层研究队于 1965 年创建，标准剖面位于贵池县殷坑之东的和龙山。马家山剖面本组厚约 21.2m，可分为上、下两段。

下段：灰黄绿、棕紫色薄层似瘤状灰岩与钙质泥岩层，近上部泥质灰岩，厚 9.3m。产 *Dieneroceras* sp. (第纳尔菊石)、*Posidonia* sp. (海浪蛤) 及牙形刺。

上段：灰色薄层灰岩夹黄绿色薄层似瘤状泥质灰岩及泥岩，厚 11.9m。产 *Parasibirites* sp. (似西伯利亚菊石)、*Meekoceras* sp. (米克菊石)、*Pseudosageceras* sp. (假胃菊石) 等。由于 *Parasibirites* 在本区仅在本组顶部采得，可作为与殷坑组分界的标志性生物。

3. 下三叠统南陵湖组(T₁n)

该组由王乙长等于 1964 年创建。1982 年, 安徽地质局严元总工程师主持, 进行了修订, 标准剖面在南陵县南陵湖。

巢湖北部地区马家山剖面本组厚 159.5m, 可划分为下、中、上三段。

下段: 厚层灰岩段, 厚 48.6m。

下部: 以瘤状灰岩为主, 由灰绿、微红色中薄层瘤状灰岩夹深灰色灰岩组成, 厚 13m。产 *Pseudosageceras* sp. (假胃菊石)、*Nordophiceras* sp. (北方蛇菊石)、*Tirolites* sp. (提罗菊石)、*Dinarites* sp. (狄那菊石)、*Columbites* sp. (哥伦布菊石) 等, 以及大量牙形刺化石。

上部: 以厚层灰岩为主, 由灰、深灰色厚层灰岩夹黄色中薄层瘤状灰岩及钙质泥岩、同生砾状灰岩组成, 厚 35.7m。产 *Columbites* sp. (哥伦布菊石)、*Hellenites?* sp. (希腊菊石?)、*Leiophyllites* sp. (光叶菊石)、*Posidonia* sp. (海浪蛤) 及牙形刺化石等。

中段: 瘤状灰岩段, 厚 46.8m, 可分为下、中、上三部分。

下部: 以紫红色瘤状灰岩为主, 由紫红色中薄层瘤状灰岩、泥灰岩夹中薄层灰岩组成, 厚 16.4m。产 *Columbites?* sp. (哥伦布菊石?)、*Subcolumbites* sp. (亚哥伦布菊石)、*Proptychitoides* sp. (拟厚褶菊石)、*Leiophyllites* sp. (光叶菊石)、*Heminajas?* sp. (类褶蛤?) 及牙形刺化石。

中部: 以灰、深灰色中厚—厚层灰岩为主, 夹紫红、灰绿色瘤状灰岩及钙质页岩, 厚 17.9m。产 *Posidonia* sp. (海浪蛤) 及多种牙形刺化石。

上部: 以灰绿色中薄层瘤状灰岩为主, 夹杂色泥岩及深灰色薄层灰岩, 厚 12.5m。产 *Pseudoceltites* sp. (假色尔特菊石)、*Claraia* sp. (克氏蛤)、*Posidonia* sp. (海浪蛤)、*Eumorphotis* sp. (正海扇) 及牙形刺化石。

上段: 薄层黑色灰岩段, 厚 64.1m, 可分为上、下两部分。

下部: 由深灰色薄层灰岩夹黄绿色钙质页岩组成, 厚 26.0m。产 *Subcolumbites* sp. (亚哥伦布菊石)、*Chaohusaurus* sp. (巢湖龙)、*Anhuisaurus* sp. (安徽龙)、(小巧马家山龙(新种)) *Maijiashansaurus faciles*、裂齿鱼目 *Perleidiformes* fem. et gen. indet 等及 *Claraia wangi* (王氏克氏蛤)、*Posidonia* sp. (海浪蛤)、*Eumorphotis* sp. (正海扇) 与牙形刺化石。

上部: 由深灰、黑色薄层灰岩夹炭质页岩、沥青质页岩、棕色钙质页岩组成, 顶部有时含燧石结核, 厚 38.1m。产 *Claraia* sp. (克氏蛤)、*C. cf. hsuei Ku* (乐山克氏蛤)、*Paraclaraia* sp. (拟克氏蛤)、*P. reticulata* (网纹拟克氏蛤) 等化石。

从上述菊石看, 自下而上可建立下列二个菊石带, 即: *Tirolites*—*Columbites* 带和 *Subcolumbites* 带。

本组上段中所产 *Claraia* 与典型的 *Claraia* 有区别, 因此陈震楚等新定出 *Periclaraia* sp. (拟克氏蛤) 以示区别; 鱼龙化石又与国外中三叠统化石相似。从岩石看, 上段常见有特殊柔皱构造的灰黑色薄层蠕虫状灰岩与下伏地层有区别, 因此有属中三叠纪的可能, 尚待进一步工作。

经岩相分析, 殷坑组、和龙山组可能属陆棚潮下较深低能环境, 而南陵湖组属开阔台地潮下浅水低能环境。

4. 中三叠统东马鞍山组(T₂d)

该组由汪贵翔(1979)创建, 标准剖面在怀宁县月山, 本区曾称为月山组。

巢湖北部马家山剖面本组厚度大于 95.8m, 根据岩性特征可以分为上、下两部分。

下部: 灰、深灰色薄、中层灰岩, 底部为灰、浅紫红色含石膏假晶钙质白云岩, 厚 12.7m。含牙形刺。

上部: 灰、灰黄厚层至块状角砾岩状灰岩及泥质灰岩、泥质白云质灰岩, 厚度大于 83.2m。

本组可能属蒸发台地潮上低能环境沉积。其底界以出现含鸟眼构造之白云岩为界。由于化石稀少仅采获少量牙形刺化石, 因此仅依据岩性及层序与怀宁地区对比而确定。

（七）侏罗系

在巢湖北部地区侏罗系出露较少，仅零星见于俞府大村向斜南部，如东侧小山村附近、西侧九棵松-铸造厂-变电所一带。前者仅发育底部灰白色砾岩层及部分灰黄、黄褐色中至薄层长石石英砂岩夹细砂岩薄层，曾采到过 *Nilssonina* sp.（尼尔桑）、*Podozamites* sp.（苏铁杉）等植物化石，不整合覆于二叠系栖霞灰岩之上。而后者底部砾岩夹中粗粒灰黄、浅灰色长石石英砂岩，不整合于五通组之上；其上部逐渐出现黄绿、紫红色等细砂岩、粉砂岩、页岩及薄层细砂岩互层。近下部泥质细砂岩中曾采到大量植物化石，如 *Nilssonina* sp.（尼尔桑）、*Podozamites* sp.（苏铁杉）、*Ginkgoites* sp.（似银杏）、*Sphenobaiera* sp.（楔拜拉）等，证明属下、中侏罗系。

（八）第四系

第四系沉积在巢湖实习区覆盖了一定的面积，沉积类型较多：山区有坡积物和倒石堆，由含砾石或砾块及含砂砾粘土组成，可达 3-4m 厚；河谷中有河床冲积物，由砾石或含砾粘土、粘土呈层状排列；巢湖湖滨有河流-湖泊沉积物，以含砂或砾石亚粘土、亚砂土、亚粘土等组成；碳酸盐岩区可有少量洞穴堆积。

第五章 沉积岩及沉积相

实习地区自震旦纪以来,除了缺失早中泥盆纪沉积外,各期的沉积地层均有出露,尤以陆源和内源沉积岩最为发育。沉积岩的野外观察与描述,是进行沉积岩研究的基础,通过对沉积岩本身所具有的各种特征(如颜色、结构、构造、生物化石及沉积地球化学等),不仅是划分各种岩石类型的依据,而且是研究沉积岩成因及其分布,恢复研究区沉积历史及其沉积环境,进行区域岩石地层对比的基础。古环境的恢复不仅对于了解地史时期地表的古地理特征和地质历史的演变具有重大的理论意义,而且对于指导矿产资源的普查和预测也具有重要的实际意义。

沉积岩是古代沉积环境的产物。沉积环境是指沉积物形成的自然环境条件。沉积相是自然环境的产物,即沉积环境的物质表现,即将“沉积相”理解为一个“沉积环境”中所有的原生沉积特征的总和,包括岩石、古生物和岩石地球化学等特征。沉积环境与沉积相的研究是沉积学一项重要内容。

根据对实习地区各时代地层中沉积岩的岩石组合、几何形态、结构、构造、生物化石、沉积地球化学及其地层间的接触关系类型等特征观察和研究,本章对实习地区常见的沉积岩岩石类型介绍的基础上,对沉积相划分和沉积环境演变将进行初步探讨。

一、常见岩石类型及其特征

常见岩石类型是指实习地区出露于震旦纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪和三叠纪沉积的各类沉积岩石。一般认为,沉积物的来源是沉积岩形成历史的物质基础,物源不同,其成分和性质亦不同,搬运和沉积方式以及其成岩后生作用的方式和趋势也会有所不同,所形成的岩石结构与构造和其它性质都会有所差异。因此,本指导书采用按照物质来源进行沉积岩分类的观点。实习地区岩石类型丰富多样,尤以陆源沉积岩和内源沉积岩最为发育。

(一)、陆源沉积岩

陆源沉积岩主要由机械搬运沉积的陆源物质组成,包括主要由碎屑物质组成的陆源碎屑岩和主要由粘土物质组成的泥质岩。

陆源碎屑岩是指由母岩经过物理风化作用(机械破碎)所形成的碎屑物质,经过机械搬运和沉积,并进一步压实和胶结等成岩作用而形成的沉积岩类。它包含四种基本组成部分,即碎屑颗粒、胶结物、杂基和孔隙,其中胶结物和杂基又合称为填隙物。碎屑颗粒是陆源碎屑沉积岩的最主要组分,碎屑颗粒包括矿物碎屑和岩石碎屑。常见的矿物碎屑主要有石英、长石、云母、重矿物等;岩石碎屑类型比较多。胶结物是成岩过程中新生的对碎屑颗粒起胶结作用的化学沉淀物,常见类型有钙质、铁质、硅质等自生矿物。杂基是指与砂、砾等碎屑一起由机械作用沉积下来的较细粒物质,主要为粘土物质,有时还有细粉砂和碳酸盐灰泥等。孔隙是指岩石中未被固体物质所占据的部分,它可以是在原始沉积时就保留下来的原生孔隙,也可以为成岩后生阶段的所形成的次生孔隙。碎屑颗粒、杂基和胶结物之间的关系,往往能够反映岩石形成的古水体介质的流动性性质和沉积环境的某些特征及其岩石本身的一些物理性质(如孔隙性、渗透率等)。

一般地,按照碎屑颗粒的粒径大小,陆源碎屑沉积物可作进一步划分。

砾和角砾(粒径 $>2\text{mm}$):细砾,粒径 $16\sim2\text{mm}$;中砾,粒径 $64\sim16\text{mm}$;粗砾,粒径 $256\sim64\text{mm}$;巨砾,粒径 $>256\text{mm}$ 。

砂(粒径 $2\sim0.125\text{mm}$):粗砂,粒径 $2\sim1\text{mm}$;中砂,粒径 $1\sim0.5\text{mm}$;细砂,粒径 $0.5\sim0.25\text{mm}$;微粒,粒径 $0.25\sim0.125\text{mm}$ 。

粉砂(粒径 $0.125\sim0.032\text{mm}$):粗粉砂,粒径 $0.125\sim0.063\text{mm}$;细粉砂,粒径 $0.063\sim0.032\text{mm}$ 。

泥(粒径 $<0.032\text{mm}$)。

1. 砾岩

砾岩为粒径 $>2\text{mm}$ 的陆源碎屑物含量超过30%的陆源碎屑沉积岩,砾石中次圆状和圆状砾石含

量大于 50%。实习区内的砾岩主要分布于泥盆系上统五通组下部，由砾岩至砂岩的五个韵律层组成，在区域上砾岩分布和厚度极不稳定。砾石成分以石英岩为主，约占 85%，燧石次之，约占 10%，细砂岩、粉砂岩及条带硅质岩，约占 5%。砾石以 2~5mm 为主，偶见 >10cm 砾石，砾石分选较好，磨圆度以次圆状为主，填隙物为硅质胶结物和细粉砂级杂基组成，颗粒支撑，基底式胶结。砾石呈迭瓦状定向排列。整体来看属于河流沉积。

2. 砂岩

砂岩主要产于志留系下统高家边组、中志留统坟头组、泥盆系上统五通组、石炭系下统和二叠系上统龙潭组。根据成分和成因分类方案，用三角图解法对砂岩进行分类。首先根据基质含量将砂岩分为砂岩和杂砂岩两大类，前者基质含量 < 15%，后者基质含量 > 15%。在砂岩和杂砂岩进一步细分则用三角图(图 5-1)，其三个端元所代表的碎屑物质组分为：石英(Q)端元代表石英、燧石、石英岩和其它硅质岩岩屑；长石(F)端元代表长石及花岗岩、花岗片麻岩岩屑；岩屑(R)端元代表除石英、长石端元中的岩屑以外的其它岩屑(火山岩及其变化产物，板岩、千枚岩、结晶片岩等浅变质岩，粉砂岩、泥质岩及碳酸盐岩等沉积岩)以及碎屑云母和绿泥石。

各端元的成因意义是：Q 的含量或 $Q / (F+R)$ 值反映砂岩的成分成熟度；F/R 值既反映物质来源(深成岩或表成岩)，又反映大地构造状况；F 端元又在一定程度上反映了气候和风化作用的特点。

三角图的进一步分区，首先是根据 Q 的含量 90% 和 75% 值为界分成三大区，即石英砂岩区、长石砂岩—岩屑质长石砂岩—长石质砂岩—岩屑砂岩区及其二者的过渡区(长石质石英砂岩、岩屑质石英砂岩、长石岩屑质石英砂岩)；然后再根据 F 和 R 的相对含量将后两个区加以细分，共划分了 8 个类型。

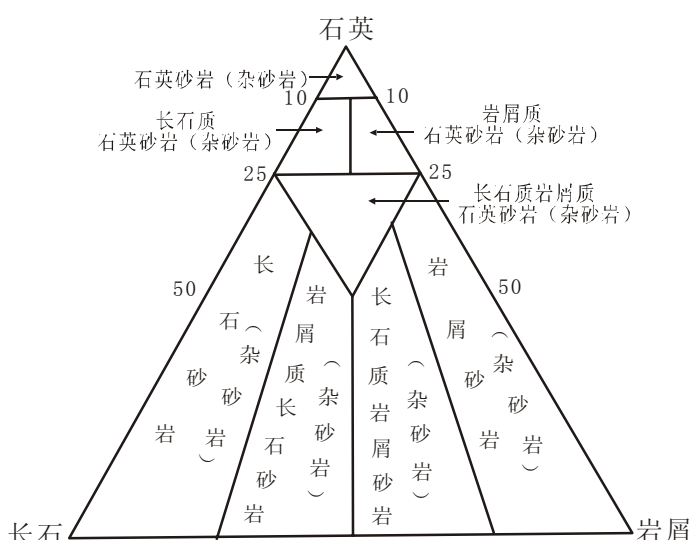


图 5-1 砂岩的成分分类三角图解(据信荃麟，1993)

F 和 R 端元还可以进一步采用辅助三角图细分。其辅助三角形端一般是：R 可细分为火山岩屑、沉积岩屑和变质岩屑三个端元；F 可细分为钾长石、酸性斜长石和基性斜长石三个端元。并可依此进一步命名，如钾长石砂岩、火山岩屑杂砂岩等。

如果岩石中含有特殊意义的矿物时，可用附加命名的办法，如海绿石石英砂岩、锆石石英砂岩等。

根据上述分类方案，实习区内可划分 3 种类型。

(1) **石英砂岩**：产于志留系下统高家边组中下部、泥盆系上统五通组和石炭系下统高骊山组上部，尤以五通组最为典型。该组为灰白色石英砂岩，风化后呈褐色，颗粒成分几乎全由单晶石英碎屑组成，以粗粒为主，分选磨圆较好。其中发育大型楔状交错层，板状交错层、单斜层理、平行层理等，层面上见不对称波痕、雨痕(冰雹痕)等。

(2) **长石质石英砂岩**：主要产于中志留统坟头组上部和二叠系上统龙潭组，岩石呈浅黄、浅灰色，长石含量约 10%~20%，分选性和磨圆度较好。坟头组发育有大型交错层理和波痕，龙潭组见有羽状交错层理。

(3) **石英杂砂岩**：主要产于中志留统坟头组下部，岩石呈浅灰色，中细粒，泥质杂基含量达 30%。发育平行层理和低角度交错层理。

3. 泥质岩

泥质岩类在实习区内分布广泛，主要产于志留系下统高家边组、志留系中统坟头组、泥盆系上统五通组、石炭系下统金陵组、二叠系下统栖霞组底部和孤峰组、二叠系上统龙潭组和大隆组、下三叠统等。根据其成分和页理发育状况，往往可直接影响泥质岩的定名，如页岩、泥岩、粉砂质页岩、粉砂质泥岩、钙质页岩、钙质泥岩、铁质泥岩、铝土质页岩、铝土质黏土岩、炭质页岩、黑色页岩、硅质页岩等。

(二) 内源沉积岩

内源沉积岩是指组成岩石的沉积物在沉积盆地中通过生物沉积作用和化学沉积作用而形成的岩石。按沉积作用方式可分为机械、生物、化学和生物化学作用形成的碳酸盐岩、硅质岩、铝质岩、铁质岩、锰质岩和磷质岩，以及主要由化学作用形成的蒸发岩和主要由生物作用形成的可燃性有机岩。

1. 碳酸盐岩

碳酸盐岩主要由沉积的碳酸盐矿物(方解石、白云石等)组成，还含有非碳酸盐自生矿物及陆源矿物化合物等。主要的岩石类型为石灰岩(方解石含量大于 50%)和白云岩(白云石含量大于 50%)和陆源碎屑及粘土组成各种过渡类型的岩石。

从结构的角度来看，碳酸盐岩主要由颗粒、泥、胶结物、生物格架和晶粒五种结构组分组成。碳酸盐岩中的颗粒，按其是否在沉积盆地或沉积地区中形成，可分为内颗粒(盆内颗粒)和外颗粒(盆外颗粒)两类。内颗粒是主要的，外颗粒是次要的。

按碳酸盐岩颗粒的组成特征和成因分为：内碎屑、鲕粒、生物碎屑、球粒、藻粒 5 种。

内碎屑：指在沉积盆地内形成的由弱固结或半固结的碳酸盐沉积物经波浪、潮汐等水流作用冲刷、破碎或搬运而形成颗粒。

内碎屑按粒径大小分为：砾屑，2mm；砂屑，2~1mm；粉屑，1~0.1mm；泥晶，<0.01mm。

碳酸盐沉积物中常见的内碎屑有的来自干涸的潮坪泥晶灰岩碎片或石片，大量石片经过潮汐作用，发生相互磨蚀，形成扁平砾石，如竹叶状灰岩。

鲕粒：是一种由核心和包壳组成的粒径小于 2mm 的球形或椭球形颗粒。其核心可以是陆源碎屑(石英、长石)、内碎屑、生物碳酸盐颗粒等。包壳是由化学沉淀形成的微晶碳酸盐矿物呈同心状或放射状排列所组成。直径大于 2mm 的类似颗粒称豆粒。鲕粒与豆粒均属包粒，系形成于动荡水中。

鲕粒的成因有无机和有机成因两种说法。一些持有机成因论的学者认为，鲕粒的形成与藻类以及细菌的作用有关；无机成因被人们普遍承认，主张碳酸盐鲕粒是在碳酸盐过饱和且扰动的水体环境，由溶液中析出的碳酸钙(主要是文石)围绕着被水扰动浮起质点为核心沉淀而成。

生物碎屑：是指经过搬运和磨蚀以及未经搬运和磨蚀的生物化石碎屑及完整的生物化石个体。镜下观察，生物钙质硬体显示由方解石和文石组成的空间形态的显微结构，可归纳为粒状、纤(柱)状、片状、单晶四大显微结构(戴永定，1981)。

粒状结构由光性方位杂乱、三向大致等轴的方解石(或文石)晶体组成，如软体动物最外壳层。

纤(柱)状结构由平行或放射状排列的单向延长的方解石(或文石)晶体组成，C 轴与长轴近乎一致。如三叶虫和珊瑚。

片状结构由近乎平行的方解石(或文石)片以各种方式叠集而成，如腕足动物等。

单晶结构指骨片全部或局部由一致消光的单一晶体或双晶组成，如棘皮动物。

团粒(或球粒)：由微晶碳酸盐矿物所组成的不具有内部构造的表面光滑的球形或卵形颗粒。球粒至少有藻球粒、粪球粒和假球粒三种成因类型，它们都是低能环境的产物。

团块：是由几个碳酸盐颗粒被灰泥或藻类粘结在一起形成的，在巴哈马滩，这样的颗粒称为葡萄石。

藻粒：即与藻类有成因联系的颗粒，它包括藻鲕、藻灰结核、藻团块及藻碎屑等。

泥是与颗粒相对应的另一种结构组分，是指泥级的碳酸盐质点。它不是陆源的，而是盆地内形成的细小的碳酸盐泥屑。根据它的具体成分，可分为“灰泥”和“云泥”。灰泥是方解石成分的泥，

也称“微晶方解石泥”；云泥是白云石成分的泥。

有三种成因的灰泥：①化学沉淀作用生成的灰泥；②机械破碎作用生成的灰泥，这主要是指泥级的内碎屑；③生物作用生成的灰泥。

胶结物主要是指充填于原始沉积颗粒之间起胶结作用的化学沉淀物质。由于这种胶结物的晶体清澈明亮，称为“亮晶”或“亮晶胶结物”。它通常是在水动力较强的沉积条件下，原始粒间的细粒灰泥质点被冲洗带出后，在成岩过程中在粒间孔隙中以化学方式沉淀的方解石。

生物格架主要指原地生长的群体生物（如珊瑚、苔藓、海绵、层孔虫等）以其坚硬的钙质骨骼所形成的骨骼格架。

晶粒是晶粒碳酸盐岩(也称结晶碳酸盐岩)的主要结构组分。

晶粒可首先根据其粒度划分为砾晶、砂晶、粉晶、泥晶等。砂晶还可再细分为极粗晶、粗晶、中晶、细晶及极细晶，粉晶还可再细分为粗粉晶和细粉晶。

碳酸盐岩按其中的矿物成分可分为石灰岩和白云岩两种基本类型。

(1)石灰岩：按照结构和成因分类的观点（表 5-2），对实习地区石灰岩进行划分。

表 5—2 石灰岩地结构—成因分类（曾允孚等，1980）

| 颗粒百分含量 | 主要填隙物 | 颗 粒 石 灰 岩 类 | | | | | | 原地固着生物灰岩类 |
|--------|-------|--|------------|------------|---------|---------|----------|---|
| | | 内碎屑 | 生物(屑) | 鲕粒 | 团粒 | 团块 | 三种以上颗粒混合 | |
| 大于50% | 亮晶 | 亮晶内碎屑灰岩 | 亮晶生物(屑)灰岩 | 亮晶鲕(豆)粒灰岩 | 亮晶团粒灰岩 | 亮晶团块灰岩 | 亮晶颗粒灰岩 | 1. 生物(珊瑚、红藻、苔藓虫、海绵动物、层孔虫、等)礁灰岩 2. 生物(海百合、层孔虫、藻类)层灰岩 3. 生物(枝状珊瑚、海绵动物、苔藓虫、藻类等)丘灰岩 |
| | 灰泥 | 微晶内碎屑灰岩 | 微晶生物(屑)灰岩 | 微晶鲕(豆)粒灰岩 | 微晶团粒灰岩 | 微晶团块灰岩 | 微晶颗粒灰岩 | |
| 50—25% | 灰泥 | 内碎屑微晶灰岩 | 生物(屑)微晶灰岩 | 鲕(豆)粒微晶灰岩 | 团粒微晶灰岩 | 团块微晶灰岩 | 颗粒微晶灰岩 | |
| 25—10% | 灰泥 | 含内碎屑微晶灰岩 | 含生物(屑)微晶灰岩 | 含鲕(豆)粒微晶灰岩 | 含团粒微晶灰岩 | 含团块微晶灰岩 | 含颗粒微晶灰岩 | |
| <10% | 灰泥 | 微晶或泥晶灰岩类 | | | | | | |
| 重结晶灰岩类 | | 具残余结构(各种颗粒、或生物礁)晶粒(粗晶、中晶、细晶)灰岩、如具残余结构地巨晶、中晶、细晶灰岩 | | | | | | |

这种分类首先把石灰岩划分为三大类型，即颗粒—灰泥石灰岩、晶粒石灰岩和生物格架石灰岩。分类表中的岩石名称为岩石类型的名称，而不是某一具体岩石的名称。对某一具体的岩石，其名称还应根据具体的结构组分特征和相对含量，定得更具体些，如褐灰色鲕粒灰岩、灰色泥晶生物碎屑灰岩等。根据实习地区的具体情况，这里主要介绍颗粒—泥晶石灰岩类的主要类型及其特点。

内碎屑灰岩：内碎屑是指沉积盆地中沉积不久、半固结或固结的碳酸盐沉积物，受波浪或水流作用的影响而破碎、搬运、磨蚀、再沉积所成的颗粒。根据颗粒直径的大小可以把内碎屑划分为砾屑、砂屑、粉屑和泥屑四个级别，我们通常所说的内碎屑一般指的是前三者。实习地区常见于石炭系和二叠系中。

生物碎屑灰岩：生物碎屑是指经过搬运和磨蚀以及未经过搬运和磨蚀的生物化石碎屑与个体，主要形成于开阔海台地、浅海陆棚、滨海潮坪和海滩等环境。生物碎屑灰岩在实习区常见于石炭系、二叠系和三叠系中，生物碎屑主要由海百合茎、腕足类、腹足类、介形虫等组成。

鲕粒灰岩：鲕粒是具有核心和同心纹层结构的球状颗粒，一般形成于温暖浅水、水动力条件较强的环境中。鲕粒的核心可以是内碎屑、生物碎屑、陆源碎屑及其它物质，同心纹层主要由泥晶组成。根据结构和形态特征，通常把鲕粒分为正常鲕、表皮鲕、复鲕、负鲕、放射鲕、单晶鲕及多晶鲕等，粒径一般在 2~0.25mm 之间。实习区偶见于震旦系、石炭系和二叠系中。

藻粒灰岩：主要是由与藻有成因联系的富藻类的碳酸盐颗粒组成的岩石，常见的藻粒有核形石、藻团块及藻屑等。实习区见于震旦纪、石炭纪和二叠纪地层中，主要岩石有藻团块白云岩、藻屑白云岩和叠层石白云岩等；核形石主要产于三叠系，石炭系和二叠系也有少量产出。

泥晶灰岩：是颗粒—泥晶石灰岩类型中以泥质组分为主的岩石类型。一般认为，基本上不含颗粒的泥晶灰岩是水动力条件很弱的环境中的产物，常与球粒灰岩和粉屑灰岩共生。泥晶的成因基本包括三种类型，即化学沉淀成因、机械破碎成因和生物成因。泥晶灰岩一般形成于受保护的浅水泻湖、潮坪、陆棚及较深水的滨外盆地。实习地区常见于震旦系、石炭系和三叠系中。

实习区内泥晶灰岩主要产于石炭系下统和州组，二叠系下统栖霞组和三叠系。

(2) 白云岩：白云岩是由白云石组成的沉积碳酸盐岩，主要由碳酸钙沉积物或石灰岩被白云石交代而成。通常认为，沉积物形成后的准同生交代和固结过程中交代以及固结以后交代作用所形成的白云岩，是交代白云岩主要的成因类型。白云岩和灰岩一样，也是由颗粒、泥晶基质、亮晶胶结物及孔隙 4 种结构组分构成。同样地，石灰岩的结构/成因分类系统和命名原则基本可适用于白云岩。

实习区内的白云岩产于上震旦统灯影组、石炭系下统和州组及三叠系下统和龙山组。

2. 硅质岩

硅质岩是指由化学作用、生物和生物化学作用以及某些火山作用形成的富含二氧化硅（一般超过 70%）的岩石，其中包括在盆地内经机械破碎再沉积的硅质岩。硅质岩的矿物成分主要有各种类型的蛋白石、结晶质的玉髓和自生石英。

实习地区硅质岩主要为层状燧石岩、薄层硅质岩和结核状燧石岩，多产于二叠系下统栖霞组和孤峰组。

3. 煤

煤是温暖潮湿气候条件沼泽环境的产物。

实习地区煤产于二叠系栖霞组底部，俗称“梁山煤系”。下二叠统栖霞组底部在华南板块统称为梁山段。

二、沉积构造及其特征

沉积构造是沉积物中最常见的宏观特征之一，是由沉积物的成分、结构、颜色的不均一性而形成的特征。沉积构造是分析和判别环境的重要标志之一。

实习地区各时代岩层中发育有较为丰富的多种沉积构造，为沉积相的确定和沉积环境的恢复提供了重要依据。

(一) 层理构造

层理构造是沉积岩中最重要的一种构造，它是沉积物沉积时在层内形成的成层构造。层理由沉积物的成分、结构、颜色及层的厚度、形态等沿垂向的变化而显示出来。组成层理的要素有细层、层系和层系组。细层又叫纹层，是组成层理的最小单位，其厚度极小，常以毫米计；同一细层具有比较均一的成分和结构，但有粒度变化，是在相同水动力条件下同时形成的。层系是由成分、结构和产状上相同的许多细层组成，是同一环境的相同水动力条件下，不同时间形成的细层组成。层系组是由两个或两个以上相似的层系组成，是同一环境相似水动力条件下形成的。

按层系的厚度可分为：大型（>10cm）；中型（10—3cm）；小型（<3cm）。

常见的层理有水平纹理(层理)、交错层理、平行层理和块状层理等等。

岩层按层的厚度可划分为：块状层, >2m; ; 厚层, 2~0.5m; 中层, 0.5~0.1m; 薄层, 0.1~0.01m; 微层或页状层, <0.01m。

实习地区的沉积岩层理类型丰富, 主要是受牵引流搬运沉积作用产生的各种层理。

1. 块状层理

其层内物质均匀, 组分和结构上无差异, 不显细层构造的层理, 亦称均匀层理。实习地区几乎各纪地层中均有发育, 如志留系中统坟头组和泥盆系上统五通组的砂岩, 石炭系金陵组、和州组、黄龙组和二叠系下统栖霞组的生物碎屑灰岩、白云质灰岩等。后者大都是在浅海陆棚或开阔海台地环境形成的, 这里水体温暖、富氧, 底栖生物繁盛。造成块状层理的成因就是由于强烈的生物扰动, 致使沉积物的原生层理遭到彻底破坏, 并将沉积物完全混和在一起形成的。

2. 水平纹理(层理)

水平纹理是沉积岩中彼此平行的纹理, 与沉积水平面一致, 亦称水平层理。它主要产于泥质岩、粉砂岩、泥晶灰岩、层状硅质岩中。水平层理是在比较弱的水动力条件下, 由悬浮物沉积而成, 因此它出现在低能环境中。

实习地区几乎各纪地层中均有发育, 如志留系下统高家边组、志留系中统坟头组、泥盆系上统五通组、石炭系下统高骊山组中的粉砂岩和页岩、石炭系上统船山组及二叠系下统栖霞组中的泥晶灰岩和泥晶藻球粒灰岩、二叠系下统孤峰组和二叠系上统大隆组中层状硅质岩等。

3. 平行层理

平行层理主要产于砂岩中, 是在高流态条件下产生的一种层理类型, 牵引流和密度流沉积中均可出现。它主要是在较强的水动力条件下, 高流态中由平坦的床沙迁移, 床面上连续滚动的砂粒产生粗细分离而显出的水平细层。

实习地区平行层理主要见于志留系中统坟头组和泥盆系上统五通组的砂岩中, 与大型板状、楔状、冲洗及槽状交错层理共生。

4. 交错层理

交错层理是最常见的一种层理, 在层的内部由一组倾斜的细层(前积层)与层面或层系面相交, 所以又称斜层理。根据交错层理中层系的形状不同, 可分为: 板状交错层理、楔状交错层理、槽状交错层理、波状交错层理等。大多数交错层理是在非粘性的沉积面上由流水流动产生的床砂形体因迁移而形成的。

实习地区的交错层理常见的有大型板状交错层理、楔状交错层理、槽状交错层理、冲洗交错层理、羽状交错层理及波状交错层理等。前四种类型产于志留系中统坟头组和泥盆系上统五通组石英砂岩及长石杂砂岩中, 而羽状交错层理见于志留系中统坟头组和二叠系上统龙潭组砂岩中。板状交错层理层系界面平直, 互相平行, 层系厚度在横向上呈板状。如果层系厚度成楔状, 就称楔状交错层理, 细层常平行, 细层与层系界面平行、斜交或相切。槽状交错层理层系界面为弧形侵蚀面, 层系呈槽状, 以弯曲的细层充填, 槽可对称或不对称, 其长轴方向平行于水流流动方向。冲洗交错层理是当波浪向浅水海滩或砂坝方向传播时, 由于波浪运动, 不仅受到水质点内部摩擦, 而且还有与海底的摩擦的阻力, 使海浪发生变形, 水质点运动的轨迹由圆→椭圆→扁平→向岸及离岸的直线, 形成往返的冲洗作用而形成的。

5. 压扁层理、波状层理及透镜状层理

这三种层理又称潮汐层理, 它们是在泥(或灰泥)、砂(或碳酸盐岩中的颗粒)都有供应和较活跃的水动力条件与缓慢或停滞的水动力条件相互交替的情况下形成的, 一般出现存砂泥呈互层段, 常见于细一粉砂岩、泥质粉砂岩或粉砂质泥岩中。

实习区的压扁层理和透镜状层理主要见于二叠系上统龙潭组细一粉砂岩和泥质粉砂岩中, 而波状层理则仅出现于石炭系下统和州组的泥晶灰岩和泥质粉砂岩中。

(二) 层面构造

层面构造是指在沉积岩层面（顶面或底面）上的各种构造，主要由波痕、冲刷痕等，实习区与流动成因的层面构造主要是波痕。

波痕：它是最常见的层面构造，是非粘性砂质沉积物层面上特有的波状起伏的层面构造，是保留在层面上的床沙形体痕迹，在层内的痕迹就是层理。习惯上用垂直波脊的剖面来描述波痕。实习区内主要见于志留系下统高家边组、志留系中统坟头组和泥盆系上统五通组的石英粉砂岩和细砂岩中，另外还见于石炭系下统和州组炉渣状灰岩顶部。

（三）暴露成因的构造

指已沉积的沉积物表面间歇性地暴露于大气中所形成的沉积构造，主要包括干裂（泥裂）、雨痕（雹痕）、泡沫痕等。

1. 干裂（泥裂）

干裂（泥裂）是指泥质沉积物或灰泥沉积物暴露于地表，通过干缩与压实作用而产生的一系列收缩裂隙，将沉积物表面分割成许多多边形的泥块，表面呈龟裂网状。从断面上看为“V”字形，上宽下窄，尖端指向下伏地层，内含砂质沉积物。实习区内泥裂主要见于下石炭统和州组上部灰岩所夹的泥页岩中。

2. 雨痕（雹痕）和泡沫痕

雨痕（雹痕）是指由雨滴或冰雹降落在泥质沉积物的表面撞击出的小坑，为圆形或椭圆形，边缘都略微高起。泡沫痕是沉积物近于出露水面时，水泡沫在沉积物表面暂停留所留下的半球形小坑，边缘无凸起，常成群出现，大小悬殊。

雨痕（雹痕）和泡沫痕常见于河漫滩、海滩、潮上及潮间带的上部和湖泊沉积环境。实习区内主要见于泥盆系上统五通组中部细粒石英岩的上层面，呈密布的圆形小坑，边缘较光滑。大小悬殊。

（四）化学成因的构造

有些构造如结核、缝合线、叠锥等是与化学溶解、沉淀作用有关。

1. 结核：结核是岩石中自生矿物集合体，它在成份、结构和颜色等方面与围岩有显著区别，形状常呈球状、椭球状及不规则状等，大小不等，可以孤立出现或成串珠状出现。

结核按形成阶段，可分为：同生结核、成岩结核和后生结核。按结核的成分可分为钙质结核、黄铁矿结核、硅质结核、菱铁矿结核、磷质结核、锰质结核等。实习地区主要见于栖霞组灰岩中硅质结核。

2. 缝合线：常见于碳酸盐岩中，在垂直层面的切面中呈锯齿状为裂缝，呈头盖骨接缝。

（五）与生物活动有关的构造

可分为生物生长构造，如叠层构造，以及生物遗迹构造，如钻孔、潜穴、生物扰动构造、爬痕及虫迹等。

生物遗迹构造：是指保存在沉积物层面上及层内的生物活动的痕迹，如保存在沉积物层面上爬行迹及停息迹、保存在层内的居住迹和钻孔迹等。生物遗迹构造都是原地形成并随沉积物固结成岩而保存下来，不会被搬运转移，所以生物遗迹构造是判断沉积环境的良好标志。

实习地区的生物遗迹构造种类较多，主要见于志留系下统高家边组黄绿色页岩和石英细砂岩、中志留统坟头组上部的泥岩和黄绿色页岩、泥盆系上统五通组粉砂岩。

三、沉积环境与沉积相

（一）晚震旦世晚期灯影期

晚震旦世灯影期该区以硅质条带、硅质结核藻粒白云岩、葡萄状含蓝绿藻泥晶白云岩、微晶白云岩、条纹状白云岩、细晶鲕粒白云岩等沉积为主，并含有微古植物原始光面球藻、核形石、葛万藻及其藻席等，均反映了碳酸盐岩台地相沉积，在沉积相方面自下而上表现为台地边缘相逐次为潮间低能带的局限台地相至潮间—潮坪碳酸盐岩局限台地相（张同钢等）。

（二）志留纪

1. 早志留世高家边期

(1) 高家边早期：该区沉积了以青灰色页岩为主的地层，夹泥岩及粉砂岩、细砂岩，页理发育；含笔石化石，笔石的出现说明为静水或较深水环境，代表了半深海至深海环境。

(2) 高家边中期：以黄绿、灰绿色薄层泥岩和页岩沉积为主，夹泥质砂岩，砂岩，发育小型不对称流水波痕。产有笔石、腕足类动物化石。上述特征反映了半深海至深海背景下的等深流沉积。

(3) 高家边晚期：以黄绿色粉砂质泥岩、薄层泥质砂岩、粉砂岩及页岩不等厚互层沉积为主。产有笔石、腕足类、双壳类、三叶虫、腹足类、鱼类及沿层面密集分布的虫管等多门类动物化石。砂岩中发育有交错层理、平行层理、丘状交错层理，层面上具有波痕。上述特征均反映了水体开始变浅的滨外陆棚环境沉积，偶受风暴影响。

早志留世高家边期，反映了海水由深变浅的海退过程。

2. 中志留世坟头期

(1) 坟头早期：以黄绿、浅紫色石英细砂岩、含泥质砾石英砂岩及少量粉砂岩和页岩沉积为主。含鱼类，腕足类、双壳类及遗迹化石。砂岩中冲洗交错层理、平行层理、楔状交错层理及各种波痕发育。反映了滨海环境的沉积特征。

(2) 坟头晚期：早期以黄绿色薄层粉砂质泥岩与石英砂岩互层，富含三叶虫、腕足类、双壳类、腹足类、珊瑚、海百合、鱼类及其遗迹化石；后期以紫红、灰绿等杂色薄层泥岩、粉砂岩互层为主。砂岩中波痕、交错层理等发育，此外还发育生物扰动构造。上述特征反映从早到晚期海水深度逐步变浅的滨浅海环境的沉积特征。

中志留世晚期受广西运动(江南运动)的影响，海水退出本区，上升为陆，缺失晚志留系地层。

(三)晚泥盆世五通期

受广西运动(江南运动)的影响，本区上升为陆地，经过长期的风化剥蚀，地势被夷平，至晚泥盆世开始接受沉积，故而缺失早、中泥盆统地层。

(1) 五通早期：相当于五通组下段沉积时期。早期发育灰白色厚层一中厚层石英砾岩、石英砂砾岩、含砾石英砂岩沉积，砾石成分为脉石英和燧石，磨圆度较好，硅质胶结，其间夹的砂岩具有单向水流方向的斜层理，层内见遗迹化石。反映海水滨海环境的滨岸环境沉积，此时海水较浅。随着海平面的上升，发展为砂质海岸沉积，由灰色厚一中层石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩、泥岩层组成。石英砂岩由滚圆状的石英颗粒组成，分选性和磨圆性均较好，硅质和铁质胶结。发育冲洗层理、羽状交错层理、槽状交错层理，在砂岩层面上见遗迹化石。这套沉积形成于浅滨潮间带下部至临滨的潮下带上部环境。

(2) 五通晚期：相当于五通组上段沉积时期。深灰、灰白色薄层粉砂岩、粉砂质泥岩、碳质页岩、页岩、黏土岩及赤铁矿层和中厚一中薄层石英细砂岩交互韵律层沉积。富含原埋藏的植物、叶肢介等，含少量腕足类化石。具波状交错层理、脉状层理，具水流或浪成波痕，产遗迹化石。上述沉积特征反映潮间带的砂泥混合坪沉积，随后海水退出形成风化剥蚀面，短暂的风化其表面形成铁质风化壳。沉积间断不久，又有新的海侵开始，沉积褐铁矿化的砾岩，粉砂、细砂岩质砾石均褐铁矿化，随后发展为滨岸沼泽化的泥炭坪。随着海侵的进一步加大，间或出现潮间砂坪，封闭海湾或泻湖，而且出现潮间带的砂泥坪，海平面进一步上升。

(四)石炭纪

1. 早石炭世

(1) 早石炭世早期：金陵期。早期岩性为灰黄色薄层含泥质细砂岩或含铁砂岩，含腕足类化石；晚期为灰、灰黑色中厚层生物碎屑灰岩、微晶灰岩，富含珊瑚礁、腕足类、抱粉类、海百合茎、牙形刺等化石。反映该区早期为海陆交互的砂泥质滨海沉积，晚期已转变为水体清澈的开阔碳酸盐台地浅海相沉积环境。但后期曾发生海退，顶面遭受风化剥蚀。

(2) 早石炭世中期：高骊山期。早期发育为灰一灰黄薄层黏土岩，底部夹褐铁矿层，含植物碎片；中期灰黄、紫红薄层含生物碎屑灰岩、含钙一铁质泥岩夹姜块状灰岩和中薄层含生物碎屑灰岩；晚

期沉积了灰黄—黄褐色含铁细粒石英砂岩、灰白色石英砂岩。地层中含丰富腕足类、珊瑚、双壳类、虫迹和旋齿鲨鱼牙齿和硬骨鱼鳞化石等动物化石及柱状叠层石。具水平层理、微波状层理等。上述特征反映海平面上升，沉积了滨浅海环境的潮坪相石英细砂岩和泻湖相含粉砂质页岩、海湾相含铁质页岩、生物屑泥灰岩；而后海平面下降，接受泻湖相粉砂质泥岩沉积；随着海平面略有上升，沉积了砂坝相灰白色石英细砂岩；之后，沉积层暴露水面，发生沉积间断。

(3) 早石炭世晚期：和州期。该时期早期发育了深灰、灰黑色中薄厚层白云质生物碎屑灰岩、泥质岩类。后期岩性为灰色中层粗结晶灰岩、灰、微带肉红色中厚层微晶—亮晶生物碎屑灰岩、白云质灰岩夹黄绿色薄层泥岩、浅灰色炉渣状灰岩。富含筴类化石、珊瑚、腕足类及牙形刺等化石。具水平层理、微波状层理等，泥岩中发育多层龟裂纹。总体反映了碳酸盐岩开阔台地、局限台地至滨海相沉积环境。晚期发生海退，曾遭受风化剥蚀。

2. 晚石炭世

(1) 晚石炭世早期：黄龙期。早期发育灰、深灰、肉红色中厚—厚层状白云质灰岩、生物碎屑微晶灰岩；晚期为灰紫红色厚层亮晶生物碎屑灰岩夹砂屑灰岩。该时期地层富含蜓类、珊瑚、腕足类、双壳类、腹足类、海百合茎及藻类等生物化石。发育韵律构造、交错层理。总体反映了开阔碳酸盐台地—台内浅滩—潮坪—台内浅滩的沉积环境。晚期发生海退，曾遭到短暂的风化剥蚀。

(2) 晚石炭世晚期：船山期。早期发育了黑色厚层微晶灰岩，其底部出现灰黄色含褐铁矿团块泥岩；晚期沉积了灰、深灰色中厚层状亮晶生物碎屑球藻灰岩，夹灰色泥晶生物碎屑灰岩。含腕足类、蜓、珊瑚、藻类，泥岩中含植物碎片化石。该期继承了晚石炭世早期的沉积格局，仍以开阔台地相沉积环境为主，晚期也曾上升为陆，遭到风化剥蚀。

(五) 二叠纪

1. 早二叠世

(1) 早二叠世早期：栖霞期。该时期从下而上沉积了底部碎屑段（梁山煤系）、臭灰岩段、下硅质层、本部灰岩段、上硅质层和顶部灰岩段六个岩性段。含丰富的有孔虫、珊瑚、腕足、苔藓虫、双壳类、腹足类、海百合茎及藻类等生物化石。灰岩中具波状层理、凸镜状层理。

早期梁山煤系为滨海沼泽相沉积，其后为正常浅海的碳酸盐台地沉积。也有认为碳酸盐岩斜坡沉积（李双应等，2002 年）。

(2) 早二叠世晚期：孤峰期。早期沉积了灰黑色薄层放射虫硅质岩及灰黄、褐色泥、页岩互层，底部含磷结核，局部夹锰土层；晚期为深灰色泥、页岩夹少量薄层硅质岩，含锰和磷结核。含有丰富的动物化石，如放射虫、菊石、腕足类、双壳类、腹足类等。上述特征反映水体较深的半深海的滞水静水还原环境。同时，放射虫化石带组合特征反映孤峰组沉积时，海水由深变浅的趋势（何卫红等，1999）。早二叠世末的东吴运动，本区全面抬升而造成了显著的海退事件。

2. 晚二叠世

(1) 晚二叠世早期：龙潭期。早期沉积了灰黄、青灰色中厚层细粒岩屑长石石英及含砾砂岩，夹黑色薄层泥岩；晚期为深灰色、灰黄色薄层泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩夹煤线以及灰黑色中厚层泥晶白云质生物碎屑灰岩，含燧石团块及条带。富含植物化石，植物与海相腕足类、双壳类、腹足类等动物化石共生。具波状层理、凸镜状层理、交错层理、平行层理、水平层理。该时期沉积了一套滨岸沼泽相含煤地层，晚期海侵有进一步加强的趋势。

(2) 晚二叠世晚期：大隆期。该时期发育以灰黑色薄层硅质岩、含碳硅质岩及紫色泥岩、碳质页岩、硅质页岩，富含菊石、腕足类及双壳类等化石。上述特征反映了滞流缺氧条件下静水或较深水环境的沉积。

(六) 三叠纪

1. 早三叠世

(1) 早三叠世早期：殷坑期。该时期主要沉积以泥岩为主，夹泥灰岩、瘤状灰岩及少量微晶灰岩，发育韵律层理、水平层理，富含动物化石菊石、双壳类、牙形刺等。本地区继承了晚二叠世晚期的

沉积环境，由早至晚期水体逐渐变浅，总体为陆棚浅海较深水相沉积。

(2) 早三叠世中期：和龙山期。本期继承了早期的沉积环境和沉积相特征，以黄绿、浅紫色薄层瘤状灰岩与钙质泥岩层互层为特色，发育水平层理。含动物化石菊石、双壳类、牙形刺等。仍为陆棚浅海较深水相沉积。

(3) 早三叠世晚期：南陵湖期。该时期主要由灰色块状微晶灰岩、浅紫红色厚层瘤状灰岩夹深灰色、灰色薄一层厚层灰岩、黄绿色、棕色钙质页岩组成。具微波状和波状层理、水平层理。含动物化石菊石、双壳类、牙形刺、脊椎动物爬行类和裂齿鱼类等。主要为开阔的陆棚浅海碳酸岩台地沉积，但海水逐步由深变浅、海侵范围逐步缩小的海退过程。

2. 中三叠世

东马鞍山期：受海退的影响，海水逐步变浅。在本区沉积一套灰、深灰色薄一中层灰岩、灰、浅紫红色含有石膏假晶钙质白云岩、灰黄色厚层一块状角砾状灰岩及泥灰岩、泥质白云质灰岩。发育波状、微波状、水平层理和条带状构造。见有广盐度双壳类和腕足类化石。上述特征反映了封闭到半封闭的蒸发台地潮上低能沉积环境。

东马鞍山组沉积之后，受印支运动的影响，本区整体抬升，海水全部退出，从此结束了长期以来的海洋环境沉积。

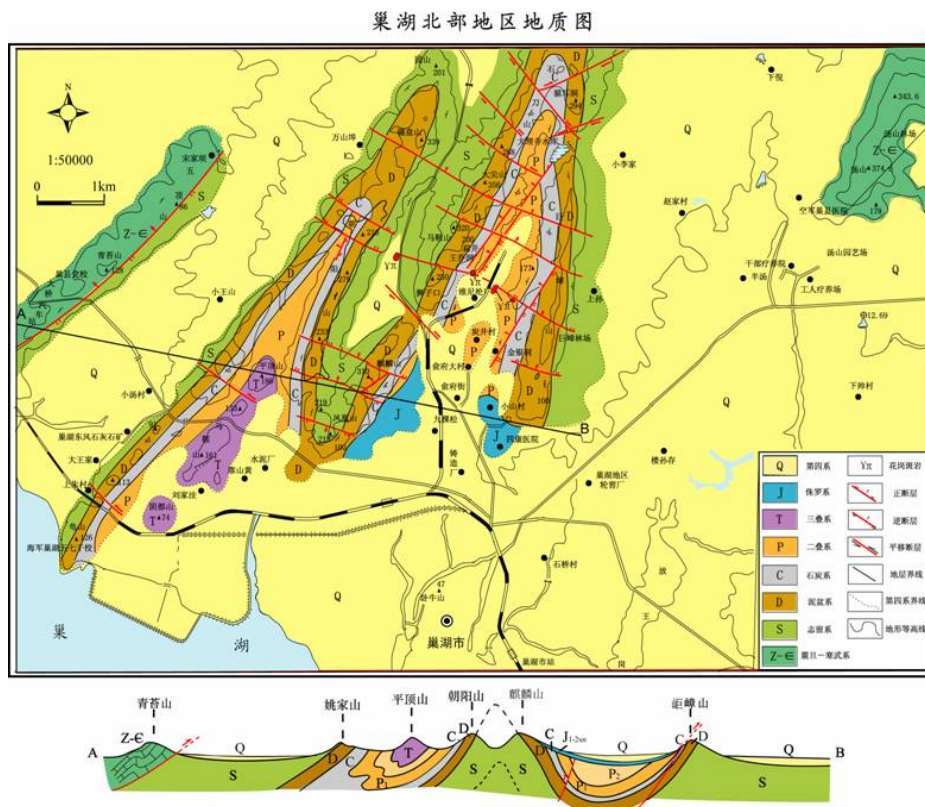
第六章 地质构造

巢湖实习基地的大地构造位置处于郯庐断裂带东侧的下扬子拗陷区，属扬子板块东北边缘的巢湖—无为断褶带，半汤复式背斜的西翼。

该区在中生代以前基本属于相对稳定的构造背景，中生代以来，扬子板块周边的板块活动引起实习区发生较强烈的构造变形作用和岩浆活动，扬子板块东部被活化，呈现活动陆缘的特点。其中，晚三叠世苏鲁—大别地区的碰撞造山作用引起了实习区地层强烈的褶皱变形及一系列断裂构造。侏罗纪-白垩纪期间库拉板块向亚洲板块的俯冲活动，以及太平洋板块新生代以来向亚洲板块的俯冲活动都对实习区造成了显著的影响，导致中国东部主体处于伸展背景，并伴有比较强烈的火山岩浆活动。早白垩世郯庐断裂大规模左行走滑活动，不仅将苏鲁—大别碰撞造山带明显错开，同时对该区晚三叠世期间形成的褶皱和断裂构造进一步改造，并最终形成现今的构造格局。根据实习区褶皱所卷入的地层为震旦系至中三叠统，而侏罗系不整合覆盖于上古生界之上，推断褶皱构造应属于印支期南象运动的产物。现将实习区内的主要构造简介如下：

一、褶皱

实习区由三个二级褶皱组成一个复式背斜，自东向西分别为俞府大村向斜、凤凰山背斜和平顶山向斜（图 5-1）。褶皱岩层主要由志留系、泥盆系、石炭系、二叠系和三叠系构成。其中二叠系大隆组为俞府大村向斜的核部，三叠系东马鞍山组构成平顶山向斜的核部，凤凰山背斜的核部则由志留系组成。褶皱枢纽呈 NNE 向延伸，SSW 倾伏，倾伏角 15° - 26° 。褶皱轴面倾向 NW，轴迹方向 NE，因此，褶皱在平面上表现为一个类似斜体“M”形。褶皱多被近东西向的次级断层截切，并伴有少量岩浆活动。另外，区内次级小褶皱也很发育，特别是向/背斜的核部特别明显。



1. 俞府大村向斜

俞府大村向斜位于实习区东北部，分布于大尖山-大理寺水库-炭井村-俞府大村一带，规模较大，总体构造线方向为 NNE-SSW，向斜核部由二叠系大隆组，两翼分别由石炭系、上泥盆统、中-下志留统组成。向斜的枢纽向 SSW 倾伏，轴面倾角较大，东南翼缓，西北翼陡且局部倒转，核部的孤峰组、龙潭组和大隆组强烈揉皱。俞府大村向斜在巢湖水泥厂-西康医院一线被第四系掩盖，沿维尼纶厂东矿山-王乔洞一线发育有 4 个小型花岗岩岩脉或岩枝，受 NWW 向断层控制。

2. 凤凰山背斜

凤凰山背斜位于实习区中部，分布于凤凰山-麒麟山-朝阳山一带，规模较大，枢纽呈 NNE-SSW 延伸，向 SSW 倾伏。背斜东翼地层倾向 SE，倾角较大，近直立，局部倒转；西翼地层倾向 NW，倾角较缓，一般 30° 左右。核部地层为中-下志留统，主要由抗风化能力弱的泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩和砂岩等组成，而两翼及倾伏端依次为泥盆系五通组、石炭系、二叠系组成，其中五通组石英砂岩抗风化能力较强，常构成山脊，因此凤凰山背斜形的核部出现沟谷洼地（图 5-2）。

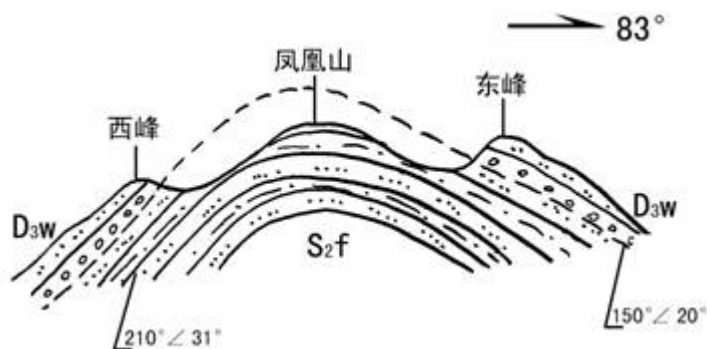


图 5-2 凤凰山背斜南倾转折端示意图（比例尺 1: 10000）

3. 平顶山向斜

平顶山向斜位于实习区西部，分布于平顶山-龟山-碾盘山一带，规模较大，该向斜的枢纽总体沿 NNE-SSW 向延伸，向 SSW 倾伏。向斜核部为三叠系东马鞍山组、两翼分别为三叠系南陵湖组、和龙山组、殷坑组和二叠系、石炭系、上泥盆统和中-下志留系组成。东南翼地层倾向 NW，西北翼地层产状较陡，局部倒转。核部三叠统在平顶山采石厂一带次级褶皱十分发育（图版 2，图 8）。

二、断裂

本区由于多期构造活动，断层较发育，但规模普遍较小。根据断层性质可以分为正断层、逆冲断层、平移断层。其中逆冲断层的延伸方向基本与褶皱枢纽的延伸方向一致，推测形成时间与褶皱同时或稍晚于褶皱。正断层的延伸方向基本垂直于褶皱的枢纽，主体形成应该晚于褶皱。现分别描述如下：

1. 逆冲断层

1) **青苔山逆冲推覆断层**：该断层位于实习区西北部青苔山-殷家山一带，出露长约 30km，断层走向 NNE-SSW，断面倾向 NWW。上盘主要由上震旦统灯影组 (Z_2d) 白云质灰岩推覆体组成，向 SEE 方向逆冲推覆于下盘的下志留统高家边组 (S_1g) 页岩之上。断裂带内发育有灯影组白云岩组成约 1-2m 的构造角砾岩和高家边组页岩形成的片理化泥页岩带，其中还发育一系列近于平行的次级逆冲断层和滑脱面擦痕和镜面。

2) **狮子崖逆断层**：位于凤凰山背斜东南翼，麒麟山与凤凰山交界的冲沟内，因断裂所在部位貌似狮子头，故名狮子崖断层（图版 1，图 6）。断层发育在上泥盆统五通组 (D_3w) 下部石英砾岩和石英砂岩内部。断面产状约 $334^\circ \angle 61^\circ$ ，上盘和下盘地层产状约 $125^\circ \angle 58^\circ$ ，断层下盘石英砂岩中破劈理和平行断面的构造擦痕发育，根据断裂面下盘劈理产状 ($310^\circ \angle 30^\circ$ - $343^\circ \angle 41^\circ$)，

指示断层面上盘上升，下盘下降的位移方向，以及上盘石英砾岩的时代老于下盘石英砂岩，可确定该断裂为逆断层性质。

除此之外，实习区还在统一的挤压构造应力体系之下，发育有一系列 NEE-SSW 向逆断层，规模大小不等，如王乔洞-大尖山、朝阳山、扁井-大理寺、金银洞等逆断层。

2. 正断层、平移断层

正断层在本区较为发育，横切褶皱枢纽，呈 NW-SE 方向延伸分布，断层面 NE 或 SW 向倾斜，局部倾角较陡，显示张性性质，断层之间基本平行且大致等间距，多以平移-正断层形式出现。代表性的断层有：177 高地右行平移正断层；王乔洞右行平移正断层；大尖山右行平移正断层；狮子口右行平移正断层等；平顶山左行平移断层。

1) **狮子口右行平移正断层**：位于 7410 工厂东南侧的山坡上，断面产状约 $155^{\circ} \angle 75^{\circ}$ ，上盘出露五通组石英砂岩，下盘在公路边出露坟头组灰黄色泥质粉砂岩。半坡上可见上盘的五通组石英砂岩沿倾向被截断，东南侧下降，而且上盘（东南侧）的五通组底部的石英砾岩缺失，断裂带内坟头组灰黄色泥质粉砂岩破碎比较强烈，具有断层碎裂岩的特点。根据地层产状分析，公路两侧岩层被 NW 向断层呈右形错动，由此可见，狮子口断层为一右行平移正断层。

2) **平顶山左行平移断层**：位于平顶山西南边，隶属于平顶山向斜核部。断层呈 NW-SE 方向延伸分布，多被第四系覆盖，产状不清。判断依据是地层走向，因为简易公路两侧岩层根据走向延伸不连续，具有 NW 向左行平移断层错动特征，因此推测存在一个 NW-SE 方向左行平移断层。该断层从平顶山西南坡向北西延伸，影响范围涉及平顶山向斜西翼的三叠系、二叠系、石炭系、上泥盆统乃至中-下志留统。

三、节理

实习区节理较为发育，多数发育在志留系坟头组和泥盆系五通组砂岩中，其次，还发育在石炭系、二叠系、三叠系中。表现出两种形成机制和分布特征：一种为区域性成“X”型共轭出现（图版 2，图 7），或垂直层理发育的横张节理；另一种与断层伴生，发育在断裂旁侧，平行密集排列。此外，还发育有派生的追踪节理、羽状节理等。

第七章 侵入岩

一、概述

巢湖实习基地的岩浆岩不很发育，仅发现有 4 个很小的侵入体和两条岩脉。侵入体主要分布在 7410 工厂—王乔洞一线，严格受北西向断裂控制。单个侵入体规模均很小，面积仅 100—1200m²，其中以维尼纶厂东侧、炭井村东侧岩体规模最大，露头也较新鲜，但现已全部被维尼纶厂平整建成体育场，难以看到。现根据合肥工业大学实习指导书资料，将实习区侵入体和岩脉特征介绍如下：

二、实习区侵入岩特征

侵入体的岩性主要为黑云母花岗斑岩（7410 工厂岩体）、花岗斑岩（王乔洞岩体）和花岗闪长斑岩（炭井村岩体和 117 高地南坡岩体），呈岩株状产出，一般剥蚀不太深，属浅成—超浅成相。岩体与围岩均为侵入接触关系，除 7410 工厂岩体侵入在下志留统高家边组外，其余三个岩体均侵入在二叠系中。

岩体一般风化强烈，呈疏松状，但岩体蚀变很微弱，仅见叶腊石化、绿泥石化和高岭石化。围岩仅具轻微的硅化、角岩化等，一般不见矿化现象。在炭井村岩体揭露出来的新鲜露头上可见 NNE 向和 NEE 向两组裂隙中均呈明显的褐铁矿化。

岩体 SiO₂ 含量在 70% 左右（67.88~70.37%），Q 值为 29.29—36.55，属查氏二类三科或四科，为 SiO₂ 过饱和的过碱性及中碱性岩石，Al₂O₃ 偏高（13.9—15.29）出现 a' 值，属于铝过饱和系列。

岩体的侵入时代，根据炭井村岩体黑云母（K—Ar）的同位素年龄值为 106Ma，考虑到 K—Ar 法年龄值较低及地质证据，认为其时代为晚白垩世。

王乔洞岩体介绍如下：

王乔洞岩体，位于王乔洞南约 30m 处，俞府大村向斜的西翼。平面呈圆形，面积 160m²。岩体侵入于下二叠统栖霞组下段微晶灰岩中，岩株的南接触带产状 252° ∠50°。

岩性为花岗斑岩，岩性呈浅灰—浅灰黄色。具斑状结构，斑晶主要由斜长石 20%、钾长石 4%、黑云母 2%（野外肉眼观察大于 10%）组成，斜长石较钾长石自形晶，颗粒大小不等，粒径约在 0.05—1mm 之间，钾长石呈不规则状，黑云母多有暗化现象。

基质主要由石英、微晶钾长石及斜长石等组成，均呈它形晶微粒结构，钾长石多已高岭土化，斜长石绢云母化。岩体南界附近边缘相很明显，斑晶显著小且近接触带出现大量的气孔，均呈细长的椭圆形空洞，少量为方解石或沸石类矿物充填的杏仁体，定向排列，可见十分明显的流线、流面构造，流面产状 70° ∠45°。

外接触带围岩可见几厘米宽的烘烤退色化现象，并可见 30cm 多宽的硅化及角岩化带。

岩石系 SiO₂ 过饱和的过碱性岩石，为铝过饱和系统。

岩石中含有锆石、磷灰石、金红石、磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、矽灰石、黄铁矿及自然铅等副矿物。

微量元素有：Be、Cu、Pb、Sn、Cr、Ni、V、La、Zn、Y、Yb、Co、Ba、Zr、Mn、Ga、Sr 等，一般都和克拉克值相近。

巢湖北部地区脉岩，仅发现两条：一条为云斜煌斑岩脉，位于实习区东面汤山西坡；另一条为蚀变闪长玢岩脉，位于实习区内朝阳山 216 高地 195° 方向（或向核山正南）约 300m 处，岩脉长 50m，宽 3m，沿断裂呈 70°—250° 方向延伸。

第八章 矿产与旅游资源

一、矿产资源

根据安徽省地质矿产局的资料,区内主要形成与沉积岩有关的沉积矿产。主要矿种有石灰岩、白云岩、砂岩、粘土、煤、铁矿等,尤其是作为水泥原料的石灰岩最为丰富,是安徽省重要的水泥原料基地之一。

1. 石灰岩矿

区内石灰岩发育好、分布很广、矿层多、厚度大,是本区主要矿产之一。用于水泥制造、化工原料、建筑材料、冶金辅助原料等。主要层位为石炭纪系、二叠系和三叠系。已经开发的有:

1) 马脊山(即维尼纶厂东采矿场)矿床,位于俞府大村向斜南东翼。矿层为和州组(C_{1h})微晶灰岩,厚 7.6m;黄龙组(C_{2h})微晶灰岩,厚 22.4m;船山组(C_{2c})微晶灰岩、球状灰岩,厚 7.69m;栖霞组(Q_{1q})臭灰岩段,厚 54.3m。

2) 青苔山水泥石灰岩矿床,位于平顶山向斜南东翼,由下石炭统和州组(C_{1h})至下二叠统栖霞组(Q_{1q})微晶灰岩构成,总厚约 200m, CaO 含量 54%左右。

3) 马家山水泥石灰石矿床,位于巢湖市马家山、平顶山向斜西翼,开采的矿石为二叠系、三叠系石灰岩、瘤状灰岩、泥灰岩。 CaO 含量为 31.51—54.17%。

2. 粘土矿

本区粘土矿层位较多,分布较广,主要含矿地层为上泥盆统五通组、下石炭统高骊山组及下二叠统孤峰组。其中五通组粘土矿层稳定、质量较好,厚度变化不大。共有九层粘土岩,以粉砂质粘土为主,层位稳定,厚度变化不大,一般 1—3m。其中有两层厚度较大,质量较好,为本区主要粘土矿层。一层为褐黑色粘土岩,厚 6.72m;另一层为褐黑色粘土岩、灰白色粘土岩,厚 3.56m。矿石成分主要为高岭石、伊利石,其它少量石英和微量褐铁矿等。耐火度 1650—1710℃,可塑指数 13—17。按成分及工艺性能可作三级耐火粘土和陶瓷原料,现有当地群众土法开采利用。

3. 铁矿

区内以沉积铁矿为主,叠加有热液型。赋存层位有上泥盆统五通组和下石炭统高骊山组。矿体呈透镜状、似层状产出,厚度变化大,不稳定。其中产于俞府大村向斜南东翼五通组的岨嶂山铁矿出露较好,且具有一定规模,其它均为铁矿化点。含矿岩系有粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、石英砂岩及粘土岩等组成,走向延伸近 1500m,矿层厚 0.8—1.2m。顶板为粘土岩或石英岩,底板为含铁石英砂岩。矿石成分有褐铁矿、赤铁矿,偶见有黄铁矿;脉石矿物有石英砂粒及泥质。

4. 磷矿与煤矿

区内现有磷矿点三处,分布于大尖山、曹家山和岨嶂山,均为沉积型。含矿岩系为下二叠统孤峰组砂泥质—硅质岩建造。矿体比较稳定,呈层状、似层状产出,厚 0.8—1.8m。矿石类型为含磷泥岩和结核状磷块岩两种,平均品位 P_2O_5 13.26%。因矿体厚度小,品位低,一般为民采,无工业价值。

实习区及其外围邻区含煤岩系有上泥盆统五通组、下二叠统栖霞组、上二叠统龙潭组及下侏罗统磨山组。有工业价值的煤矿主要产于龙潭组下段含煤岩系中。其中又以下段顶部灰岩(俗称“压煤灰岩”)之下约 3m 处的煤层较好,为区内主要可采煤。煤层平均厚 0.5m,局部可达 7.5m,一般呈透镜状、扁豆状、鸡窝状产出。顶底板均为页岩、炭质页岩,少数为粉砂岩。煤层成分以亮煤、暗煤为主,含少量丝煤。煤岩中含有机质总量达 41.7—90.2%,粘土质 4.2—55.2%,硫化物 0.4—5.4%,二氧化硅 0.2—1.6%,均属高硫无烟煤。

5. 砂岩矿

可供冶金辅助原料之用的砂岩矿,含矿层位为上泥盆统五通组下段,厚度较稳定,以巢湖市北部凤凰山石英砂矿发育较好,含矿六层,矿层为含砾石英砂岩、细粒石英砂岩、中粒石英砂岩,总

厚约 70m，各矿层顶、底板均为含杂质较多的石英砂岩或粉砂岩。矿石主要为石英，呈砂状、砾状结构，块状构造。 SiO_2 含量 93.94—97.88%。矿石可作冶金熔剂，其中有些矿层的部分矿石可达到生产硅砖、硅铁的工业要求，具有一定的工业价值。

此外，作为水泥配料的砂岩，主要产于中志留统坟头组，含矿岩系为一套碎屑岩，现在被开采的有巢湖市柴火山和汤家山两处。矿层为坟头组中细粒石英砂岩、含泥质石英砂岩，顶板为石英砂岩，底板为泥岩或石英砂岩。 SiO_2 平均含量 75—80%， FeO 35—7%。该类矿床层位稳定，规模大、质量较好，是良好的水泥配料。

二、旅游资源

实习区所在地巢湖市坐落在巢湖东北，市区依山傍水，湖光配山色，可谓“孤城三面水，落日万重山”。境内风景秀丽，名胜古迹甚多，是安徽省重要的旅游区之一。

巢县（现改为巢湖市），因古巢国而名。古代称巢县地区为南巢。夏朝桀王无道，被商朝成汤所灭，成汤遂放桀于南巢。《名胜志》：巢县卧牛山背有“桀王城”。周朝所封巢国，矿邑在巢县城东北五里。巢县城于明嘉靖三年（1523）重筑城。

1. 巢湖秋月

“巢湖秋月”为巢湖市十景之一。巢湖面积 820km^2 ，岸线蜿蜒曲折，周长 1500km，是我国五大淡水大湖之一。因形似鸟巢，故得名。

姥山、姑山、鞋山宛如三颗晶莹剔透的宝珠，镶嵌在烟波浩淼的巢湖银盘心田，刹世奇妙。“长湖三百里，四望豁江天”，古往今来就有“湖天第一胜地”美誉。

2. 王乔仙洞

王乔仙洞，为巢县十景之一。位于城北郊维尼纶厂西侧、紫微山下。紫微山又名金庭山，王乔山。

王乔洞，长 40 余米，宽 4 米，高 5—7 米，呈弧形的天然石灰岩溶洞（古地下暗河残存部分）。原是道家福地，据传，仙人王乔（或王子乔）与浮丘公曾隐居此洞窟炼丹，故名王乔洞。后人在洞内两壁摩崖石刻大小佛像五百二十多尊以及狮象麒麟等灵兽，是安徽省唯一石窟造像遗址。

溶洞形成于下二叠统栖霞组下段灰岩中，洞内可见三级明显的地下水古侵蚀面，反映本区至少有过三次以上升为主的新构造运动。

3. 汤麓温泉

巢县特色，一湖之外，又有一泉，“汤麓温泉”名列十景。巢县有半阳山，山有汤池，故称“半汤”。或因其山有冷、热二泉，时分时合，炎凉各半，因名半汤。

半汤温泉位于巢城北部七公里的汤山脚下，产于由震旦系—寒武系—奥陶系组成的半汤复背斜中，受两组大断裂控制，地下泉水沿断裂深循环受地热加温所致。该泉有大小泉眼 40 余处，呈间歇式溢出，泉水无色透明，水温一般在 56—59℃，昼夜出水 3000 多吨，属硫酸钙镁型水质，展布面积约 12500m^2 。现已建成五所疗养院。

4. 紫薇仙洞

紫薇洞位于巢湖市北郊，是一座国内罕见、特色鲜明的地下河型洞穴。紫薇洞全长 1500m，洞体宏伟，结构繁丰，景观奇特，以雄、奇、险、幽著称，为江北第一大洞。洞内最奇妙的景观是“四绝”、“三奇”。“四绝”为玉螺帐、石鹤管、天外飞瀑和天沟、天槽、天板；“三奇”为铁索寒桥、双井开天和地下长河。

紫薇洞发育在二叠系栖霞组黑色灰岩中。由于该岩层走向近南北，倾角直立，故沿岩层面发育的紫薇洞，也呈南北向展布。洞体平直，高而狭窄，形成独特的窄而长的通道。地壳的多次抬升和相对稳定，在溶洞两侧的陡壁上留下多层溶蚀槽。洞底相对平坦，其下仍有多层地下暗河发育。

5. 银屏奇花

巢县城南银屏山，秀拔如屏，银屏山仙人洞和洞前牡丹花，是巢县奇绝。现已被巢湖市列为重点旅游区进行开发。仙人洞分明、黑二洞，明洞蜿蜒曲折，前后贯通，暗洞内奇峰并石，星罗棋布，钟乳石凌空而悬，如盏盏宫灯。洞为黄龙组灰岩、船山组灰岩，经地下水溶蚀作用而成的喀斯特溶洞。

洞前悬崖峭壁之间，长有一株巨大的白牡丹花。石崖上刻张恺帆手题“银屏奇花”四个大字。每逢谷雨前后，牡丹盛开，雪白如银，引来四面八方成千上万的观花人。

此外，还有巢县十景之一“洗耳芳池”，在城东一里。相传为尧舜时，高贤许由洗耳池。成语“洗耳恭听”即源于此。

城东十里有亚父山即旗山，西楚霸王项羽的谋臣范曾，被尊称为“亚父”。因项羽“不足与谋，愤而还归故里，死后葬于此山。现今在旗山之北约 2 Km 远的鼓山之巔建有亚父庙，供游览凭吊。

第九章 区域地质调查方法

第一节 区域地质调查工作程序

一、概述

区域地质调查工作是一项具有战略意义的、综合性基础地质工作。其主要任务是在选定的地区范围内，运用地质理论和各种技术手段，全面系统地进行综合性的地质调查研究工作。通过区域地质调查（填图），全面系统地查明区内地层、岩石、构造、矿产、水文地质和地貌等基本特征及其相互关系；探索和查明各种矿产的成矿地质条件和分布规律；通过对各种矿点的检查评价，提出进一步开展矿产资源勘查的远景区或预测区，编制区域地质图、地质矿产图等系列图件，为国民经济建设、国防建设、矿产资源勘探开发、地质环境灾害防治、国土整治和其他相关地质科学研究等提供最重要的基础地质资料。

根据地质调查工作的精度要求不同，可分为小比例尺（1：100 万、1：50 万）、中比例尺（1：20 万、1：25 万）和大比例尺（1：5 万、1：2.5 万）三种填图类型。随着基础性、公益性地质调查工作的广泛开展，又可根据调查内容的不同，分为区域地质调查、区域矿产地质调查、农业地质调查、城市地质调查、环境地质调查等。

二、区调工作程序

区域地质调查工作的一般程序可分为：项目设计、野外工作、成果报告编写、成果验收出版和资料归档 5 个大的阶段（见下表）。

区域地质调查工作程序简表

| 工作阶段 | 主要工作内容 | |
|--------|-----------------------|---|
| 设计工作阶段 | 资料收集 | 全面收集前人研究资料、地形底图、高程点数据等 |
| | 短期实地踏勘 | 了解工作区自然环境、工作条件、基本地质情况等 |
| | 设计编写 | 编制设计图件（研究程度图、地质草图、工作部署图等） 编写设计（在短期踏勘的基础上） 设计审批（含审查、修改、批准） |
| 野外工作阶段 | 野外地质踏勘 | 确定实测剖面位置 |
| | 实测地质剖面 | 地层剖面：各地层单元的岩石组成、岩相、接触关系 构造剖面：产状要素、构造性质、运动方向、规模等 |
| | 地质填图 | 路线地质填图 路线检查及专题研究 补测剖面 |
| | 野外资料整理及野外验收 | 野外资料综合整理、检查 编制实际材料图、剖面图和野外验收用地质图 编写野外验收报告 野外验收后补作野外工作 |
| 成果编制阶段 | 最终室内资料整理 | 野外原始资料、成果资料的综合整理、研究 对所有原始资料进行系统的核对检查，填写质检表 |
| | 成果图件编制 | 作者原图的编制（或数字地质图的编制） |
| | 说明书与报告 | 图幅上说明书与测区（联测）地质报告编写 |
| 验收出版 | 成果验收出版 | 最终成果验收，验收后修改出版 |
| 资料归档 | 对全部原始资料和成果资料按相关要求立卷归档 | |

第二节 传统区域地质调查工作的基本方法

根据区调工作不同阶段的工作内容，其工作方法各不相同。现分别介绍如下：

一、设计阶段

区调设计是开展区域地质调查工作的重要环节。应针对任务书下达的任务要求，系统地搜集并综合分析研究测区内和邻区前人工作成果资料（必要时可作短期实地踏勘），以便对测区内的交通、地理、地貌概况，前人工作程度，区域地质背景及测区地质矿产情况获得比较全面的了解，从而制订出切合实际的野外工作方案，有效指导测区地质调查工作有条不紊的进行。设计阶段的工作内容主要包括资料收集、资料的综合研究整理、设计前的野外踏勘和地质调查设计书的编写。

（一）资料收集

资料收集时应尽可能的全面。主要包括地形底图、航片和卫片、前人研究成果等资料。

1、地形底图

区域地质调查野外工作所用地形图（底）图的比例尺至少要比最终成果图的比例尺大一倍。如，1：20万区域地质调查使用1：10万或1：5万地形图；1：5万区域地质调查使用1：2.5万或1：1万地形图。此外，还应准备调查区周邻图幅的地形图，以备接图。

2、航空相片和卫星相片

航空相片（简称航片）、卫星相片（简称卫片）所提供的信息对区域地质调查非常有价值。由于卫片拍摄的面积大，视域广阔，可从宏观上反映地质现象的空间分布特征和相互关系。在基岩裸露区，航片和卫片解译程度高，能一目了然地看出调查区所处的构造环境，构造格架的轮廓和特点，特别是构造单元的划分，区域性线性构造和环状构造等异常清楚。

卫片具有较强的透视信息效果，可以较好地反映深部特征或隐伏构造。因此，在区域地质调查工作之前，要对搜集到的卫片资料进行初步解译，这是目前区域地质调查的一个重要技术手段。卫片比例尺小，不能反映更多的细节，因而不能代替常规的航片使用。

航片比例尺较大，可反映更多的细节。对侧区的所有航空摄影资料，只要对地质矿产调查有用，均应尽可能搜集。野外用航片的比例尺，至少要大于地质调查图比例尺一倍以上，以便于在相片上定点和圈定地质界线。

3、前人成果资料

对各种地质调查、矿产普查、地质勘探、航空遥感、物探、化探、水文地质及其它相关的专题科学研究报告，已发表或未发表的论文，图件及说明书等文献资料；前人在调查区内采集的矿物、岩石、古生物等标本和薄片，已有钻孔的岩心以及邻区的有关标本等实物资料；调查区内的自然、经济地理，气象，工农业生产情况等资料都应搜集。

（二）对前人资料的综合研究整理

1、卫片和航片的地质解释

对测区收集的卫片和航片进行初步的地质解释。

2、前人资料的综合研究和评价

对搜集来的地质矿产资料进行综合研究和评价，吸纳其有用成分，作为指导设计和今后工作的依据。其具体内容有：

（1）详细了解前人在调查区内所做过的工作，有关资料和图件，工作精度及其效果，可供利用的程度；编制地质矿产研究程度图。

（2）基础地质资料的整理和研究，着重弄清前人对调查区地质和矿产的认识程度。找出存在的问题，确立需要进一步研究的内容，编制地质草图和工作部署图等。

(3) 自然资料的整理研究,对调查已知的各种资源(矿产、旅游等)逐一记录,编制登记卡片,对所有的物、化探异常也应进行登记。然后编制自然资源分布图和开发预测图。

(三) 设计前的野外踏勘

通过室内搜集阅读和综合分析前人资料,对测区有了初步了解,但还缺乏感性认识。所以在设计编写前,应组织有关人员对照测区作实地踏勘。目的是对测区的交通、自然地理和经济地理情况、主要地质特征和资源情况等进行现场观察了解,为设计提供直接依据。

(四) 地质调查设计书的编写

在上述三步工作之后,开始编写地质调查设计书。设计书是根据上级下达的任务和规范要求,结合测区实际情况制订的工作方案。批准后的设计书是进行野外地质调查,检查完成任务情况,和验收评价成果质量的主要依据。

区调设计书一般应包括:任务书及任务要求,工作区范围、地质概况及存在问题,技术路线、方法及精度要求,总体工作部署及安排,组织管理及保障措施,质量管理与监控,预期成果、经费预算和设计附图等基本内容。下面为某区调项目设计目录范例。

二、野外工作阶段

野外地质调查是获取第一手地质资料的重要途径。区调填图就是在一定的区域范围内,按区调填图的规范要求,通过对各地质点、线的观察、记录描述和研究,采用各种统一规定的符号、色谱和花纹,按一定比例尺将野外的各种地质体、地质要素、构造现象等内容如实填绘到地形图上的工作。地质图是反映一个地区地质情况的综合性图件,也是区调工作要完成的主要任务之一。野外地质调查工作包括地质踏勘、实测剖面、路线填图和资料整理。

(一) 地质踏勘

野外地质踏勘的目的是了解测区各类地质体的主要特征、展布、接触关系、构造特征等基本地质情况,为选择实测地质剖面,统一岩石地层填图单元的划分方案;检查遥感解译效果,补充建立解译标志;合理布置填图路线,选择野外工作基地等打基础。

踏勘路线的选择要求尽可能垂直测区地层走向或主构造线方向,交通便利,露头连续,地层发育齐全,接触关系清楚,构造相对简单的区段。踏勘路线的多少可根据地层出露情况,构造复杂程度,工作区范围大小和工作精度等具体情况而定。

(二) 实测剖面

野外地质踏勘结束后,在沉积岩区可先测剖面后填图,变质岩区则先填图后测剖面。实测剖面应尽量选在交通便利,露头连续,地层发育齐全,接触关系清楚,构造相对简单的地方。通过实测剖面研究,建立测区岩石地层填图单元划分方案,统一单元划分标志。详细的剖面实测方法见第十一章内容。

(三) 路线填图

路线填图是完成区调填图面积任务的重要手段。路线填图就是通过选择一定的路线和观察点进行系统的野外观察、描述记录和研究,实现由点到线,再由线到面完成地面地质调查的基本方法。

1、填图路线的布置原则

为了尽可能地做到跑最短的路线,而观测和搜集到尽可能多的地质信息,填图路线的布置应与测区地层界线、主构造线、岩体边界线等方向垂直。路线间距除考虑不同比例尺的精度要求外,还要考虑到地质构造的复杂程度及遥感解译程度。一般地质构造简单,遥感解译程度高的地区,路线间距可适当放宽。

2、填图路线的布置方法

填图路线的布置方法有穿越法和追索法两种：

1)、穿越法

填图路线基本上垂直地层走向或区域构造线方向，按一定的间隔穿越整个调查区，研究地质剖面，标定地质界线。而路线与路线之间的地质界线则按“V”字形法则来联绘。

此法优点是较易查明地层层序，接触关系，岩相纵向的变化以及地质构造的基本特点，且工作量较少，而获得资料信息较多。缺点是两条路线之间的地质界线，不能直接观察到，所联绘的地质界线难免与实际有出入；对岩相、厚度沿走向的变化不易查清，且有可能漏掉小的小地质体、矿点、横断层等。填图比例尺越小，路线间距越大，上述缺点越明显。

2)、追索法

沿地质体，地质界线或构造线的走向布置路线。适用于对岩体、断层、含矿层、标志层、地层不整合界线等的追索。其优点是可以细致地研究地质体的横向变化，特别是对确定接触关系，断层和含矿层的研究；可以准确地填绘地质界线，有利于研究专门问题。缺点是工作效率低。此法多用于大比例尺的矿区填图。

实际工作中，两种方法常配合使用。在一些穿越路线上，为了确定接触关系或横向变化，经常需要向路线两侧作短距离的追索；在追索路线上，为了解地质体纵向上的变化，如了解岩体由边缘至中心岩性岩相的变化，就需配合穿越路线。总之观测路线的布置必须因地制宜，灵活多变，既能满足调查比例尺的精度要求，又能发挥最佳效率。

3、填图路线上观测点的布置原则和标定方法

1)、填图路线上观察点的布置原则：首先是以不同比例尺的填图精度要求，确定相应的点间距；二是能有效地控制各种地质界线和重要的地质现象。一般情况下，地质观察点应布置在填图单位的界线、标志层、化石层、岩性和岩相突变的地方，矿化现象、蚀变带、矿体边界，褶皱轴部及转折端、断层、节理、劈理、片理等构造发育处及岩层产状急剧变化处。此外，还有水文、地貌、风景、出土文物地点等位置上，切忌机械地等距离布点。

2)、地质观察点的标定方法：将野外地质观察点的位置准确标定在地形（手）图上的过程称为定点。图上点位的精度要求是允许误差不得超过 1 mm。

常用的定点方法有三：

(1)、目测法，是最简便的方法。当地形地物特征显著时（如烟囱、桥头、涵洞口、孤树、凉亭、独立石、沟谷交叉处等），选择离点位最近的典型地物用罗盘定其方位，目估点位与地物之间的实际距离，按比例在地形图上定出点位。这种方法相对粗糙，但在填图过程中是不可缺少的。特别是在沟谷或悬崖等不开阔处无法用交汇法时，就更显出目测法的优越性了。

(2)、交汇法，当地形特征不明显时，则采用交汇法。就是用前方已知地物点的方位来交汇待定点的位置。先在待定点的周围找出三个或三个以上明显的地形或地物标志（三角控制点、古塔、桥头、凉亭、孤树、尖峰、烟囱、水塔等），用罗盘仪测出待定点位于已知地形地物的方位，再用量角器在地形图上分别从三个已知点按所测方位角向中心交汇，三线交点即待定点位置。事实上往往交汇出一个三角形。如果三角形不大，则取其重心作为点位。如果三角形太大，则要重新交汇。

(3)、GPS 法，是利用在全球定位系统基础上的遥感卫星定位仪，直接读取定位仪所在点的经、纬度数据。是目前最常用的快捷方法，精度也比较高。

4、填图路线和地质点的密度定额

填图路线长度和点、线间距是区调填图的质量标准。

1 / 5 万《区域地质矿产调查暂行要求》规定：“基岩区线距一般为 400–800m，点距 300–500m。在有航片解释程度较高的地区，岩性单一的地层或出露较宽的地区，其线、点距均可适当放稀。大片第四系分布区，其线距可放宽至 1000–1500m。”

在一个 1 / 5 万图幅中，填图路线长度一般在 500–700Km，在有航片解释程度较高的地区，填图路线长度可减少 30%。

“1 / 5 万地质图，只标定直径大于 100m 的闭合地质体；宽度大于 50m，长度大于 500m 的线性地质体；长度大于 250m 的断裂、褶皱构造。小于上述规模的直接、间接找矿标志和具有特殊意义的地质体适当放大或归并表示。”

“基岩区内，面积小于 0.5 Km²和沟谷中宽度小于 100M 的第四系，在图上仍按基岩填绘。大片第四系覆盖者，在物化探工作的基础上，可酌情布置工程予以揭露。”

“分层界线，接触带，化石层、标志层和矿化标志等，其标定误差不得大于 50M。”

5、野外填图地质路线和地质观察点的观察记录方法

1)、地质路线的观察记录

在进行野外填图跑路线时，一般分为两人一组，一人分工记录，一人分工掌图。在每天开始路线起始点记录前，首先应在记录本页眉处填写日期、天气和工作地点；再在正页开始处记录所跑路线名称、目的任务、人员姓名及分工、所用手图及航片编号；然后开始从路线起点到终点的地质观察点及点间记录；路线结束后还要写出路线小结。

在进行野外地质路线观察研究的过程中，必须严肃认真，实事求是；重视第一性资料，客观地反映实际情况，不能对现象的取舍带有主观随意性；应该做到“四勤”，即勤敲打、勤观察、勤测量、勤记录。调查过程中，还必须对所观察到的资料和数据，不断地进行思考、分析、综合。这不仅可以对发现的问题随时做出正确的判断或提出解决问题的方案，及时在现场进行检查和验证；还可对前进途中可能出现的情况做出预测，提高路线调查的预见性和主动性。

2)、地质观察点的记录

地质观察点的记录内容包括：点号、点性、点位、观察描述、产状、标本和样品编号、照片编号及素描图等。

点号：是对每一个地质观察点的编号，同一填图组记录使用的地质点号应是连续的。

点性：是对地质观察点的定性，分为地层界线点、构造点和岩性控制点等。

点位：是对地质观察点位置的表述，可有多种方法。一般可通过目测法或交汇法在手图上定点，再将图上所定点的 X 和 Y 坐标记录下来。也可以直接记录该地质点的 GPS 坐标，并按坐标值将点标注在手图上。

描述：是对地质点的观察内容进行详细的记录描述。包括露头情况、地貌特征、地层岩性、构造特征、接触关系、产状等内容。

露头情况：主要描述观测点附近的露头好坏、露头性质是天然露头还是人工采石场，露头规模，延伸情况，风化程度和植被覆盖等情况。

地貌特征：主要描述观测点附近的地形特征，如山坡、山脊、陡崖、沟谷等特殊地形地貌，组成的岩性，地貌成因及其与地质构造的关系。

地层岩性：主要是对地层和相关岩性的描述。首先应将观察点两侧的地层单元、产状、接触关系和时代略加说明，然后再分别描述其岩性特征。岩性描述应按照岩石学对各类岩石的描述要求，对主要岩石类型的定名、颜色、构造、结构、矿物成分及含量等详细描述。

构造特征：对发育有构造的地方，应描述各种构造的形迹、规模、性质、产状要素，并对其运动学和动力学特点进行分析判断，照相，素描。

接触关系：对观察点附近地层单元之间的接触关系一定要加以交代。分为整合接触、平行不整合接触、角度不整合接触和断层接触。

产状：对有露头的观察点，一定要测量并记录产状。除了记明产状数据外，还必须注明是什么产状。如层理、片理、劈理、线理、节理、枢纽、断层面等。

标本和样品编号：凡在点上取过样品或打过标本的，一定要按照样品和标本的分类进行编号并记录。对点上和点间的样品、标本要按类统一连续编号记录。

照片编号：凡在点上或点间对各种地质现象照过像的，也要统一编号并记录。

地质观测点的记录格式和描述举例参见（图 9—1）。

3)、点间观察与记录

野外填图路线的观察记录从起点至终点应连续完整，除地质点上的观察记录外，还应包括点间的观察和记录，以便了解地质要素在点与点之间的变化情况。如果孤立地进行点上的观察和描述，中间缺乏足系统性、综合性的路线观察资料，将很难对区域地质特征得出完整的认识。

点间观察记录就是在详细观察和描述完一个地质点后，沿路线向下一个观察点连续进行的观察记录。点间观察记录的内容也应系统全面，对所有观察到的地质现象要加以记录。对重复出现的地层岩性也必须描述，不得用“同前”、“同上”表述。可重点描述其差异。当在点间观察到地层界线、岩体、矿体或矿化、构造现象时，如果距上点距离较近，可不定点，但应标明其点间位置，并作详细描述，描述内容与点上的描述相同；如果距上点距离较远，虽然还不到正常定点的距离，也可提前定点，并按地质观察点来加以观察描述。

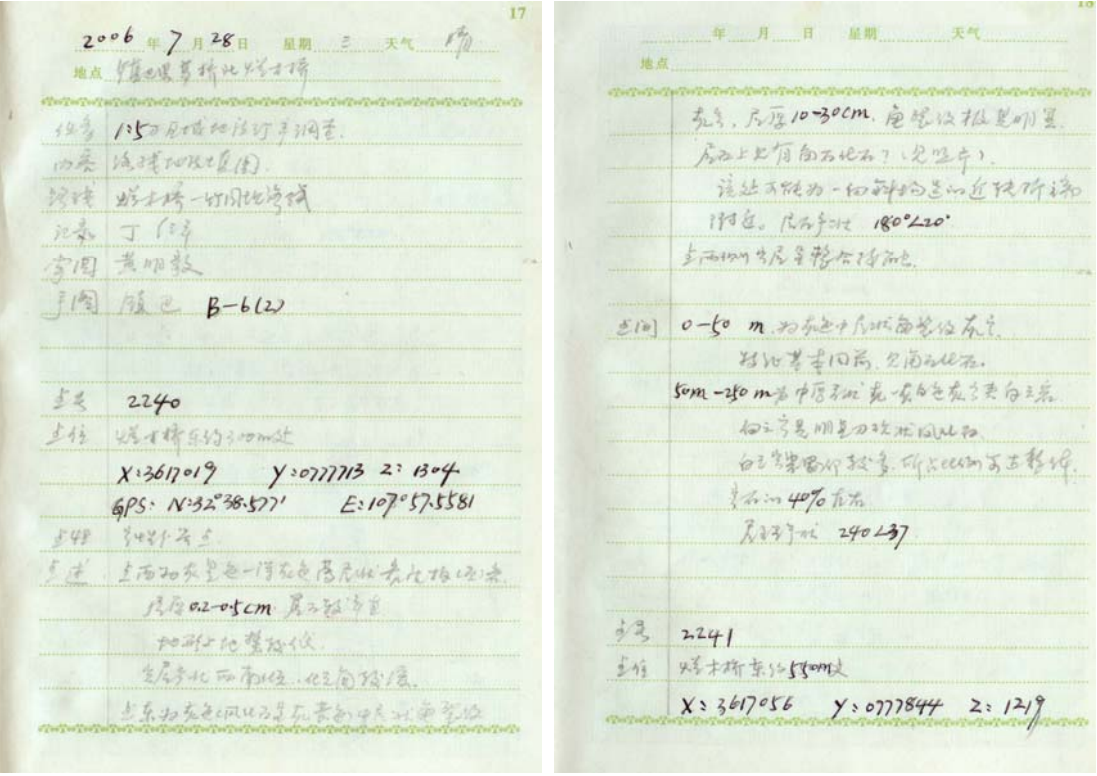


图 9-1 野外记录示例

4)、野外观察记录应注意的事项

(1) 野外观察记录中，要求对野外观察点和观察路线上所见到的全部客观地质现象都要进行仔细全面地观测记录，不得轻易放过任何一种地质现象，哪怕最普通的地质现象。

(2) 野外观察的文字记录要注意措词准确、充实，避免语言含糊，词不达意等毛病。描述要层次分明，重点突出。对重要地质现象或首次观察到的现象要详细记录，表达其特征；对一般或多次见到的地质现象描述可简略一些，重点记录其出现的特殊性或变化情况。

(3) 在野外地质记录中，除文字描述外，还必须绘制路线地质剖面图和各种地质素描图，使记录内容丰富多彩，图文并茂，相互印证。对重要地质路线，一定要画路线随手剖面。它的精度虽不

很高，但可直观全面的反映整个路线上地层发育、褶皱、断裂、岩体等地质体在空间上的特征及其相互关系见图9—2。

地质素描图有两种：一是用花纹图例表示地质内容的平面素描图，其立体感稍差，但地质内容比较鲜明突出，如剖面素描等；二是立体图素描，用于反映区域构造或地貌，小型构造，各种接触关系，标本或露头的特写等。

(4) 观察和描述记录应在野外现场进行，不得依靠自己的记忆力，等离开现场再找合适的场合或回到室内作补写。

(5) 野外地质记录一律用铅笔。记录出错时可用铅笔划掉重写，但不能用橡皮擦掉。

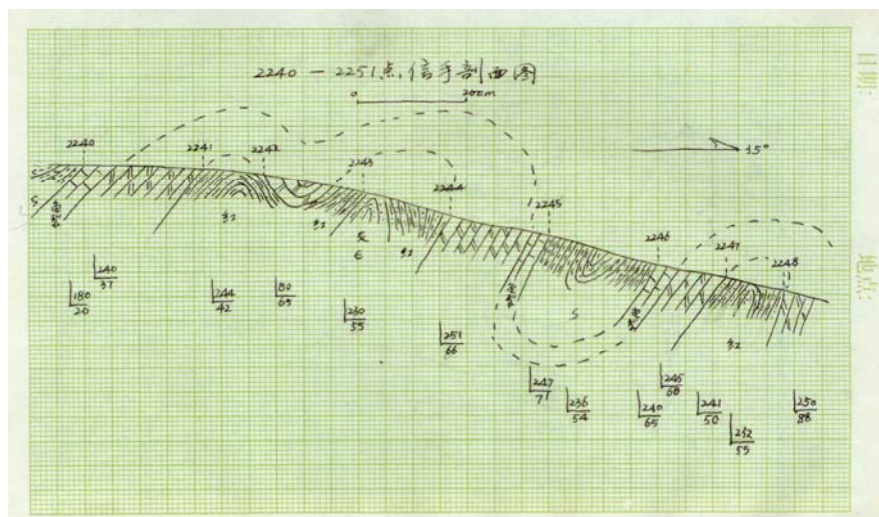


图9—2 野外随手路线剖面示例

(6) 对掌图者，在野外应将所有观察记录的地质现象内容用铅笔按填图规范标注在手图和航片上，完成路线地质图，即观测路线的平面图。

(7) 作野外路线观察时，对重要的地质现象要进行地质摄影。地质摄影获得的照片比地质素描更真实准确，也是地质记录的重要手段之一。自然界各种景物有干扰，照片上地质主题不突出，所以地质摄影不能替代地质素描，经常以素描作补充。

(8) 所有地质路线的记录本、手图和航片都要在当日、次日或近日内进行检查、着墨等整理工作。一般是跑两天路线，整理一天资料。首先是对记录本、手图和航片三者资料进行核对检查，并填写“自检表”。自检表包括自检时间、检查内容、发现的问题、整改结果、检查人签名等内容。在检查核对无误后，对记录本上记录的重要数据（如点位、产状等）、素描图、路线随手剖面等进行着墨（见图8—1，8—2）；对手图上的地质路线、地质点及地质界线、地层代号、岩石花纹、样品标本位置等统统着墨；对航片从正面刺点，然后在反面参照手图的标绘方法着墨标绘。

(9) 野外标本及样品的采集要求。在区域地质调查过程中需要采集的标本及样品种类繁多，主要有地层岩石标本、化石标本、矿石标本、构造标本、岩组定向分析标本，以及硅酸盐全岩分析样品，稀土微量分析样品，同位素年龄样品，人工重砂样品，古地磁样品，微体化石及孢粉分析样品等等。应根据项目任务书的目的要求和需解决的主要问题，有针对性的设计出采样项目和数量。

标本及样品的采集主要应集中在系统的剖面上，部分安排在地质路线上。采样时应注意代表性和真实性，不能信手拣来，甚至拾取来历不明的岩块。一般用作原始成份鉴定的样品，采样应新鲜，没有次生破坏或混入物；用作观察、磨片或陈列的标本，也要尽可能采集新鲜岩石，如有特殊要求，可适当保留一点风化面，能较全面地再现岩石的野外特征。

标本及样品采集的规格：陈列标本一般为 $3 \times 6 \times 9 \text{ cm}^3$ ；供鉴定用的标本以能反映实际情况和满足切制薄片以及手标本观察的需要为原则，其大小一般在 $6 \times 4 \times 3 \text{ cm}^3$ ；对于矿物晶体，化石和构造标本规格不限，视具体情况而定。各种样品的采集量按送样要求确定。

野外采集标本及样品后，应立即在标本上及样品袋上编号，填写相应的标签；在记录本上应记明采样位置和编号以防混乱。在回到室内进行野外资料整理的过程中，应专门对标本和样品进行检查、核对和登记（见下表）。凡送实验室分析和切片的岩矿标本及样品，均应填写详细的送样单。

野外标本、样品登记表

图幅名-----
第 页

| 路线 | 点号 | 点性 | 点位坐 标 | | 产状 | 标本、样品、照片编号 | | | | | | | 备注 | |
|----|----|----|-------|---|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | | | X | Y | | 标本 | 化石 | 薄片 | 光谱 | 年龄 | 照片 | 其它 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

单位
填表人
年 月 日

（四）野外资料整理及野外验收

这里讲的野外资料整理，是指对整个野外工作阶段所形成的野外资料进行的综合性整理和检查。包括对图区所有的野外记录本、手图、航片、实测剖面资料等进行全面核检；编制实际材料图、剖面图、地层柱状图和野外验收地质图；编写野外验收报告等提请野外验收。对野外验收中提出的整改问题进行适当野外补做工作后，可转入成果编写阶段。

三、成果编写阶段

在以野外验收为标志的野外工作结束后，进入区域地质调查工作的成果编写阶段。其内容包括：最终室内整理与综合研究、最终地质图（作者原图）的编制、地质图说明书和图幅研究报告的编写。

（一）最终室内整理与综合研究

资料的整理工作一直贯穿在整个野外地质调查的全过程，这里提及的最终室内资料整理是指所有野外工作结束后的全面资料整理。包括：

1、对野外全部原始资料进行系统的整理和清理。野外原始资料包括各类文字资料（记录本、记录表、小结、总结、鉴定报告等）、图件资料（野外手图、航片、实际材料图、实测剖面图、柱状图、随手剖面图、素描图、照片等）和实物标本、薄片、副样等。

2、全面审核各项分析鉴定成果。对结论正确的分析鉴定成果要在原始资料中加以批注。

3、全面审核实际材料图、野外地质图内容的完备性，以及图面结构的合理性。

4、全面开展图幅内地层、沉积岩、变质岩、岩浆岩、构造及矿产的专项综合研究。具体有：

1）、地层资料的综合研究：以实测剖面为基础，路线地质调查和前人资料为补充，分析各填图单元的图面分布、岩石组合面貌、变质变形特征、顶底界线及接触关系、纵横向变化、地质时代以及区域对比。

2）、沉积岩资料的综合研究：以实测沉积岩剖面为基础，路线地质调查和前人资料为补充，分析各填图单元的图面分布、沉积岩组合、基本层序类型与特征、沉积相特征、生物化石特征、上下接触关系、相变情况，并对沉积环境进行分析讨论。

3)、变质岩资料的综合研究：通过对变质岩岩石类型、特征变质矿物组合、特征变质结构与构造、变余结构与构造、岩石地球化学等研究，确定变质类型、变质级别、变质温压条件，并进行原岩恢复和变质时代判断。

4)、岩浆岩资料的综合研究：通过对各填图单元的岩浆岩岩石学、地球化学、稀土微量分析、地质时代、接触关系等综合研究，确定岩浆源、形成的地质构造背景和形成环境，以及岩浆热事件对图区变质作用、成矿作用的影响。

5)、地质构造资料的综合研究：首先从单个的具体构造入手，进而对全区构造进行分类、归并，系统分析各构造之间的相互关系、构造格局，总结图区地质构造的几何学、运动学和动力学特点，从而揭示图区地质构造演化的历史。

6)、矿产资料的综合研究：对图区发现（新发现或前人发现）的矿点、矿化点都要进行检查，对含矿地层、矿化现象、规模、矿化特征、成矿作用、成矿时代等进行详细编录、评价，并将所有矿产资料填制成卡片，以便开展进一步的矿产勘查工作。

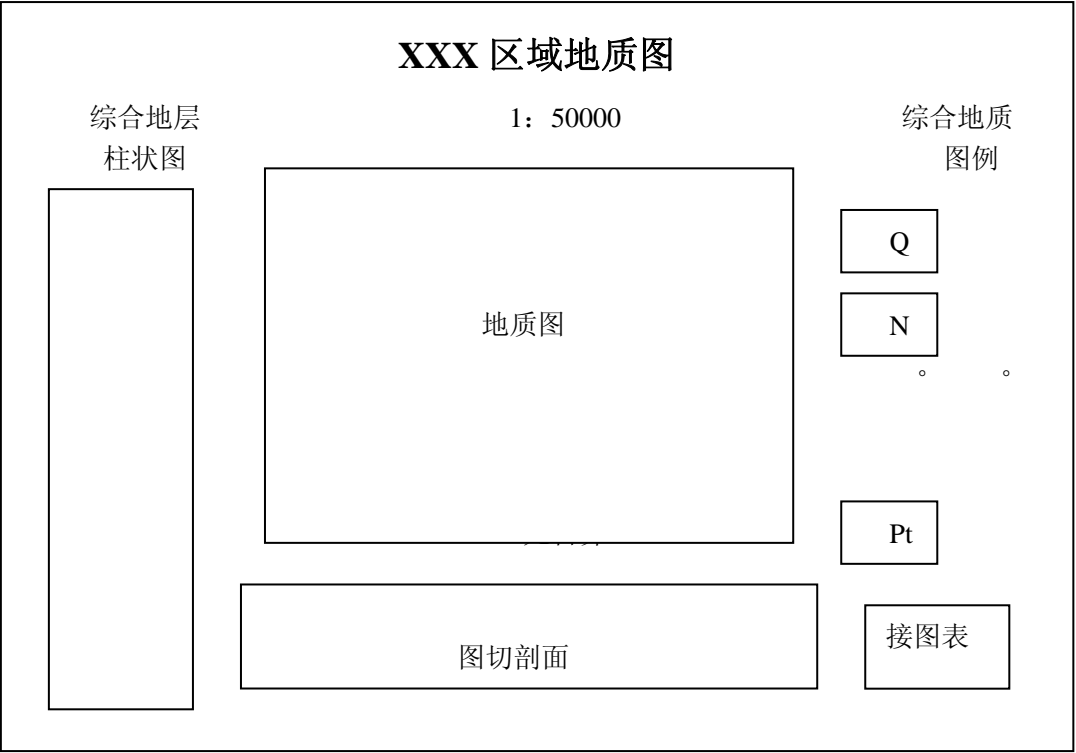
(二) 最终地质图的编制

1、手工编图

(1)、为了使地质图上所标地质内容位置准确，图面清晰，必须使用符合测绘精度的地形底图，并将地形等高线和部分注记内容舍去，形成符合精度要求的简化地形图，并裱板。

(2)、在野外实际材料图和野外地质图的基础上，拟定最终地质图的图面表达内容、地质体的取舍、归并和扩大表示方案，并将各种地质界线、地质产状和代号、采样点、化石点、矿点等内容按地质图编绘规范，精确地转绘到裱好板的简化地形底图上。形成作者原图的主图。

(3)、拟定综合地层柱状图、综合图例、编绘图切剖面、责任栏，并按照图名在正上方，综合地层柱状图在左侧，综合图例在右侧，图切剖面在正下方，责任栏在右下角的摆放原则，形成出版原图（图示如下）。



2、数字地质图编制

现在野外填图多采用数字填图，因此在室内编图也都采用数字编图。方法如下：

(1)、将野外手图内容和野外记录的数据资料输入计算机，包括地理底图、地质图图面地质内容、综合地层柱状图、图例、图切剖面、责任栏、图名、比例尺等。

(2)、使用相关软件进行数字编辑。包括点、线、面等不同要素的分图层编辑。

(3)、通过打印输出，可打印出彩色或黑白地质图。

(三) 区域地质报告和地质图说明书的编写

在完成地质图件编制工作后，就可开始地质图说明书和区域地质报告的编写。这既是对野外地质工作的全面总结，又是对野外观察资料和室内各种测试分析资料的的综合分析研究，并从理论上系统分析讨论研究区地质发展演化历史的全过程。一般以区域地质调查报告为主，在综合研究报告的基础上缩写地质图说明书。

四、最终成果验收阶段

通过室内综合整理阶段，在完成区域地质调查报告和地质图说明书的编写后，进入最终成果验收阶段。即将出版前的地质编稿原图、区调报告和地质图说明书全部提交给成果验收组，由验收组专家对成果完成的质量、取得的重要进展、存在的问题等做出全面的评价。并对是否通过验收做出结论。对通过验收的项目，方可对成果资料进行正式出版，原始资料进行归档。未通过验收的项目，必须补作工作，等待再次验收。

五、资料归档阶段

在最终成果通过验收后，要对区调项目中形成的全部原始资料进行整理归档。首先由档案室分给一个档案编号，项目组再将全部原始资料按文、观、测、图等进一步分类编号，装盒并归档。其中的“文”字号档案主要包括项目任务书、野外验收意见书、最终成果验收意见书、上报的各种报告和批复意见等文件性材料；“观”字号档案包括所有实际观测的原始资料，如记录本等；“测”字号档案包括各种测试鉴定的报告的原件；“图”字号档案包括各种原始图件、航片、照片等，如野外用手图、实际材料图、作者原图、成果图、野外照片册、航片等。一项区调项目，只有通过最终成果验收，将全部原始资料和成果资料归档，并拿到档案室出具的档案归档证明后才算全部结束工作。

第三节 数字填图方法简介

一、野外数字填图技术基础

随着计算技术的快速发展，野外区调填图已实现数字化。目前把装有专门软件的掌上机、GPS和数码照相机合称为野外填图工作的“新三大件”，从而实现了野外数据采集的数字化。即实现野外地质数据一次性的数字化采集，并通过对所采集数据的计算机处理，大大提高了地质填图与编图的效率，进一步实现大范围数据的无缝数据库和数据互操作。

随身携带到野外的掌上机能够描述与管理复杂的信息、具有足够的存储容量、体积小、重量轻、功耗低、至少能连续工作 10 小时以上。满足这种要求的设备是最终实现野外数据采集信息化的硬件基础。经过近几年的发展，可用于野外数据采集的掌上机无论其物理性能，还是数据管理、处理与接口等性能已经基本可以满足野外数据采集的要求。目前代表产品以类似 HP688 机型为主。

1、数字填图技术的主流程步骤

1) 通过对搜集能反映测区地质研究程度的已有最新成果资料进行数字化，生成历史的 4D 产品。并建立相应的数据库。

2) 建立测区（或图幅）的电子字典库，项目标准化进程（地质实体对象数据模型）。

3) 对测区已有的 4D 产品整合在同一空间上。通过 CF 卡存储作为野外数据采集系统基础背景图。在基于 3S 技术、正射影像图与 GPS 辅助定位的图形界面的掌上机区调野外数据采集系统上,通过提供的电子工具,对连续的野外地质路线观测与观察,获得详实的第一手基础资料。取全、取准野外各项原始地质资料。空间数据掌上矢量化,点状实体符号化。

4) 在 PC 数字填图系统上,首先进行行业标准化进程(地质实体对象与概念地质对象数据模型)。数据交换,当天野外数据进库、路线总结,地质连图等。完成当天野外工作。

5) 在 PC 数字填图系统上,更新编稿电子野外手图。建立以图幅为单位的样品数据库、专题数据库、剖面数据库、地质点库、数字地质图空间数据库、影像数据库。

6) 实现多源区调数据与空间数据的挂接、检索、分析与应用。

7) 4—7 步循环至野外工作结束。

8) 在 PC 数字填图系统上,生产新的 4D 产品:数字地质图、各种专题图、国家级空间数据库。

2、野外观测数据采集图层划分

野外观测数据采集图层划分见下表。

野外观测数据采集图层划分表

| 类别 | 图层内容 | 图层名称 | 图层含义 | 图层类型 |
|---------------|-------------------|----------|--------------|------|
| 野 外 路 线 图 层 | 野外路线图层 | GROUTE | 野外计划路线与信息 | 弧段 |
| | 地质点图层 | GPOINT | 地质定点位置与信息 | 点 |
| | 地质界线图层 | BOUNDARY | 地质界限与信息 | 弧段 |
| | 分段路线图层 | ROUTING | 分段路线长度、方向等信息 | 弧段 |
| | 采样图层 | SAMPLE | 采样位置与采样信息 | 点 |
| | 产状图层 | ATTITUD | 产状位置与产状信息 | 点 |
| | 素描图图层 | SKETCH | 素描位置与素描信息 | 点 |
| | 照片图层 | PHOTO | 照片位置与照片信息 | 点 |
| | 化石采样图层 | FOSSIL | 化石采样位置与化石信息 | 点 |
| | 自由图层 | FREE | 野外路线自由标注图层 | |
| GPS 图层 | GPS 图层 | GPS | 野外实际观测路线轨迹 | 点 |
| 地 理 图 层 | 地理注释 | DILIZT | | 点 |
| | 地理线状 | DILIARC | | 弧段 |
| | 地理面状 | DILIPOLY | | 多边形 |
| 历 史 地 质 图 图 层 | 遥感地质解释图, 历史地质图 | | | |

3、编码

1) 地质点号:首字母为 D (D 为地质点),后由 4 位数字组成。

2) 路线号:首字母为 L,编号由 001~999。

3) 剖面号:首字母为 P,剖面号由 01~99。

4) 导线号:导线号数字范围由 1~9999,书写格式为 1~2, 2~3.....

5) 样品类型及编码: 各类样品编号规则为样品类型编码+地质点号+顺序号, 如: 采样类型为标本, 地质点号为 1001, 为第一块标本, 则该样品编号为 B1001—1。

二、数字地质图编制

室内数字地质图的编图方法如下:

(1)、将野外手图内容和野外记录的数据资料输入计算机, 包括地理底图、地质图图面地质内容、综合地层柱状图、图例、图切剖面、责任栏、图名、比例尺等。

(2)、使用相关软件进行数字编辑。包括点、线、面等不同要素的分图层编辑。

(3)、通过打印输出, 可打印出彩色或黑白地质图。

第十章 野外地质教学路线指南

一、地质教学路线观察的目的任务

野外地质教学路线观察，是在实习指导教师带领下选择实习区有代表性的地质路线对学生进行野外地质现象观察讲解和野外地质路线观察记录方法讲授的重要过程。其目的有二，一是让学生通过野外地质教学路线观察，初步掌握实习区的基本地质特征，起到踏勘的作用；二是通过教师和学生共同在野外对路线上各种地质现象的观察、记录描述实践，达到对同学们野外地质路线填图工作方法的训练。

二、地质教学观察路线的布置

根据实习区地质概况、交通条件、实习时间安排和地质填图的需要，拟选定 6 条地质教学观察路线（图 10—2）供参考。



图 10—2 巢湖实习基地野外地质教学路线布置图

三、野外地质教学观察路线指南

（一）路线 I：殷家山路线

1、路线位置

该路线位于殷家山，采石厂内，长约 350m。由于殷家山是青苔山北东方向延伸部分，地层整体北东走向，因此，殷家山路线也可安排在青苔山大桥公路沿线。若安排在殷家山则可以考虑与路线 II 合并一天完成。

2、路线观察内容

主要观察震旦系-寒武系岩性特征；观察青苔山逆冲断层特征。

3、观察点及内容

No.1: 位于采石厂内，主要观察震旦系灯影组岩石特征及产状，探讨其成因；同时观察青苔山

逆冲断层的特征及证据。

主要观察：点上出露震旦系上统灯影组浅灰色白云岩，上部是微晶白云岩，中部有厚层主要描述：点上出露震旦系上统灯影组浅灰色白云岩，上部是微晶白云岩，中部有厚层白云岩具葡萄状、雪花状构造（图版 1，图 1—2），岩层产状 $345^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。岩层节理发育，并能见到残缺的断层面擦痕。根据断层面及其擦痕可以判断断层倾向北西，具有向南东推覆的特征。

No.2：位于简易公路边。主要观察下志留统高家边组岩性特征及产状；观察青苔山逆冲断层的特征，并根据地层缺失情况和产状判断断层的性质；绘制青苔山逆冲断层信手剖面图。

主要观察：点上出露高家边组土黄色页岩，多破碎，倾向北西，与震旦系上统灯影组岩层为断层接触。青苔山逆冲断层走向约为 30° ，根据岩层接触关系和地层产状推测其为逆冲推覆断层。

No.3：位于简易公路边。主要观察寒武系岩石特征、产状及其与下志留统高家边组接触关系；进一步观察青苔山逆冲断层的特征。

主要观察：点北西出露岩层为寒武系含硅质条带、硅质结核白云岩，岩层产状 $337^{\circ} \angle 63^{\circ}$ ，点南东为高家边组土黄色页岩，二者为断层接触，断层面多被公路覆盖。

（二）路线 II：碾盘山东侧小乌岭-狮子口路线

1、路线位置

路线起于碾盘山东侧、狮子口-柘皋公路的分水岭处，当地称之为小乌岭，沿公路向东南方向观察至狮子口沟口处，路线全长约 3500m。

2、观察内容

主要观察凤凰山背斜核部岩层分布和产状情况，志留系高家边组和坟头组、上泥盆统五通组、下石炭统金陵组岩性特征，重点是对细粒碎屑岩（泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩和细粒砂岩等）的识别，探讨遗迹化石、各种交错层理等沉积构造对沉积环境的反映；观察坟头组和高家边组的接触关系及划分标志；观察金陵组和五通组的接触关系；观察狮子口断层性质、产状等特征；观察坟头组“X”节理特征；

3、观察点及内容

No.1：位于小乌岭，主要观察凤凰山背斜核部的下志留统高家边组页岩特征。

主要观察：点上出露下志留统高家边组青灰色-黄色页岩，岩层产状约 $310^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 。

No.2：位于小乌岭东南侧，主要观察志留系高家边组化石特征；并观察凤凰山背斜核部的产状变化。

主要观察：点上出露下志留统高家边组灰绿色粉砂岩，含大量植物茎、螺类、虫洞等化石，岩层产状约 $135^{\circ} \angle 25^{\circ}$ ，结合上点产状分析，凤凰山背斜核部产状在这里发生变化，分为东西两翼。

No.3：位于 No.2 点东南侧，主要观察下志留统高家边组和中志留统坟头组岩层分界线地质特征；讨论接触关系和成因。

主要观察：点上出露高家边组黄绿色薄层细砂岩-粉砂质泥岩，层面上有波痕和重荷膜（图版 1，图 3），在高家边组细砂岩和坟头组含砾石英砂岩中可见到斜层理（图版 1，图 4），岩层产状一般 $135^{\circ} \angle 45^{\circ}$ ，节理发育。由于下志留统高家边组和中志留统坟头组岩层接触界线过渡，产状一致，推测其为整合接触。

No.4：位于 7410 厂大门东南侧公路边，主要观察中志留统坟头组和上泥盆统五通组岩层分界，讨论接触关系；观察右行平移正断层特征和判断依据。

主要观察：点上为一断层通过位置，断层面产状 $155^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 。东南侧为上盘，出露五通组石英砂岩，产状 $150^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ；点北西为下盘，在公路边出露坟头组灰黄色泥质粉砂岩，产状 $160^{\circ} \angle 65^{\circ}$ 。上盘下降，而且上盘的五通组底部的石英砾岩缺失，断裂带内坟头组灰黄色泥质粉砂岩破碎比较强烈，具有断层碎裂岩的特点。

No.5：位于 No.4 东南侧，主要观察上泥盆统五通组与下石炭系金陵组岩性特征及其接触关系。

主要观察：点北西出露五通组褐红色石英砂岩，点南东出露金陵组青灰色-黑色生物碎屑灰岩。

点上多见五通组灰黑色-棕灰色耐火粘土，因采矿和长期风化剥蚀，地层接触关系出露不显，上下地层产状一致，均倾向南东。由于上泥盆统五通组为陆相沉积，下石炭统金陵组为海相沉积，两套地层间存在跳相，表明有缺失，推测其为平行不整合接触。

（三）路线III：麒麟山-凤凰山路线

1、路线位置

路线位于麒麟山与凤凰山交界的冲沟内，起于狮子崖断层，终点至巢铸水泥厂北围墙。路线全长约 1500m。

2、实习内容

主要观察狮子崖断层特征，断层识别标志，判断依据；观察上泥盆统五通组、石炭系金陵组、高骊山组、和州组、黄龙组、船山组及下二叠统栖霞组岩性特征、生物群和接触关系；讨论和州组炉渣状灰岩的形成环境；分析五通组耐火粘土、褐铁矿和栖霞组煤系的成因；学习第四系填图勾绘方法。

3、观察点及内容

No.1: 位于狮子崖，主要观察狮子崖断层的断面产状、断层宽度、断层角砾成分、结构、形态、排列方式及胶结物成分；判断断层性质、派生构造、节理产状等。

主要观察: 点上出露五通组灰白色-红褐色石英砂岩、砾岩，部分砾岩定向排列，分选差，磨圆度较好，粒径 0.5-10cm,有沉积韵律层、斜层理，上、下盘地层产状基本一致，均为 $125^{\circ} \angle 58^{\circ}$ 。该点五通组地层被一北东走向的高角度逆冲断层破毁，断面产状约 $334^{\circ} \angle 61^{\circ}$ ，断层角砾岩清楚，断层下盘石英砂岩中破劈理和平行断面的构造擦痕发育，根据断裂面下盘节理产状（ $310^{\circ} \angle 30^{\circ}$ - $343^{\circ} \angle 41^{\circ}$ ），指示断层面上盘上升，下盘下降的位移方向，可确定该断裂为逆冲断层性质。狮子崖逆冲断层照片见图版 1，图 7。

No.2: 位于 No.1 点南东的凤凰山脚下。主要观察上泥盆统五通组和下石炭统金陵组岩性特征、接触关系及化石群；讨论褐铁矿、耐火粘土的成因。

主要观察: 点北西出露上泥盆统五通组褐红色石英砂岩，上部为灰黑色-棕灰色耐火粘土，褐铁矿呈透镜状或似层状；杂色薄层粉砂岩-粉砂质泥岩与中厚-中薄层石英细砂岩呈韵律性互层，产状约 $120^{\circ} \angle 48^{\circ}$ ；点南东出露下石炭统金陵组细砂岩，青灰色-黑色生物碎屑灰岩，含腕足、珊瑚等类生物化石，产状约 $116^{\circ} \angle 53^{\circ}$ 。上泥盆统五通组和下石炭统金陵组岩层接触界线清晰，产状一致，但岩相不连续，推测其有地层缺失，确定两者为平行不整合接触。

No.3: 位于 No.2 点南东凤凰山山脚，主要观察下石炭统金陵组和高骊山组岩性特征和接触关系。

主要观察: 点北西出露下石炭统金陵组青灰色-黑色生物碎屑灰岩，含腕足类、珊瑚类等化石；点南东出露高骊山组紫色、绿色、黄等色页岩，褐铁矿化细粒石英砂岩，虫迹构造发育，具有陆相-海陆交互相沉积特征。产状约 $120^{\circ} \angle 48^{\circ}$ 。由下石炭统金陵组和高骊山组岩层接触界线清晰，产状基本一致，岩相变化明显，推测其为平行不整合接触。

No.4: 位于 No.3 点南东方向，凤凰山山脚，主要观察下石炭统高骊山组与和州组岩性特征和接触关系，讨论和州组炉渣状灰岩的形成环境；

主要观察: 点北西出露下石炭统高骊山组褐铁矿化细粒石英砂岩，虫迹构造发育。点南东出露和州组深灰-灰黑色中薄至厚层生物碎屑白云质灰岩与泥页岩互层，上部见肉红色中厚层微晶生物碎屑灰岩与钙质泥岩，顶部为灰白色炉渣状灰岩（白云质微晶灰岩与灰黄色钙质泥岩受风化结果），产状约 $120^{\circ} \angle 56^{\circ}$ 。下石炭统高骊山组与和州组岩层产状一致，岩性过渡，为整合接触。

No.5: 位于 No.4 点南东方向，凤凰山山脚，主要观察下石炭统和州组与上石炭统黄龙组岩性特征和接触关系，观察黄龙灰岩中化石种群。

主要观察: 点北西出露下石炭统和州组灰白色炉渣状灰岩，为中、下石炭统划分的标志层岩性。点南东出露上石炭统黄龙组肉红色中厚至厚层生物碎屑泥晶与微晶灰岩，含丰富的腕足、珊瑚、蜓类等生物化石，产状 $120^{\circ} \angle 53^{\circ}$ 。下石炭统和州组与上石炭统黄龙组岩层产状基本一致，两者之

间有过明显的抬升，推测其为平行不整合接触。

No.6: 位于 No.5 点南东方向，凤凰山山脚，主要观察上石炭统黄龙组与上石炭统船山组岩性特征和接触关系，观察黄龙组灰岩和船山组灰岩中的化石。

主要观察: 点北西出露上石炭统黄龙组肉红色中厚至厚层生物碎屑泥晶与微晶灰岩，点南东出露上石炭统船山组黑色厚层微晶灰岩，含丰富的腕足、珊瑚、蜓类等生物化石，产状约 $116^{\circ} \angle 55^{\circ}$ 。上石炭统黄龙组与上石炭统船山组岩层接触界线清晰，产状基本一致，其间有地层间断，为平行不整合接触。

No.7: 位于 No.6 点南东方向，凤凰山山脚，主要观察上石炭统船山组与下二叠统栖霞组岩性特征和接触关系，重点研究栖霞组的煤线成因和生物化石种群。

主要观察: 点北西出露上石炭统船山组黑色厚层微晶灰岩，含丰富的腕足、珊瑚和蜓类生物化石；点南东出露下二叠统栖霞组劣质煤，深灰-灰黑色厚层含沥青质臭灰岩及含生物碎屑泥灰岩，产状约 $125^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。上石炭统船山组与下二叠统栖霞组岩层接触界线清晰，产状基本一致，岩相变化大，有明显地层缺失，定其为平行不整合接触。

(四) 路线IV：平顶山路线

1、路线位置

路线位于凤凰山西南坡采石厂至平顶山西南侧，路线全长约 1500m。

2、实习内容

主要观察平顶山向斜核部地层分布和产状特征；下二叠统栖霞组、孤峰组，上二叠统龙潭组、大隆组，下三叠统殷坑组、和龙山组和南陵湖组的岩石特征、生物群种类及其接触关系；认识下三叠统“金钉子”的意义；学习后方交汇法定点。

3、观察点和观察内容

No.1: 位于凤凰山西南坡采石厂，主要观察上石炭统船山组和下二叠统栖霞组分界线标志，栖霞组岩性特征。

主要观察: 点南东出露上石炭统船山组黑色中厚层微晶灰岩，含生物碎屑。点北西出露下二叠统栖霞组，岩性由老到新依次为劣质煤线，经风化后成黄色泥岩；灰黑色中-薄层含沥青质臭灰岩；含大量黑色燧石团块的深灰色生物碎屑灰岩，共轭节理发育（节理产状 $115^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 和 $295^{\circ} \angle 55^{\circ}$ ）；灰白色白云质灰岩；含丰富的生物化石，如海百合茎、珊瑚、蜓等，产状约 $280^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 。上石炭统船山组和下二叠统栖霞组岩层接触界线清晰，产状基本一致，岩相变化大，地层有缺失，确定其为平行不整合接触。

No.2: 位于 No.1 点北西方向的简易公路东南边。主要观察下二叠统栖霞组和孤峰组岩性特征及接触关系，练习利用后方交汇法定点。

主要观察: 点南东出露下二叠统栖霞组灰白色白云质灰岩，点北西出露孤峰组黑色薄层硅质岩夹黄色薄层泥页岩，产状约 $290^{\circ} \angle 51^{\circ}$ 。下二叠统栖霞组与孤峰组岩层产状基本一致，接触界面有起伏不平，为平行不整合接触。

后方交汇法定点: 以平顶山与凤凰山或马鞍山为参考点，用罗盘测定方位角，然后经过参考点在地形图上绘出方位线，交点即为所处位置点。

No.3: 位于 No.2 点北西方向，平顶山西南坡脚，简易公路西北边。主要观察下二叠统孤峰组和上二叠统龙潭组岩性特征及接触关系。

主要观察: 点南东出露下二叠统孤峰组黑色硅质岩夹黄色薄层泥页岩，点上多为第四系植被和公路覆盖，前人记载的银屏组页岩在此处出露不清；点北西出露上二叠统龙潭组灰黄-青灰色中厚层细粒长石石英砂岩及含砾砂岩，夹黑色薄层泥岩，产状约 $307^{\circ} \angle 25^{\circ}$ 。下二叠统孤峰组与上二叠统龙潭组岩层接触界线清晰，产状基本一致，其间岩相变化大，有明显的沉积间断，为平行不整合接触。

No.4: 位于 No.3 点北西方向，平顶山西南坡脚。主要观察上二叠统龙潭组与大隆组岩性特征与

接触关系，大隆组生物化石。

主要观察：点南东出露上二叠统龙潭组灰黄-青灰色中厚层细粒长石石英砂岩及含砾砂岩；点北西出露上二叠统大隆组灰黑色薄层硅质岩、含炭硅质岩夹紫色页岩、炭质页岩，含丰富的菊石类化石，岩层产状约 $305^{\circ} \angle 29^{\circ}$ 。二叠统龙潭组与大隆组岩层产状基本一致，接触界线有岩性过渡特征，推测其为整合接触。

No.5：位于 No.4 点北西方向，平顶山西南坡脚。主要观察上二叠统大隆组与下三叠统殷坑组岩性特征与接触关系，判断殷坑组内部断层的性质，练习素描正断层方法。

主要观察：点南东出露上二叠统大隆组灰黑色薄层硅质岩夹紫色页岩和炭质页岩；点北西出露下三叠统殷坑组土黄色泥岩，含粉砂质泥岩，夹薄层泥灰岩、含钙质结核或似瘤状灰岩；产状约 $312^{\circ} \angle 34^{\circ}$ 。上二叠统大隆组与下三叠统殷坑组岩层产状基本一致，接触界线过渡，两者为整合接触。

殷坑组内部有一正断层，断层面倾向北西，岩层被错位。根据断层两盘运移方向确定为正断层。

No.6：位于 No.5 点北西方向，平顶山南坡。主要观察下三叠统殷坑组与和龙山组岩性特征与接触关系。

主要观察：点南东出露下三叠统殷坑组土黄色含粉砂质泥岩，夹薄层泥灰岩与含钙质结核或似瘤状灰岩；点北西出露下三叠统和龙山组灰色薄层灰岩夹黄绿色薄层似瘤状泥质灰岩及泥岩，产状为 $310^{\circ} \angle 35^{\circ}$ 。下三叠统殷坑组与和龙山组岩层产状基本一致，接触界线过渡，为整合接触。

No.7：位于 No.6 点北西方向，平顶山南坡。主要观察下三叠统和龙山组与南陵湖组岩性特征与接触关系；向斜核部构造特征。

主要观察：点南东出露下三叠统和龙山组灰色薄层灰岩夹黄绿色薄层似瘤状泥质灰岩及泥岩；点北西出露下三叠统南陵湖组，由深灰色中厚层灰岩夹紫红、灰绿色瘤状灰岩及钙质页岩组成，以厚层灰岩为主。产状约 $313^{\circ} \angle 65^{\circ}$ 。和龙山组与南陵湖组岩层产状基本一致，岩性渐变过渡，为整合接触关系。

No.8：位于 No.7 点北西方向，平顶山西南坡。主要观察平顶山向斜核部构造和岩性特征；并考察下三叠统内部的“金钉子”。

主要观察：点间出露依次为下三叠统南陵湖组、和龙山组、殷坑组，因位于平顶山向斜的核部，地层普遍产状较陡，倾向北西，一般为 $285^{\circ} - 315^{\circ}$ 。由平顶山向斜核部两侧岩层产状分析，向斜西翼的岩层发生了倒转。

观察点上为全球下三叠印度阶—奥伦尼克阶界线层型首选标准剖面，位于下三叠统殷坑组内部。

所谓“金钉子”是地学界为了制定统一的国际地质年代表，便于全球的划分和对比，确定年代地层单位界限而划分的标准，这个国际标准被称为全球性界线层型，英文缩写为 GSSP，它好比划分地球历史的里程碑，被比喻为“金钉子”。“金钉子”的确定必须满足三个条件，即：一是科学性，是客观地质历史阶段的典型性标志；二是权威性，是全球唯一、世人公认和遵循的标准；三是先进性，科研程度最高。

巢湖平顶山西南侧三叠系地质剖面，由于地层保存完好，通过以中国地质大学为主的国内外地学界专家多年的潜心研究，该剖面被国际地学界列为全球下三叠印度阶—奥伦尼克阶界线层型首选标准剖面，以牙形石 *Neospathodus waageni* 首现，将界线划在平顶山三叠系殷坑组 24 层与 25 层之间（童金南等, 2005）。

（五）路线 V：巢湖边-下朱村路线

1、路线位置

路线位于巢湖边，由下朱村北到巢湖龟山旅游区，路线全长约 1500m。

2、实习内容

主要观察中志留统坟头组 and 上泥盆统五通组接触关系，古生物化石；平顶山向斜西翼岩层倒转特征。

3、观察点和观察内容

No.1: 位于下朱村北。主要观察中志留统坟头组岩性特征和化石；平顶山向斜西翼产状。

主要观察: 点上出露中志留统坟头组，岩性为黄绿色粉砂质泥岩，产丰富的古生物化石三叶虫、腕足、螺类等。岩层产状为 $310^{\circ} \angle 70^{\circ}$ 。根据地层新老关系和产状，平顶山向斜西翼坟头组岩层为倒转特征。

No.2: 位于巢湖龟山西，巢湖边。主要观察中志留统坟头组与上泥盆统五通组断层接触关系；上泥盆统五通组化石。

主要观察: 点北西出露中志留统坟头组黄绿色、浅紫色粉砂质泥岩，中薄—中厚层石英细砂岩；点南东出露上泥盆统五通组肉红色石英细砂岩，这里可采到亚鳞木类化石。岩层产状 $335^{\circ} \angle 55^{\circ}$ 。中志留统坟头组与上泥盆统五通组岩层产状基本一致，接触界线清晰，岩性突变，两者为平行不整合接触。

根据地层新老关系和产状，平顶山向斜西翼坟头组和五通组岩层都为倒转产状。

(六) 路线VI: 紫薇洞路线

1、路线位置

路线位于 7410 厂西南侧紫薇洞旅游区内，距离巢湖市中心约 4km，路线全长约 2500m。因该地质路线位于旅游景区内，学生考察时需购门票。可根据实习时间和经费条件，作为参考路线选用。

2、实习内容

主要观察王乔洞旁花岗斑岩侵入体的特征与产出部位；碳酸盐岩地区岩溶发育的地质条件 and 作用；石炭-二叠系灰岩中的岩溶景

第十一章 实测剖面及其成图方法

第一节 实测剖面方法

实测剖面的目的是：查明地层层序，岩层厚度，沉积相类型及变化，化石内容，岩性和地球化学特点，含矿性，地层间的接触关系和时代，地层单位（填图单位）的识别特征和各单位间的分界标志和特点。因此地质剖面是研究地层、岩石和构造的基础资料，根据剖面资料划分填图单位，是地质填图工作的前提。在沉积岩区，一般要求在正式填图之前要完成实测剖面。

地质剖面根据研究对象和目的可进一步细分为地层剖面，岩浆岩侵入体剖面，第四系及构造剖面。

一、实测地层剖面的方法

实测地层剖面工作应在充分研究已有的地质资料并详细踏勘，基本了解测区地层出露的情况下进行。剖面位置一般应选择在层序完整，构造简单，接触关系清楚，化石丰富，岩性组合和厚度具代表性的地段。

（一）实测地层剖面的技术要求

1、剖面走向

实测剖面线方向应基本垂直于地层或主要构造线走向，一般情况下两者的夹角不宜小于 60° 。

2、剖面露头

剖面线经过的具体位置要尽可能选择基岩露头连续性良好地段。因此，要充分利用沟谷，自然和人工采掘的坑穴，壕塹和铁路、公路旁侧崖壁等作为剖面线的位置。当露头不连续，而又找不到更合适的剖面位置时，可布置一些短剖面加以拼接，但须注意拼接的准确性，防止遗漏和重复。必要时还可以考虑作探槽、井探或剥土等工程予以揭露。

3、剖面比例尺

实测剖面的比例尺应根据规范要求及施测对象的具体情况而定，以能充分反映其最小地层单位或岩石单位的特征为原则。常用比例尺为 $1/500-1/5000$ 。

实测剖面以“层”为基本描述单位，层可以是单一岩性，也可以是多种岩性的复合层，分层以相邻层宏观上可以区分为准。分层的依据包括：岩层垂向上岩性（颜色、结构、构造、成分等）和化石内容的任何差异。分层不宜过细，也不宜过粗。比例尺选定以后，在剖面图上能标定为 1mm 的单层，均要在实测中划分出来。在剖面图上小于 1mm 的，但又具有特殊意义的单层（如化石层、标志层、矿层、岩脉等），也应分出，可适当放大画在图上。但在记录中应注明实际厚度。

4、实测剖面的数量

实测剖面的数量，一般每个地层单位及不同相带至少应有 $1-2$ 条代表性实测剖面控制，主要根据区内岩相建造复杂程度，厚度及其变化情况以及前人研究程度等因素来考虑确定。

5、剖面样品采集

实测剖面时，必须逐层进行岩性描述，系统采集岩石标本、光片、薄片、岩石光谱样品等。对沉积岩或变质岩系应认真逐层寻找和采集化石（或微体古生物）标本。此外，根据调查任务的需要可采集化学分析，人工重砂样、单矿物样等。必要时还可采集同位素年龄样和古地磁样品等。

6、覆盖处理

一般在选定的比例尺下，剖面图上标定为 5mm 以下的覆土掩盖，在岩性、构造稳定地段，可作连续露头测制，在剖面图上超过 5mm 的掩盖应标出，并尽可能结合邻近露头推测岩性，在剖面图上标于覆土之下，柱状图上可直接标绘出岩性花纹，无法推测者注明掩盖，剖面图和柱状图花纹均为空。

7、脉体的处理

对于地层中侵入的岩脉如果在剖面图上标定为 1mm 以上，应分出；如果太多，频繁出现在剖面图上可以选择几条代表者标出，柱状图上不予表示。如果在剖面图上标定为 1mm 以下，可以不单独分出，但应在文字记录中作简单描述。

8、当日整理

一天工作结束后，应召集全组人员对野外实测工作进行逐导线、逐层校对，使记录、登记表、平面图、信手剖面图、标本样品互相吻合，以保证不出差错。若查出问题，室内不能解决，可在第二天复查后再开始工作。测制剖面过程中如果碰到疑难的问题，也可全组共同讨论解决。

（二）实测地层剖面的方法与步骤

实测剖面一般是地形、地质剖面同时测制，通常采用半仪器法，即用罗盘测量导线方位和地形坡度角，用皮尺或测绳丈量地面斜距。实测地层剖面一般分为野外测制和室内整理成图两个阶段：

1、野外测制阶段

1) 选定好实测剖面位置后，首先进行详细踏勘，了解岩层的分层厚度，岩性组合规律，所产化石，地层接触关系，标志层等，并设立标记；根据露头情况布置山地工程。

2) 根据详细踏勘情况及任务要求制定工作计划，包括比例尺，测制方法、施测顺序、组织分工、工作定额及工作进程计划等。

3) 野外实地测量。一般由 4—8 人进行。人员分工有前测手，后测手、分层、记录、标本样品采集、产状测量和野外信手剖面的绘制等，人手少时可以兼顾。测量时有专门的剖面登记表（见下表）其有关内容说明如下：

实测地层剖面登记表¹

剖面名称：_____

剖面位置、起点坐标：_____ 终点坐标：_____ 第 _____ 页 共 _____ 页

| 导线号 | 导线距 | | | 坡度角 | 高差 | 地层产状 | | | 与地层夹角 | 分层信息 | | | 分层描述 | | 样品 | | 备注 | |
|-----|------|----|-----|-----|----|------|----|----|-------|--------|-----|----|------|------|----|--------|----|----|
| | 导线方位 | 斜距 | 水平距 | | | 累计高差 | 倾向 | 倾角 | | 位置（斜距） | 分层号 | 斜距 | 分层厚度 | 岩性特征 | 化石 | 位置（斜距） | | 编号 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

单位：_____ 填表人：_____ 组长：_____

¹ 建议 1—14、17 栏宽度 7mm，18、19 栏 12mm，15 栏 80mm，16 栏 30mm

（1）导线方位角：即测绳（或皮尺）丈量的前进方向。由前、后测手持罗盘仪测量。后测手读北针数据，前测手读南针数据，如读数接近可取平均值，如差别较大要重新测量。

（2）地形坡度角：由前、后测手用罗盘仪测量，然后取其两者的平均值。如差别较大时要重新测量。若前进方向为上坡即仰角记为正值，反之前进方向为下坡即为俯角则记为负值。

（3）斜距（包括导线斜距、分层斜距、标本和采样位置及地层产状等斜距）：从测绳或皮尺上直接读数。

(4) 地层产状：产状的测量，要选择有代表性的层面测量。产状变化大的地方要多测量几个，以便保证换算地层真厚度的准确性。工作时要注意区分层理面和节理面、基岩和转石。在岩层产状平缓或近于水平时，以致肉眼较难判断其倾向时，可采用在岩层面上滴水的办法确定倾向；也可直接用罗盘测量，其方法是先将测斜仪上的指标对准 0° 刻度，然后使罗盘长边紧贴岩层面来回转动几下，当测斜仪上的水泡居中时，罗盘仪的长边即代表岩层走向线，再测出该走向线的方位即可。

(5) 填写“实测地层剖面记录表”的 1、2、3、5、8、9、10、12、13、15、16、17、18、19 诸项必须在测量过程中逐项填入表内，不得有误或任意涂改。所有数据一律用铅笔填写，如有错误不可用橡皮擦去，而应用铅笔划掉，以保持原数据还能清晰看出，并在旁边记上新数据。其中岩性特征一栏，在记录表中只记录岩石完整的定名即可，详细的岩性描述在记录本中记述。化石一栏主要记录化石的类别、数量等，如在野外能鉴定出属种可以记录化石的属种名称。

(6) 除了填写“实测地层剖面记录表”外，还应将剖面观察内容，按导线距和分层号在野外记录本上进行详细记录。此外，在现场要绘出剖面草图或信手剖面图。以便于层位对比和构造分析，同时，还应按实地地形的起伏勾绘剖面草图上的地形线，并在其上方标绘出重要地物的位置，如道路、河谷、桥梁、独立的树木房屋等的位置。以便室内做实测剖面图时参考。

实测地层剖面野外记录本记录格式及内容如下：

2007 年 9 月 3 日；星期一；天气 多云

地点：巢湖小午岭—狮子口

工作内容：实测志留纪地层剖面，剖面代号（I—I'）

目的任务：查明小午岭—狮子口一带志留系层序特征，各地层单位的岩性特点，顶底及分界标志，尽量收集沉积构造等岩相标志。查明其各种构造形迹的构造样式，地质构造特征。尽可能的收集化石和矿产信息。采集必要的标本及测试样品。

人员及分工：王鹏（分层）；张林（前测手）；高新向（后测手）；谢永洪（标本及样品）；李小凡（产状）；刘向（记录表格）；钱浩用（记录本记录及信手剖面图绘制）

剖面名称：巢湖市小午岭—狮子口志留系实测地质剖面；

剖面位置：起点：大地坐标：Y： X： 经纬度：N： E： （小午岭分水岭处）

终点： Y： X： N： E： （狮子口西侧山坡）

导线总方位： 175°

点号： D001

点位：大地坐标：Y： X： 经纬度：N： E： （小午岭分水岭处）

点性：路线起点岩性描述点：

描述：点上及其周围均为下志留统高家边组（S_{1g}）黑色粉砂质页岩。

产状： $170^\circ \angle 31^\circ$

0—1 导线 导线方位(ω)= 170° ，斜距(L)=100m；坡度角(β)= -10°

分层号 1) 0—20m：黑色粉砂质页岩。深灰—黑色，岩石较软，可以用指甲刻划，成分以泥质为主，断面有粗糙感，用手碾其粉末有颗粒感觉，页理发育。应为高家边组底部。此层构成一背斜构造的核部，向下未出露。见有笔石化石碎片。

产状： $170^\circ \angle 31^\circ$ (5m)

分层号 2) 20m—88m：黄绿色泥质粉砂岩。黄绿色，岩石较软可用指甲刻划，成分以粉砂质为主，断面有颗粒感觉，用放大镜观察隐约可见细小石英颗粒，用手碾磨其碎末颗粒感明显。岩石中可见一些虫管等生物扰动构造。

点号: D002

点位: 大地坐标: Y: X: 经纬度: N: E: (小午岭 D001 点南 1480m 处公路边, 15—16 导线 25m 处)

点性: 地层分界点:

描述: 点北: 下志留统高家边组 (S_{1g}) 灰黄色—土黄色泥质粉砂岩

产状: 175° ∠30°

点南: 下志留统坟头组 (S_{1g}) 灰黄色中细粒石英长石砂岩: 灰黄色, 中厚层状, 主要碎屑成分为长石 (60%), 石英 (39.5%), 以及少量白云母片和磁铁矿。粒度 0.5mm 左右, 分选磨园较好, 岩石比较坚硬。可见中型板状交错层理。底部见有少量小石英砾石。与下伏的下志留统高家边组 (S_{1g}) 灰黄色—土黄色泥质粉砂岩应为整合关系, 两者之间没有见到底砾岩, 剥蚀面等不整合迹象, 也未见到岩石破碎、挤压等断裂的痕迹。所以应为整合连续的沉积。

产状: 173° ∠30°

(7) 剖面线的起、终点位置, 剖面观测点, 重要的岩层产状要素及地质界线等, 都应准确地标定在地形图或航空像片上。定点的方法可以采用 GPS 定位, 辅以地形矫正的方法。一般采用大地坐标和经纬度双重标定的方法记录其位置。在记录表中可以记在备注的栏目中。记录本上以定点的记录格式记录。

2、室内数据整理阶段

野外剖面实测结束后, 应及时进行室内资料整理及样品的处理, 其中包括: 对各项实测数据进行整理计算; 样品分析鉴定; 进一步整理、研究剖面地质资料, 根据室内外分析鉴定成果对野外观察资料进行修正补充; 绘制实测剖面图 (绘图方法见下一节), 编写剖面小结, 划分地层单位及填图单位。

1) 实测剖面各项数据的计算

①平距 (D) 导线平距、分层位置平距、岩层产状测量位置平距和采样位置平距等) 计算:

$$D = L \cdot \cos \beta \quad (L - \text{斜距}, \beta - \text{坡角}, \text{下同})$$

②导线高差 (H) 及累计高差的计算:

$$H = L \cdot \sin \beta; \text{累计高差是将各导线高差逐一累计相加而得。}$$

③换算导线方位与岩层走向之夹角 (γ):

$$\gamma = \text{导线方位角} - \text{岩层走向方位角}$$

④岩层真厚度 (h) 计算: 通过实测剖面资料得到岩层真厚度的方法很多, 主要有计算法, 赤平投影法, 查表法, 几何作图法等。目前, 计算机软件技术发展很快, 通过计算机计算, 不仅速度快, 而且可以直接输出地质剖面图, 可以节省大量人力物力。计算法采用的计算公式如下:

$$h(\text{地层真厚度}) = L (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \sin \gamma \cdot \cos \beta)$$

式中: L—导线斜距; α—地层真倾角; β—导线方向上地面坡度角; γ—导线与岩层走向夹角。

实测地层剖面数据计算完后, 再进入剖面图的绘制过程。

二、实测其它剖面的方法简介

其它类型剖面的测制方法与地层剖面类似, 一般也是采用半仪器法进行测量, 也分为野外测制和室内整理成图两个阶段, 但不同类型的剖面测制特点不同。所以在观察描述的重点上有所差别, 采集标本及测试样品上有所不同。

(一) 岩浆岩侵入体剖面的测制

通过岩浆岩侵入体剖面的测制, 可以解决岩浆岩体不同组合类型, 岩体之间和内部不同相带、不同单元之间接触关系, 划分单元归并超单元, 或者划分不同相带。了解每一岩石单元或者相带内部的岩性变化情况, 以及岩体内部同源演化序列的变化情况。建立侵入的相对序次。还可查明岩

体与围岩的接触关系，岩体的形成时代，确定填图的单元。通过系统采集标本样品，可以获得岩体不同单元或相带的岩石学、岩石化学、矿物学、地球化学、成岩温度含矿性等方面有价值的资料。

1、剖面位置及比例尺的选择：应在广泛收集研究前人资料，实地踏勘的基础上，剖面应尽量选择出露好、露头基本连续、垂直岩体内部相带或构造线、相带或单元间先后关系基本清楚且构造简单的地段。一般一个岩体可以选择1—2条实测剖面，对于一些独立的单元或者一些边缘相带主干剖面不能涉及的，应该独立测制。实测剖面的比例尺一般选择1: 5000—1: 2000为宜。

2、测制的内容和具体要求：确定岩体与围岩的关系（侵入的、沉积的或断层接触）和接触面的性质（平直的、波状的、锯齿的、枝杈状还是顺层灌入的）。通过岩体与其它岩类（沉积岩、变质岩、火山岩）、不同岩体之间以及岩体内部不同相带或单元之间的接触关系来确定岩体的时代和序次。划分侵入体相带或单元归并超单元，并总结其特点和变化规律。统计、测量叶理和线理，以研究岩体的就位机制。观察与岩体有联系的岩脉或脉状岩体。查明接触变质晕的宽度，划分接触变质带。查明岩体形成后的构造变动及其特征。

3、标本及样品：首先要目的明确，主次分明。其次要求样品新鲜、分布均匀合理。一般包括薄片及手标本、光谱样、硅酸盐全分析样、人工重砂样、稀土分析样、同位素年龄样、稳定同位素样、包体样、单矿物样以及定向标本等。在采集各种化学样品时，应同时采集一块岩石标本，以备对照检查用。

（二）构造剖面的测制

对于一些变质岩分布地区，地质构造复杂的造山带、构造破碎带或韧性剪切带等，由于变质变形强烈，岩层或地质体之间的关系复杂，经常存在多期的变形，有较大的位移或长距离的推覆等。使得只有在恢复其变质变形的历史和期次的基础上才能恢复地质体、岩层之间的关系，所以需要测制构造剖面，详细的收集分析构造变形的期次和历史，研究分析测量地质体间的位移配置关系，以恢复其间的时代顺序，以及其变质变形的历史。恢复其地质演化的过程。

变质岩分布区实测剖面一般应在填图单位已经确定，各种岩石类型及变质—变形带、区域构造轮廓以基本查明的基础上，也就是在完成填图扫面的基础上实施为宜，这样可以为合理的选择剖面位置提供较为充分的地质依据。剖面位置一般选在露头连续性好，填图单位齐全，构造尽量简单的地区。还应覆盖不同的变形变质带。剖面比例尺一般选择1: 2000—1: 5000为宜。

对于构造剖面除和地层剖面一样注意各种岩性以及岩性组合的记录测量外，更应注意收集各种变形期次以及运动位移等的信息，应从各种不同方向的面状构造（各种片理、片麻理、板理、节理、断层以及各种破裂面等）以及线状构造（各种线理、断层擦痕，阶步，褶皱轴等）的关系中去分析研究。所以应特别注意这些面状及线状构造的产状，交切关系，密集度等特征。必要时应采集定向标本，回到室内进行岩组分析。特别应注意原始层面的寻找和分析。还应特别注意地质体位移量以及位移方向方面信息的收集，如各种碎屑或矿物被拉长变形的特征及比例，相同地质体间被错开的距离等。测制剖面的时候应注意一些特殊岩性标志层的选择（如断续分布的大理岩夹层，硅质岩夹层等），通过这些标志层的追索来确定其构造样式，地层间的褶皱重复等。与其它剖面一样也应采集薄片及手标本，同位素年龄样、各种化学测试样等。

（三）第四系剖面的测制

在剖面施测前要进行露头踏勘，首先确定露头的地貌位置，搞清是哪一种成因类型，然后观察研究岩性、结构、构造、标志层等，尤其要对沉积物中的层理构造、接触关系、砾石和漂砾特征及古生物等详细观察。并分析古地理环境和形成时的水动力条件。在此基础上选择能反映重要地貌要素、沉积类型、及各地层单元之间接触关系的地段，确定剖面线通过的位置。在高原山区，可根据阶地、古夷平面出露的海拔高度特点使剖面线通过等高线垂直分布区。在冰川覆盖区，剖面应通过冰川活动方向。在河谷区，剖面线应垂直河谷分布，一般测制河谷一侧即可，有时河谷两侧的阶地、

地貌等极不对称，为了反映河谷两侧新构造运动的特点，需要对河谷两侧都进行测制。如果现代的残坡积发育，可以利用浅井、钻孔、人工露头 etc 测制地层剖面。

当第四系露头完好，地貌特征清楚，地质情况简单，层位稳定时，可以采用其它剖面相似的方法即用总导线法测制，对于层位不稳定，厚度变化较大的地区，应采用多条平行剖面来控制其变化情况。对于河谷及山区剖面要注意第四系沉积类型的划分，分布形态，阶地的类型、级数、连续性、宽度和高度等。对于黄土剖面应注意古土壤和黄土的划分，古土壤的特点、厚度、层数等，一般可直接测量其厚度。对于冰川地区，应注意终碛垄，侧碛垄的特征，终碛垄的条数，迁移方向，延伸情况，冰水扇的沉积特点，与其它类型沉积的过渡关系等。对于洞穴堆积应注意沉积物的成分，结构构造，规模，化石特征等。一般直接测量各层的厚度。

（四）实测地层剖面小结的编写内容

一条剖面做完之后。应及时编写小结（或说明书），其内容主要有如下几点：

1、实测地层剖面的名称及编号，剖面名称命名原则应遵循行政区划，地理名称和实测地层单位三重命名法。

2、实测剖面的目的和要求（根据设计书）。

3、完成任务情况及工作量，包括施工起、止日期，实测方法（导线法还是直线法，采用仪器等），剖面线方向、长度、观测点距离及数目、标本样品及化石采集数目、槽井或剥土工程量。

4、人员分工情况。

5、剖面位置和自然地理情况，剖面所在行政区划和地理位置、地形和交通及露头情况等。

6、地层剖面文字描述。由新到老叙述各分层岩性特征，所含化石、厚度等。然后对各地层单位综合描述并论述其时代和接触关系。识别标志及各地层单位间分界标志。

此项工作是先合并各小层成上层或上、中、下段等，然后综合各小层岩性特征并编写出文字描述。

7、存在问题

8、附实测地层剖面原始资料，柱状图、剖面图和剖面位置图等。

第二节 剖面图及柱状图的绘制方法

一、实测地层剖面图的绘制

实测地层剖面图的绘图法，通常主要有展开法和投影法两种，此外尚有投影法和展开法二者并用的分段投影法（或真厚度法）。

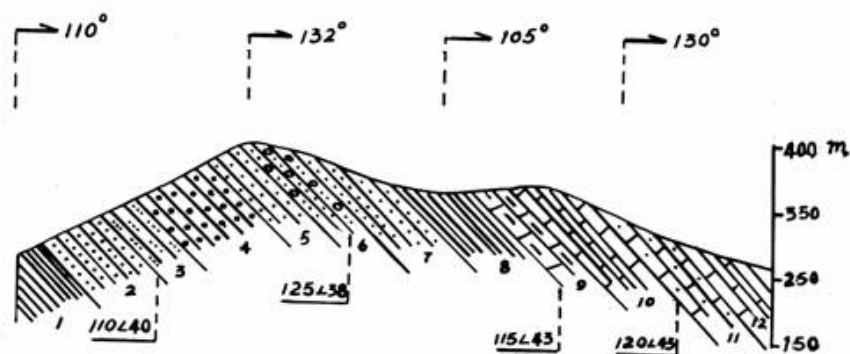
（一）展开法：

1、首先绘制地形剖面线

一般只要根据导线斜距和坡角两上参数，画出各段导线的地形线，并把各导线的方位角标在地形线对应位置的上方，如果导线太密集或图件比例尺太小，可以选择方向变化较大的位置标出。但这样画出来的地形轮廓线呈折线，应根据野外草图所反映的地形细节，将其勾绘成圆滑的曲线。

1、绘制地质要素

多数情况下，导线不完全垂直岩层走向。因此，在绘制地质界线投影时，需要进行视倾角的换算。除导线方位与岩层走向夹角大于 80° 可视为近似地垂直外，凡其夹角小于 80° 时，均应换算出来的视倾角绘制，但产状注记仍应标记真倾角。采集的标本样品等应标注在剖面上方相应的位置。分层号，地层分界线及地层代号等标注在剖面的下方。还应有图例比例尺等图外的说明。



展开法绘制实测剖面

此法优点是作业流程简单，便于野外边侧边绘，同时便于检查。其缺点是，将转折的导线展开便会夸大了地质体的实际宽度，地层厚度只能用公式计算求得；由于导线方位的改变引起了产状相同的岩层视倾角的数值不同，特别是在导线方位与岩层走向夹角较小时，按视倾角在剖面上画上的地层投影线常出现相交，突变等不协调现象、歪曲了实际地质现象。

(二) 投影法

此法是目前应用最广泛的一种，其作图步骤如下：

1、作导线平面图（即相当于路线地质图）

作图前，首先要确定好总导线方位即剖面起、终点之连线方位，也就是剖面投影基准线方位。以方格纸的横坐标线作为预估的总导线方位，根据各导线的方位和其平距在方格纸上分别做出各段导线即形成导线平面图。

另一办法是，在另纸上先作出导线平面图，然后量出（也可计算出）剖面线起、终点连线的方位。以此方位为投影基准线，直接在方格纸上作出导线平面图。也可以在地形图（手图）上剖面起点和终点的连线方向为总导线方位。如果实测剖面时定点准确，一般不会有太大误差。

确定导线平面图基线需遵循的原则是，凡总导线方位介于 $180^\circ - 360^\circ$ 区间者，剖面起点位于右侧，终点位于左侧。凡总导线方位介于 $0^\circ - 180^\circ$ 之间者，剖面起点位于左侧，终点位于右侧。

再将岩层产状，分层界线和分层号，地层界线及地层代号，岩石标本及化石采集点标绘到导线上相应的位置即构成了路线地质图（导线平面图）。

2、作地形剖面图

将导线各转折点垂直投影到其下方的投影基准线上，以投影基准线作为计算相对高程的“零点”，然后在方格纸的纵坐标上找出各段导线的累计高差点，用平滑的曲线勾绘这些点即成地形剖面图。

3、在地形剖面图上绘制地质要素

将导线平面图上的分层界线，岩层产状和岩石标本和化石采集点垂直投影到地形剖面上来。由于投影剖面线的方向基本上垂直于地层走向，所以除局部地层产状有变化的地段外，大都可直接根据真倾角绘出岩层倾斜线。如果投影剖面线方位与岩层倾向夹角大于 10° ，就应该换算成视倾角，再绘出岩层视倾斜线，但在其下方标绘产状时，仍标绘真倾角。应该指出，一定要用投影基准线（即剖面起、迄点连线）方位与岩层走向之夹角来换算视倾角。

4、填绘岩性花纹

在地形剖面图的各分层中，按视倾角填绘岩性花纹，就获得带岩石花纹的剖面图。

5、绘制图例及责任表

一张完整的实测地层剖面图，还要加绘上相关的图例和责任表。具体的图例可参考本实习指导书附录，责任表格式可参考下式：

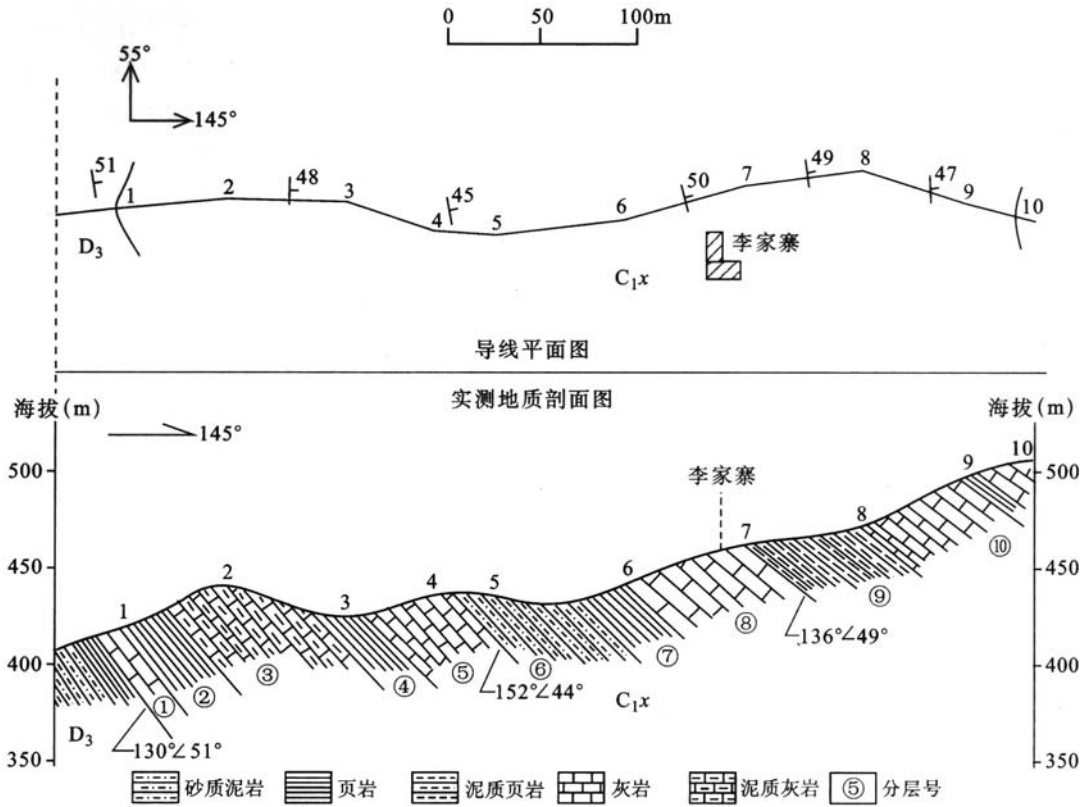
责任表格式

| | | | |
|------|---------------------|------|-------------|
| 图 名 | 安徽巢湖平顶山 C-P 系实测剖面图 | | |
| 单 位 | 长安大学 2003 级巢湖实习队第一组 | | |
| 制 图 | 张 三 | 图 号 | CS—05—01 |
| 清 绘 | 王 五 | 比例尺 | 1: 2000 |
| 审 核 | 李 立 | 资料来源 | 实 测 |
| 技术负责 | 刘云飞 | 日 期 | 2005. 9. 18 |

剖面图的水平比例尺可以采用文字比例尺，也可以采用线比例尺，垂直比例尺一般采用线性比例尺。

此法的优点：可以直接在图上丈量地层厚度；剖面上的构造要素基本符合实际情况，很少歪曲；剖面图控制的长度及地层单位出露宽度与地质平面图相符。其缺点是地形轮廓线的坡角因侧方投影而受到歪曲，不便于野外验收检查。

x x县x x 乡李家寨下石炭统小西沟组 (C_{1x}) 实测地层剖面图



导线法作实测剖面图

注意事项：

①绘制剖面地质要素的顺序是，先投影断层、岩脉（如果剖面线经过断层或岩脉的话），然后投影分层界线、地层产状，最后根据岩性填绘不同的岩性花纹。

②若上、下地层间倾角相差较大，又非断层影响或角度不整合，画岩性花纹时将倾角差额平均分配，不能画成相交。

③图例排列顺序，按照地层单位代号，由新到老排列：先沉积岩（或层状火山和变质岩），后侵入岩，然后构造要素花纹、岩层产状、层序号、标本及化石代号等。

④岩层分界线应画长一些，而岩性花纹要画短些，一般前者由地形线向下铅直长度画 1.5 cm，后者画 1 cm，以示区别。地层单位界线更应长些，按级别应有层次。

二、地层柱状图及综合地层柱状图的绘制

实测地层剖面的最终目的是对地层系统地研究，进行正确的分层，建立该区地层标准柱。因此，每一个实测地层剖面都应编制地层柱状图。其格式和内容及具体做法与综合地层柱状图基本相同，下面介绍综合地层柱状图的编制。

一个地区因多种因素的影响，一两条剖面往往难以正确的反映区内所有地质体的特征，因此需要实测不同地层的多条剖面。甚至一个地质体由于存在相变等原因也需要几条剖面才能反映其所有特征。为了整体直观、简明、醒目地综合反映研究区所有地层的岩石组合、厚度及其接触关系等特点，需要作综合地层柱状图。综合地层柱状图以地层柱的直观形式表示研究区全部出露地层的层序，并着重反映各地层单位的岩石特征、所含化石、接触关系及地层厚度，是反映一个地区物质组成概况的最基本综合性图件之一。其比例尺应按精度要求选择，其图式见下图

x x 地区泥盆系—石炭系综合地层柱状图
比例尺：1：5000

| 界 | 系 | 统 | 阶 | 地层名称 | 代号 | 柱状图 | 厚度(m) | 分层厚度 | 分层号 | 岩性描述及化石 | 矿产 |
|-----|-----|----|-------|------------------|----|---------|-------|------|-----|--|------|
| 古生界 | 石炭系 | 下统 | 巴什索贡组 | C ₁ b | | 850 | 790 | ⑨ | | 灰色、深灰色块状灰岩为主，产： <i>Gigantoproductus</i> cf. <i>latissimus</i> , <i>Antiguatonia insculpta</i> , <i>Ambocoetia</i> cf. <i>vaduschensis</i> (Tan), 等 | 石灰岩矿 |
| | | | | | | | 50 | ⑧ | | 灰色、褐色不等粒钙质砾岩 | |
| | | | | | | | 10 | ⑦ | | 灰色、褐色复成分砾岩 | |
| | 泥盆系 | 上统 | 坦盖塔尔组 | D ₃ f | | 700—900 | 633 | ⑥ | | 灰色、浅灰色块状厚层灰岩，有时见钙质砾岩夹层。产： <i>Atrypa</i> sp., <i>Hypothridina</i> sp., <i>Schizophoria</i> sp., <i>Cyrtospirifer</i> sp., <i>Atrypa</i> ex gr. <i>tubecostata</i> Paeck. 等。 | 石灰岩矿 |
| | | | | | | | 833 | | | | |
| | | | | | | | 7 | ⑤ | | 土黄色钙质砂岩、页岩 | |
| | | | | | | | 60 | ④ | | 灰色、深灰色层状灰岩，产 <i>Atrypa</i> sp., <i>Hypothridina</i> sp. | |
| | 系 | 中统 | 托格买提组 | D ₂ f | | 80 | 54 | ③ | | 灰色块状灰岩，产 <i>Pseudomicroplasma</i> sp., <i>Heliolites</i> sp. | 石灰岩矿 |
| | | | | | | | 6 | ② | | 红色薄层粉砂岩 | |
| | | | | | | | 20 | ① | | 灰色块状灰岩 | |

综合地层柱状图图式

实习区综合地层柱状图统一名称为“巢湖凤凰山地区综合地层柱状图”。图中各栏的宽度规定如下：

“界”“系”“统”“阶”的宽度分别为 7mm，“组（地层名称）”的宽度为 24mm，代号宽度为 10mm，柱状图宽度为 25mm，“厚度”和“分层厚度”宽度 10mm，“分层号”宽度 7mm，“岩性描述及化石”宽度 155mm，“矿产”宽度 15mm。

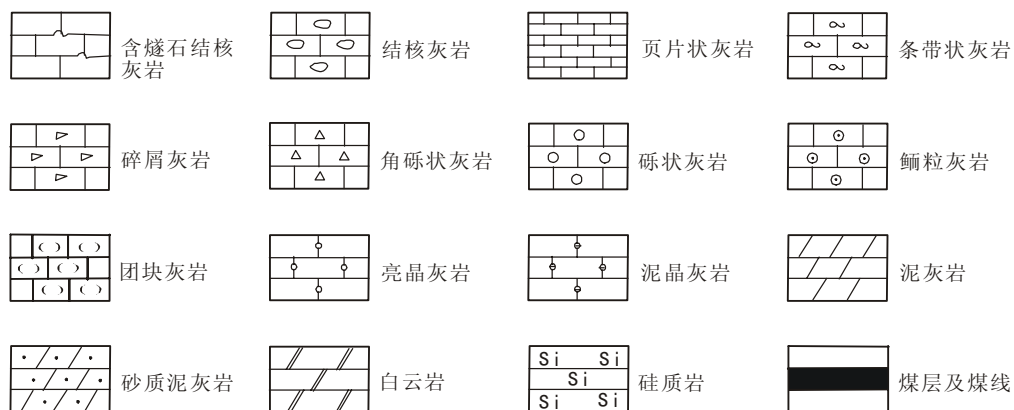
主要参考文献

- [1] 徽省地质矿产局编著. 全国地层多重划分对比研究·安徽省岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997
- [2] 徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1987
- [3] 自成, 刘良, 罗金海. 中国及其邻区区域大地构造学. 北京: 科学出版社, 2002
- [4] 华人民共和国地质矿产部区域地质矿产调查工作图式图例(1: 50000). 北京: 地质出版社, 1983
- [5] 秉璋等. 花岗岩类 1: 5 万区域地质填图方法指南. 北京: 中国地质大学出版社, 1991
- [6] 佳庸等. 沉积岩区 1: 5 万区域地质填图方法指南. 北京: 中国地质大学出版社, 1991
- [7] 双应. 安徽巢县南陵湖组火山碎屑流沉积物的发现. 地层学杂志, 1996, 20(4): 277
- [8] 双应, 岳书仓. 安徽巢湖二叠系栖霞组碳酸盐岩斜坡沉积. 沉积学报, 2002, 20(1): 7~12
- [9] 陆伍云等. 安徽巢湖地区的侏罗系. 地层学杂志, 1985, 9(3): 180~185
- [10] 汤加富等. 郯庐断裂南段研究进展与断裂性质讨论. 地质通报, 2003, 22(6): 426~436
- [11] 童金南, 赵来时, 左景勋, H_J. Hailsen, Y. D. Zakharov. 安徽巢湖地区下三叠统综合层序. 地球科学—中国地质大学学报, 2005, 30(1): 40~46
- [12] 王道轩等. 巢湖地质学实习教程. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2005
- [13] 夏广胜, 徐家聪. 安徽巢湖地区早石炭世地层. 地层学杂志, 1980, 4(2): 87~95
- [14] 中华人民共和国地质矿产部. 中华人民共和国地质矿产行业标准—区域地质图图例(1: 50000)GB958—89. 北京: 中国标准出版社, 1989
- [15] 中华人民共和国地质矿产部. 中华人民共和国地质矿产行业标准—区域地质调查总则(1: 50000) DZ / 0001 91. 北京: 中国标准出版社, 1992
- [16] 朱光, 王道轩, 刘国生, 牛漫兰, 宋传中. 郯庐断裂带的演化及其对西太平洋板块运动的响应. 地质科学, 2004, 39(1): 36~49
- [17] 朱光, 王勇生, 牛漫兰, 刘国生, 谢成龙. 郯庐断裂带的同造山运动. 地学前缘(中国地质大学, 北京). 2004, 11(3): 170~182
- [18] 西北大学地质系(刘洪福等). 巢湖北部凤凰山地区区域地质调查实习指导书. 西安: 西北大学出版社, 2007

附录一 地质图例

一、沉积物及沉积岩类

| | | | | | | | |
|--|--------|--|-------|--|--------|--|-------|
| | 黄土 | | 粘土 | | 钙质粘土 | | 砾 |
| | 砾石 | | 砂砾石 | | 角砾 | | 砂 |
| | 粗砂 | | 中砂 | | 细砂 | | 粉砂 |
| | 角砾岩 | | 砂质角砾岩 | | 泥质角砾岩 | | 钙质角砾岩 |
| | 硅质角砾岩 | | 砾岩 | | 砂质砾岩 | | 砂砾岩 |
| | 石英砾岩 | | 石灰砾岩 | | 复成分砾岩 | | 钙质砾岩 |
| | 硅质砾岩 | | 含砾砂岩 | | 粗砂岩 | | 中砂岩 |
| | 细砂岩 | | 石英砂岩 | | 长石砂岩 | | 长石质砂岩 |
| | 长石石英砂岩 | | 碎屑砂岩 | | 海绿石砂岩 | | 复成分砂岩 |
| | 泥质砂岩 | | 钙质砂岩 | | 粉砂岩 | | 含砾粉砂岩 |
| | 泥质粉砂岩 | | 钙质粉砂岩 | | 含炭质粉砂岩 | | 页岩 |
| | 砂质页岩 | | 粉砂质页岩 | | 钙质页岩 | | 硅质页岩 |
| | 炭质页岩 | | 泥岩 | | 高龄石粘土岩 | | 灰岩 |
| | 泥质灰岩 | | 硅质灰岩 | | 白云质灰岩 | | 炭质灰岩 |
| | 沥青质灰岩 | | 结晶灰岩 | | 生物碎屑灰岩 | | 含藻灰岩 |



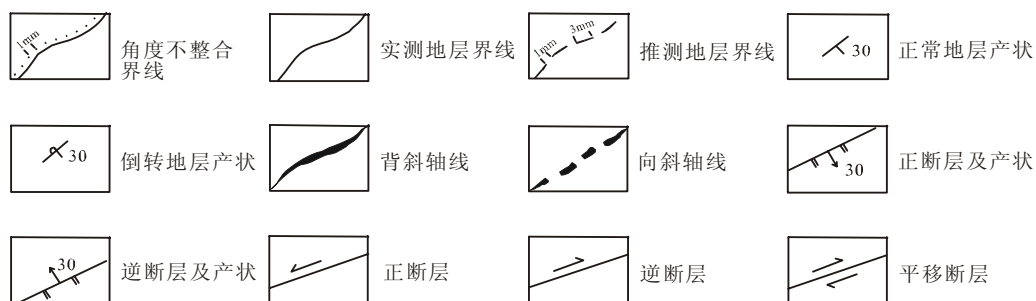
二、岩浆岩类



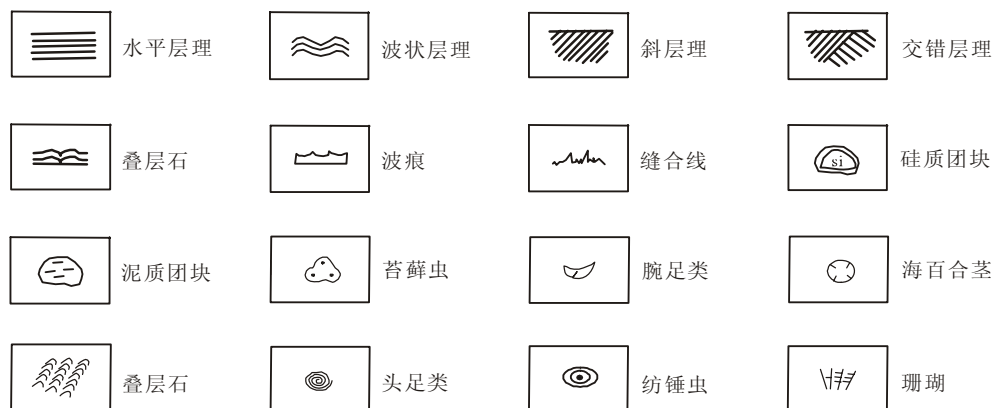
三、变质岩类



四、地质构造类



五、沉积层理、构造和化石类



附录二 图版及图版说明书

图版 1

- 图 1 震旦系灯影组白云岩中葡萄状构造
图 2 震旦系灯影组白云岩中雪花状构造
图 3 志留系高家边组顶部重荷膜
图 4 志留系坟头组中斜层理(引自王道轩等, 2005)
图 5 泥盆系五通组石英砾岩
图 6 五通组内部狮子崖断层断层角砾岩
图 7 凤凰山泥盆系五通组与石炭系金陵组界线
图 8 石炭系和州组岩性组合

图版 2

- 图 1 石炭系和州组顶部炉渣状灰岩
图 2 凤凰山和州组/黄龙组/船山组(C)和栖霞组(P)的接触关系
图 3 二叠系栖霞组含燧石团块灰岩
图 4 二叠系栖霞组灰岩中燧石条带
图 5 二叠系龙潭组岩性组合
图 6 三叠系和龙山组瘤状泥灰岩与页岩互层
图 7 三叠系南陵湖组灰岩“X”型共轭节理
图 8 平顶山向斜核部三叠系南陵湖组次级褶皱

图版 3

- 图 1 遗迹化石(S_1g)
图 2 霸王王冠虫 *Coronocephalus rex* 尾部 (S_2f)
图 3 宽研头虫(未定种) *Latiproetus* sp. 尾部 (S_2f)
图 4 凯里虫(未定种) *Kaili* sp. 头盖 (S_2f)
图 5 纳里夫金贝(未定种) *Nalivkinia* sp. (S_2f)
图 6 丽网肋缝螺 *Pleurorima bellireticulata* (S_2f)
图 7 条纹石燕 *Strispirifer* sp. (S_2f)
图 8 薄皮木(未定种) *Leptophloeum* sp. (D_3w)

图版 4

- 图 1 筳管珊瑚(未定种) *Syringopora* sp. (C_1j)
图 2 珊瑚化石(C_1j)
图 3 复体珊瑚化石(C_1h)
图 4 小石柱状珊瑚(未定种) *Lithostrotionella* sp. (C_1h) (引自王道轩等, 2005)
图 5 分喙石燕(未定种) *Choristites* sp. (C_2h) (引自刘洪福等, 2007)
图 6 网格长身贝(未定种) *Dictyoclostus* sp. (P_1q) (引自刘洪福等, 2007)
图 7 早板珊瑚(未定种) *Hayasakaia* sp. (P_1q)
图 8 头带菊石(未定种) *Tainoceras* sp. (P_1q)

图版 5

- 图 1-4 石炭系和州组海绵骨针化石
图 5-6 石炭系和州组腹足类化石

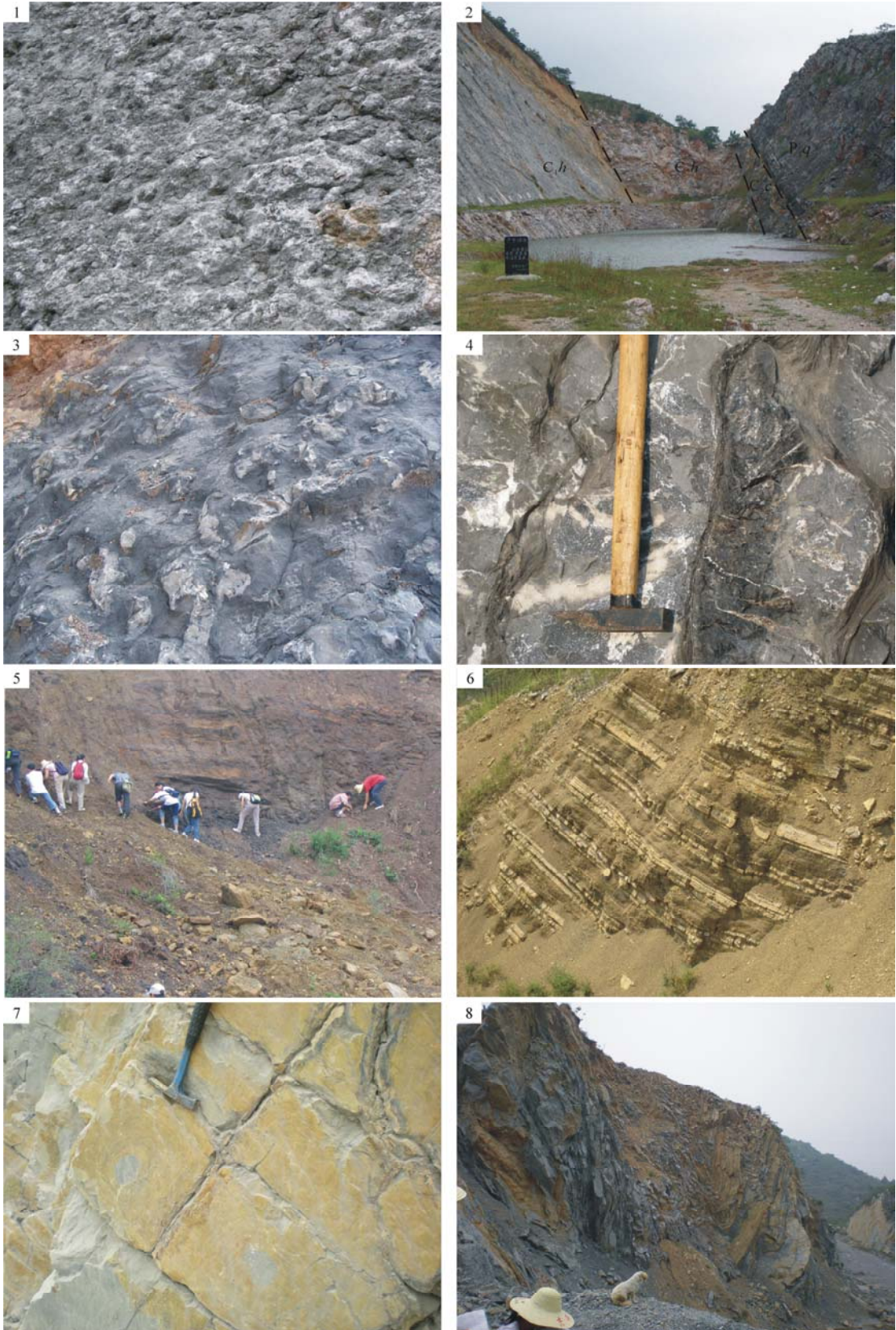
图版 6

- 图 1 石炭系和州组腹足类化石
图 2-4 石炭系黄龙组牙形刺化石
图 5-6 二叠系栖霞组介形虫化石

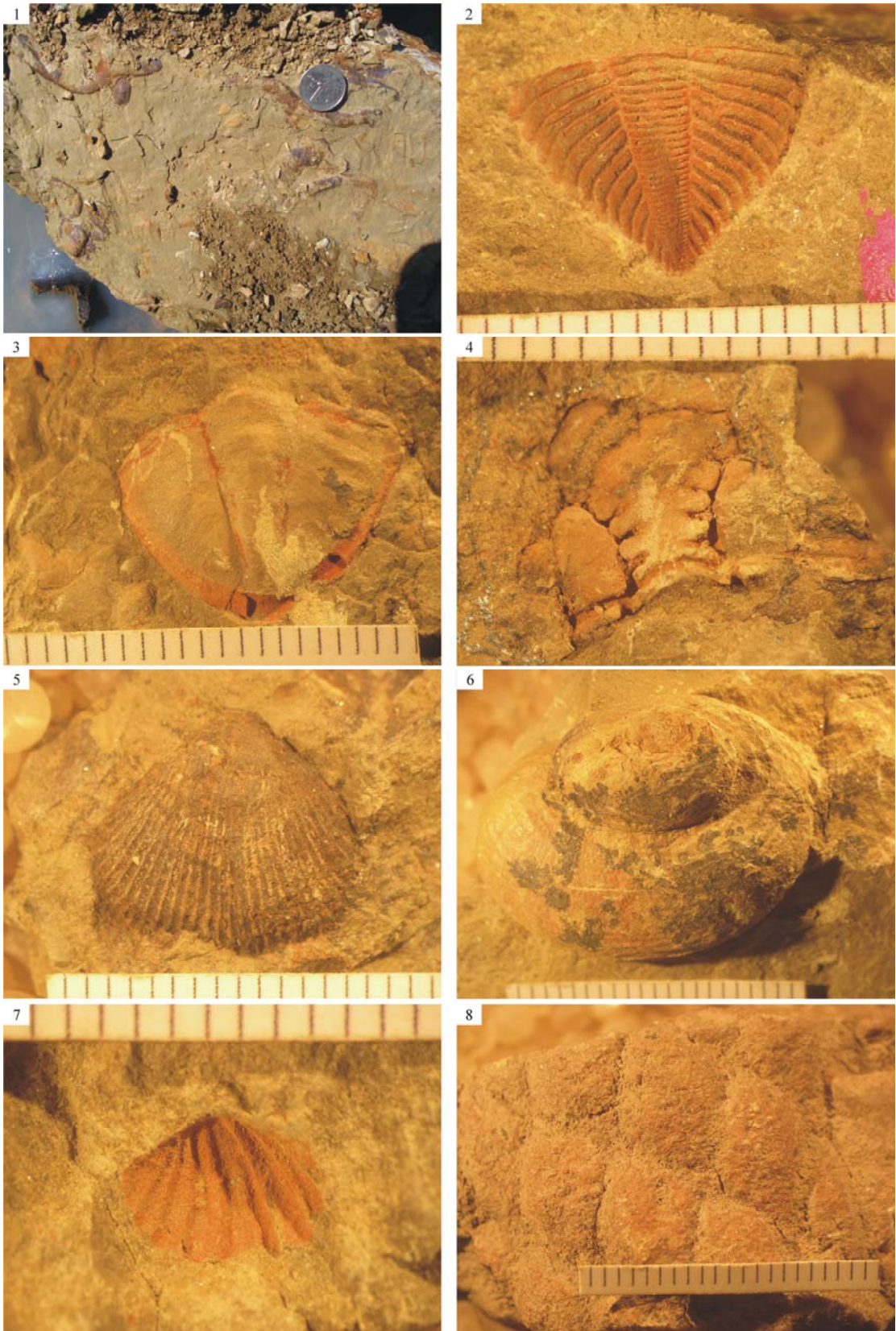
图版 1



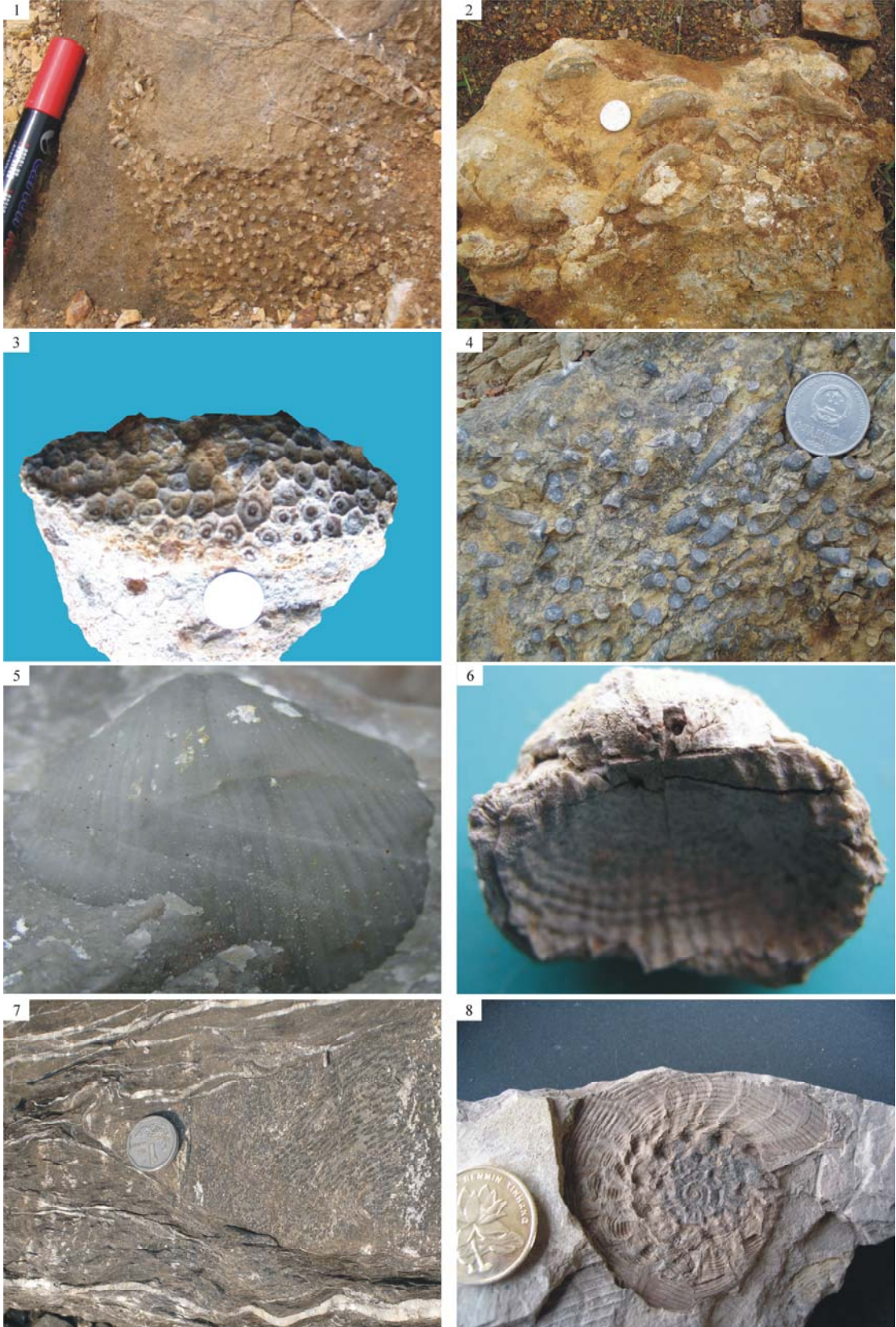
图版 2



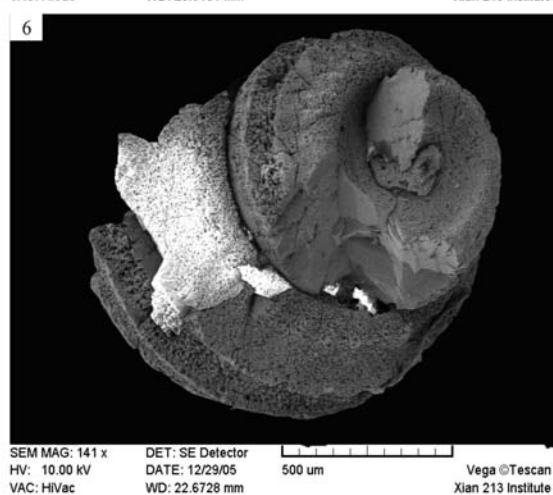
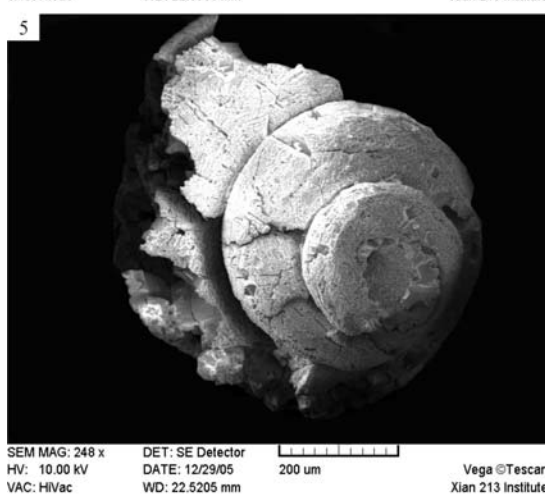
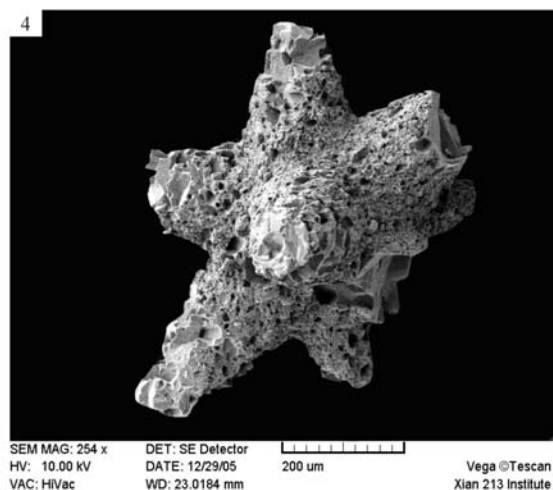
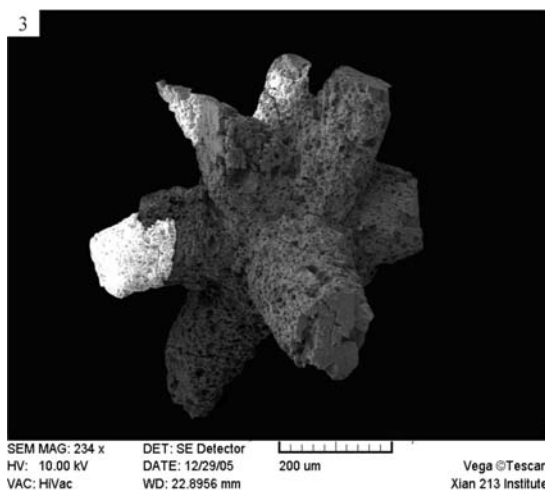
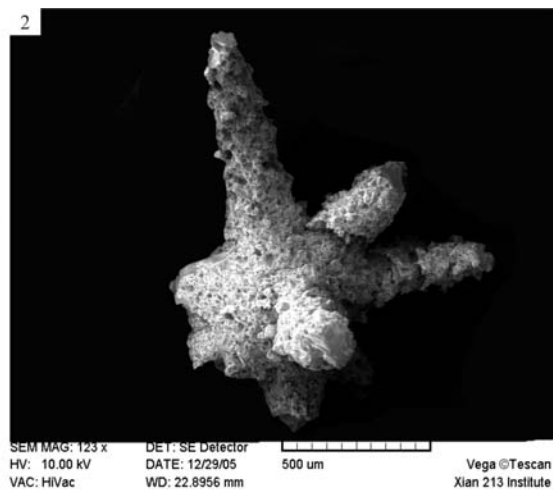
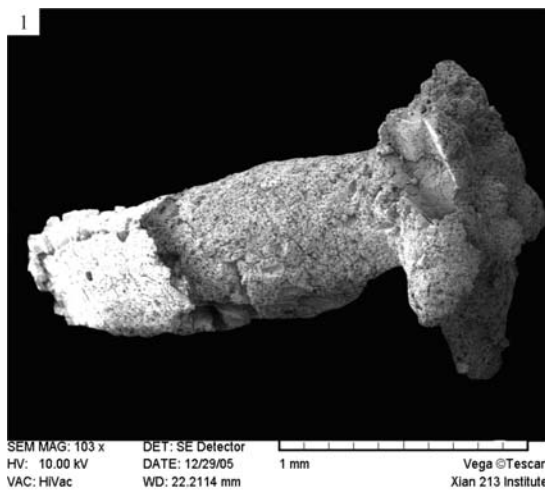
图版 3



图版 4



图版 5



图版 6

