

中国地质调查局
地质调查专报 G1

青藏高原区域地质调查 野外工作手册

中国地质调查局编

中国地质大学出版社

中国地质调查局
地质调查专报 G1

青藏高原区域地质调查 野外工作手册

中国地质调查局编

张克信 庄育勋 李超岭 于庆文
王国灿 喻学惠 齐泽荣 李长安
其和日格 罗建宁 莫宣学 朱云海
赵凤清 陆松年 杨振升

编著

中国地质大学出版社

内 容 简 介

为了推动我国新一轮国家填图计划(1999—2010年)中的青藏高原区域地质调查科技进步, 强调地质填图须以详实的野外地质观察描述和遥感、计算机野外数据采集等高新技术应用为基础, 本手册简要叙述野外地层、岩石(沉积岩、岩浆岩、变质岩、混杂岩)、古生物、矿物、构造以及其他各种地质体的野外观察描述要点和野外调查中遥感地质、数字地质填图野外数据采集系统及操作说明; 对野外各类样品采集与登记、地质图图例岩性和构造花纹与符号、中国和国际年代地层表等作为附件列于书后, 方便野外地质工作者使用。

本手册不仅对青藏高原区域地质调查工作者有很大的实用价值, 而且可供其他地区地质填图和科研、教学工作参考。

图书在版编目(CIP)数据

青藏高原区域地质调查——野外工作手册/中国地质调查局编. —武汉: 中国地质大学出版社, 2001.9

ISBN 7-5625-1650-2

I. 青…

II. 中…

III. 地质工作-手册-青藏高原-区域-中国

IV. P623

青藏高原区域地质调查——野外工作手册 中国地质调查局编

责任编辑: 张晓红

责任校对: 胡义珍

出版发行: 中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 31 号)

邮编: 430074

电话: (027)87482760

传真: 87481537

E-mail: cbo @ cug. edu. cn

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/32

字数: 195 千字 印张: 9.125 插页: 3

版次: 2001 年 9 月第 1 版

印次: 2001 年 9 月第 1 次印刷

印刷: 中国地质大学出版社印刷厂

印数: 1—2 200 册

ISBN 7-5625-1650-2 / P · 560

定价: 12.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

序

青藏高原素以“世界屋脊”著称，具有非常丰富的地质现象和复杂的地质演化历史，是地球科学研究的宝库。特别是自晚新生代以来高原的强烈隆升，对青藏高原及周边地区自然地理环境及各种矿产的聚集有着极大的影响。通过系统的区域地质调查与研究，查明青藏高原地质构造特征及隆升过程与机制，对于青藏高原国土资源开发、环境预测以及发展地质科学理论都有十分重要的意义，也是历史赋予我们的重任！

青藏高原地貌惊心动魄，高寒缺氧，风雪无常。在青藏高原开展地质工作，交通、气候、生活等方面较其它地区困难得多。本手册为青藏高原从事区域地质调查的技术人员扼要介绍野外地质观察、收集、记录的要点，目的是对于青藏高原这样人迹难到的地区，在野外尽可能全面正确地对各种地质现象和地质体进行客观细致的观察和记录，取全、取准第一手野外资料，保证地质填图质量。

我们正在走着前人未走过的路，进行着前所未有的工作。青藏高原连绵的雪山将铭刻我们的奉献和功绩！

叶天竺

2001年5月25日于北京

目 录

前言	(VII)
第一章 沉积岩野外调查要点	(1)
一、沉积岩岩石类型及野外描述要点	(1)
二、沉积岩结构描述术语	(4)
三、沉积构造描述术语	(4)
四、化石野外工作	(6)
五、基本层序和副层序野外调查	(13)
六、层序地层格架野外调查	(17)
七、事件地层野外调查	(22)
八、沉积地层剖面野外测制要点	(23)
第二章 造山带混杂岩野外调查要点	(33)
一、混杂岩定义、类型	(33)
二、构造混杂岩基本构件——构件岩片 (块)	(36)
三、混杂岩地层常见岩片 (块) 类型及主要特征	(38)
四、混杂岩地层野外调查要点及技术路线	(39)
第三章 岩浆岩野外调查要点	(42)

一、岩浆岩的基本特征及分类	(42)
二、岩浆岩的结构构造	(43)
三、岩浆岩的产出和相	(46)
四、侵入岩的野外调查	(48)
五、火山岩的野外调查	(66)
第四章 变质岩野外调查要点	(84)
一、常见区域变质岩分类	(84)
二、区域变质岩描述要点	(85)
三、动力变质岩分类与描述要点	(88)
四、变质作用主要类型基本特征	(88)
五、区域低温动力、埋深变质作用区调查 要点	(91)
六、区域动力热流(递增)变质作用区调 查要点	(94)
七、区域中高温变质作用区调查要点	(97)
第五章 第四纪地质野外调查要点	(104)
一、第四纪地质点观察、记录要点	(104)
二、第四纪沉积物岩性观察、记录要点	(106)
三、第四纪沉积物成因观察、记录要点	(109)
四、第四纪地层野外调查要点	(112)
五、第四纪古气候野外调查要点	(114)
六、新构造运动野外调查要点	(114)
七、第四纪古人类遗迹野外调查要点	(118)

八、第四纪资源调查要点·····	(118)
九、第四纪地质事件野外调查要点·····	(119)
十、第四纪地貌野外调查要点·····	(120)
第六章 构造地质野外调查要点·····	(121)
一、褶皱构造调查·····	(121)
二、断裂构造调查·····	(126)
三、剪切带调查·····	(131)
四、劈理及线理调查·····	(133)
五、构造年代分析方法·····	(137)
六、构造变形调查中需注意的问题·····	(141)
第七章 遥感地质野外调查要点·····	(144)
一、总体要求·····	(144)
二、地质踏勘中遥感地质调查的要求·····	(144)
三、剖面测量中遥感地质调查的要求·····	(145)
四、地质填图中遥感地质调查的要求·····	(146)
五、遥感地质观察记录描述要点·····	(147)
六、遥感地质野外观察及调查资料整理·····	(150)
第八章 数字填图野外数据采集·····	(152)
一、野外数字填图技术基础简介·····	(152)
二、数字填图野外调查基本数据准备·····	(156)
三、地质路线野外数据采集系统操作说明 ·····	(159)
四、野外剖面数据采集系统操作说明·····	(175)

五、数字填图桌面系统.....	(188)
第九章 野外记录与整理工作要点.....	(189)
一、地质调查野外原始记录格式及内容...	(189)
二、野外调查阶段原始资料整理要点.....	(192)
附件 1 各类样品的采集与测试及登记表	(195)
附件 2 同位素测年采样和方法选择规则	(225)
附件 3 图例、花纹、符号.....	(227)
附件 4 年代地层表	(275)
附件 5 第四纪地质测年方法及取样要求	(276)
主要参考文献	(280)

前 言

区域地质调查和高精度地质图的编绘,是进一步开展各种地质科学研究和进行资源调查,环境评价及工程建设的基础。因此,全面系统地取全、取准野外第一手资料,是区域地质调查工作的基础和首要任务。1999年至2001年,中国地质调查局在青藏高原中比例尺区域地质调查空白区部署了45幅1:25万区域地质调查项目,分别由全国有关的25个单位承担并实施。随着我国西部大开发和新一轮国土资源大调查工作的进一步开展,在今后几年内,中国地质调查局还将在青藏高原及其周边地区陆续布置和开展1:25万区域地质调查填图工作。

本手册是在中国地质调查局《1:25万区域地质调查技术要求(暂行)》及其他相关技术要求、规范的框架下,针对青藏高原不同岩石类型地区、不同地质现象,提出的野外观察、描述记录和野外资料整理的要点。其主要目的是为从事青藏高原区域地质调查工作的地质工作者们提供一个简明扼要,实用的手册,以便在野外对各种岩石,各种地质现象及各种地质体进行观察,描述及调查时,提供一个借鉴和参考资料。

本手册由中国地质调查局区调处组织有关专家在中国地质大学(武汉)区域地质调查研究所于1996年至

1999 年开展东昆仑地区冬给措纳湖幅 1: 25 万区域地质调查时编制的野外工作手册的基础上修编而成。手册全文共约 16 万字, 分九章, 附件 5 个。前言由庄育勋编写, 第一章的一至七、第二章和第九章由张克信编写, 第一章之八由罗建宁编写, 第三章由喻学惠、莫宣学、朱云海编写, 第四章由庄育勋、杨振升编写, 第五章由李长安、于庆文编写, 第六章由王国灿编写, 第七章由齐泽荣编写, 第八章由李超龄编写, 附件 1 由于庆文编写, 附件 2 由赵凤清、陆松年编写, 附件 3 由李长安编写, 附件 4 由其和日格和张克信编写, 附件 5 引自《中国地层指南及中国地层指南说明书》(全国地层委员会, 2000) 和国际地质科学联合会 2000 年发布的《国际地层表》(J. Remane 等编著, 金玉玕等译, 2000)。全文由张克信、庄育勋统编。

本手册编制中, 李廷栋院士、肖序常院士、殷鸿福院士, 叶天竺教授级高工、张洪涛研究员、陈克强研究员、高振家研究员, 姚冬生教授级高工、王砚耕教授级高工、王立亭教授级高工、王义昭教授级高工、秦德厚教授级高工、夏代祥教授级高工、任家琪教授级高工、张二朋教授级高工、梁云海教授级高工、高洪学教授级高工、翟刚毅教授级高工、王全海教授级高工等提出了许多宝贵意见, 在此深表感谢。

本书既有各种岩石，各种地质体和各种地质现象观察描述的方法和原则，同时也有野外地质调查要点方面的参考。然而，由于青藏高原地质现象的多样性和复杂性，更由于编者知识所限，本书内容很可能不能满足广大高原工作者的需求，书中缺点，错误在所难免，我们衷心希望各位专家学者给予批评指正。我们将努力吸取你们在高原工作的成果，改进，丰富和完善这本小册子。

中国地质调查局

区域地质调查处

2001 .6

第一章 沉积岩野外调查要点

一、沉积岩岩石类型及野外描述要点

(1) 主要岩石类型，见表 1-1。

表 1-1 主要沉积岩类型表

陆源碎屑岩	生物化学-生物有机岩	化学沉积岩	火山碎屑岩
泥岩(页岩) 粉砂岩 砂岩 砾岩和角砾岩	石灰岩、白云岩 硅质岩 磷块岩 煤	铁质岩 蒸发岩 锰质岩 铝土质岩	凝灰岩 集块岩 角砾岩

(2) 泥质岩野外观察及描述要点，见表 1-2。

表 1-2 泥质岩描述要点

观察项目	观察及描述要点
A. 颜色(原生色及风化色)	灰、红、绿、杂色斑点等
B. 岩层厚度	极薄层状、薄层状、中层状等
C. 裂开情况	易成页片(页岩); 不易成页片(泥岩); 块状、土状; 易成板状、易裂开(板岩)
D. 沉积构造	层状或纹层状、水平层理、生物扰动或块状
E. 非粘土矿物	含石英、云母、钙质、石膏、黄铁矿、菱铁矿等及其含量
F. 有机质	富有机质、沥青质、碳质、不含有机质等
G. 化石	含化石: 如笔石、介形类、植物及其埋藏、保存状况等

(3) 砂岩野外观察及描述要点，见表 1-3。

表 1-3 砂岩描述要点

观察项目	观察及描述要点
A. 颜色（原生色）	白、灰白、灰、绿、黄褐、红、杂色等
B. 岩层厚度	薄层状、中层状、厚层状、巨厚层状等
C. 颗粒	成分（岩屑、石英、长石等）与含量、粒度、圆度、分选性、成熟度
D. 杂基	成分（粘土、细粉砂等）、杂基含量
E. 胶结物	结构（非晶质、隐晶质、晶质）；类型（基底式、孔隙式、接触式、镶嵌式）
F. 特殊矿物质	如含海绿石、菱铁矿等
G. 沉积构造	层顶面构造（波痕、干裂、剥离线理、雨痕、虫迹及足迹等） 层底面构造（槽模、沟模、压刻模等） 层内构造（各种层理、结核、潜穴、钻孔等）
H. 化石	腕足类、双壳类、植物及其埋藏、保存状况等

(4) 砾岩野外观察及描述要点，见表 1-4。

表 1-4 砾岩描述要点

观察项目	观察及描述要点
A. 颜色（原生色及风化色）	白、灰白、绿、黄褐、红、杂色等
B. 岩层厚度	薄层状、中层状、厚层状、巨厚层状等
C. 砾石成分	岩屑、石英、燧石、石灰石及其含量等
D. 杂基或胶结物	杂基成分、含量；胶结物成分、结构及类型
E. 砾岩结构	粒度、圆度、分选度、成熟度
F. 沉积构造	平行层理、交错层理、叠瓦构造等

(5) 碳酸盐岩野外观察及描述要点, 见表 1-5。

表 1-5 碳酸盐岩描述要点

观察项目	观察及描述要点
颜色	灰白、浅灰、灰、深灰、灰黑、黄绿、红色等
成分分类	石灰岩(方解石 100%~95%, 白云石 0~5%) 含白云质灰岩(方解石 95%~75%, 白云石 5%~25%) 白云质灰岩(方解石 75%~50%, 白云石 25%~50%) 含泥质灰岩(灰质 95%~75%, 粘土质 5%~25%) 泥灰岩(灰质 75%~50%, 粘土质 50%~25%) 砂(粉砂)质灰岩(灰质 75%~50%, 陆屑 25%~50%) 含砂(粉砂)质灰岩(灰质 95%~75%, 陆屑 5%~25%)
结构分类	① 按颗粒、亮晶胶结物或泥晶基质类型及含量可划分石灰岩类型: 如鲕状亮晶灰岩、团粒泥晶灰岩、内碎屑亮晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩等 26 种 ② 按颗粒及灰泥含量变化、支撑类型, 可划分石灰岩类型: 颗粒灰岩、泥粒状灰岩、粒泥状灰岩、泥状灰岩 ③ 礁灰岩可划分如下类型: 礁屑粒泥灰岩、礁屑泥粒灰岩、礁碎块灰岩、粘结灰岩、骨架灰岩
岩层厚度	薄层状、中层状、厚层状、巨厚层状等
沉积构造	① 前沉积构造: 沟道、冲刷痕、小槽、爬迹、大槽等 ② 同沉积构造: 扁平层、交错层、纹层、波痕、藻席纹层等 ③ 沉积后构造: 滑塌构造、干缩、鸟眼、层状晶洞、钙结层、帐篷构造、晶体印模、示底、缝合线等
特殊矿物	如海绿石、黄铁矿、菱铁矿等
生物化石	、有孔虫、海绵动物、珊瑚动物、腕足类、双壳类、头足类、三叶虫、棘皮类、苔藓动物、钙藻类等及埋藏、保存状况

(6) 岩层厚度术语。

<0.01m, 极薄层状;	0.01~0.1m, 薄层状;
0.1~0.5m, 中层状;	0.5~2m, 厚层状;
>2m, 巨厚层状。	

二、沉积岩结构描述术语

1. 粒度 (单位: mm)

→0.03	→0.06	→0.25	→0.5	→2	→4
泥	粉砂	细砂	中砂	粗砂	细砾
→16	→64	→126	→256	→	
中砾	粗砾	细卵	粗卵	漂砾	

2. 圆度

高棱角状→棱角状→次棱角状→次滚圆状→滚圆状→高滚圆状

3. 分选性

分选差→分选中等→分选好→分选很好

4. 成熟度

成熟度低→中等→高

5. 胶结类型

基底式、孔隙式、接触式、镶嵌式

三、沉积构造描述术语

沉积构造描述术语见表 1-6。

需要说明的是, 有些特殊沉积构造很难解释或判别其成因, 也无现成的描述术语, 要注意观察描述。

表 1-6 沉积构造分类术语表

机械成因构造	流动成因	层理构造	① 水平层理；② 韵律层理或互层层理；③ 平行层理；④ 交错层理（包括流水、波浪、潮汐、风力成因类型）；⑤ 块状层理；⑥ 粒序层理
		上层面构造	① 波痕；② 剥离线理构造；③ 流痕构造
		下层面构造	① 槽模；② 沟模；③ 跳模；④ 刷模、锥模、锯齿痕
		流动成因的其他构造	① 冲刷面构造；② 侵蚀槽构造；③ 叠瓦构造
	同生形变	与重力作用有关的构造	① 重荷模；② 砂球和砂枕构造；③ 包卷层理；④ 滑塌构造
		液化作用形成的各种泄水构造	① 包卷层理；② 盘状和泄水沟构造；③ 碎屑岩脉构造；④ 其他泄水构造
		沉积介质的拖曳和牵引作用形成的构造	① 变形翻卷层理；② 包卷层理
	暴露	干缩作用形成的构造	① 干裂；② 帐篷状构造
		撞击作用形成的构造	① 雨痕；② 冰雹痕；③ 泡沫痕
	化学成因构造		① 结核；② 晶体石膏、盐等印痕；③ 冰晶痕；④ 瘤状构造；⑤ 叠锥构造；⑥ 缝合线构造；⑦ 色带构造；⑧ 鸡笼网状构造
生物成因构造		① 叠层石构造；② 生物骨架构造；③ 生物扰动构造（弱、中、强）	
复合成因构造		① 层状晶洞构造；② 席状裂隙构造和斑马构造；③ 鸟眼构造；④ 窗孔构造；⑤ 示底构造；⑥ 硬底构造	
表生风化成因构造		① 蜂窝状构造；② 针孔状构造；③ 疏松状构造等	

四、化石野外工作

(一) 大化石野外观察与采集要求

须注意以下几点：

(1) 选择好进行观察和测量的主剖面 and 辅助剖面。

(2) 逐层细致地观察和记录剖面的岩石性质、岩相特征及横向变化、厚度变化、化石群面貌和岩层间的接触关系。除有文字描述外，必要时辅以素描图或照相。

(3) 重要的地层界线附近（如界与界、系与系、统与统之间的界线）分层要精细，一般按厘米计。化石和各种样品按层采。界线处应附素描图和照相。

(4) 一般要求对露头岩性岩相全面充分研究之后，特别要对露头上各类化石进行了详细的古生态观察、描述、素描和照相之后，方能对化石进行系统的采集。但也可边观察边采集（表 1-7）。

(5) 必须逐层系统全面采集剖面上的化石。采集时应从数量上保证足以达到鉴定种的目的，对一些新类型和具特殊意义的化石（如能反映系统演化等）应尽量多采。采集时要特别注意采全生物群，不能只选完美或易采者，更不能偏重某类生物化石采集，所有类别的化石都要全面系统采集。化石采集中须及时编录，不同层位、不同地点的标本都不能相混。

表 1-7 化石野外观察项目

观察项目	观察及描述要点
A. 埋藏特征	区分原地生长和异地埋藏，化石有无优选方位
B. 化石组分及多样性	采用拉线法或样方法统计各类化石占总化石数量百分比，各类化石属、种数量、化石密度等
C. 化石的各种生态类型	统计底栖爬行、底栖固着、潜穴、钻孔、浮游各占多少比例。广盐性、狭盐性、暖水型、冷水型各占比例多少
D. 生物间相互关系	如共栖、互惠、侵占等
E. 化石保存类型	实体、模铸、遗迹
F. 化石成岩作用或造岩作用	如白云岩化、硅化、黄铁矿化等；介壳滩、生物丘、生物礁等

(6) 在砾岩、角砾岩中采集化石时，必须对砾石和胶结物中的化石分别采集。因为两者所含的化石年代很可能不相同。

(7) 在混杂岩地层剖面或调查路线上要按基质和岩块（片）对内部物质组成分别进行详细描述，分别采集古生物化石，因为混杂岩基质与岩块（片）、岩块（片）与岩块（片）之间所含的化石年代很可能不相同。

(8) 如岩层内保存有大量个体大小不同的化石时，应当收集自幼年期至成年期一系列反映个体发育的标本。

(9) 在野外对所采集的化石整理包装之前，有条件的应进行初步鉴定，以指导野外生物地层工作的深

入进行。

(10) 所采化石和其他标本应由采集者亲自用木箱包装好。装箱时最好把硬标本和易碎标本分箱包装，每层标本之间用稻草、软纸或棉花等隔开，箱内不留空隙，避免在运送中损坏标本。

(二) 古生态野外观察要点

古生态(学)是研究地史时期生物与环境之间、生物与生物之间相互关系的科学。为此古生态的野外观察和记录要着眼于有机界(化石)和无机界(围岩)有关的全部现象和标本。为此，除按表 1-7 所列各项进行认真观察外，野外工作中还应带着以下问题进行观察和描述：

(1) 化石的围岩发育哪些沉积构造？所反映的沉积环境是什么？

(2) 化石在围岩中均匀分布还是集中在岩层的某些部位？生物群面貌和岩相是否协调？有无违反常态的现象？

(3) 有无保存于特殊围岩的化石(如各种结核中是否含化石)？

(4) 围岩的成分、粒度与化石的类别和保存类型有无关系？同一岩层不同露头上的化石有无异同？

(5) 围岩中化石是定向排列？杂乱排列？还是按某种规律排列？个体大小是否一致？化石完整程度如何？

(6) 围岩中化石类型多寡(分异度)与各类化石丰度如何?不同类型化石间相互关系如何?

(7) 如含遗迹化石,遗迹化石保存方式如何(平行层面、斜交层面、垂直层面)?形态如何?

(8) 化石属种的各种生活方式(如底栖固着、底栖爬行、潜穴、钻孔、漂浮、游泳等)各占多少比例?

(三) 微体化石野外观察与采集要求

微体化石的采样方法和大化石很不相同。野外露头上难以识别出各种微体化石,必须将含微体化石的围岩或沉积物一起采集,运回室内进行种种处理,才能获得研究所需的单个化石。

采样有两种方法:一是随意采样法,即采集时在各个沉积岩填图单元中随意选择层位采集;二是规则采样法,即是按一定规则,有计划的采集。随意采样法取得的样品,尽管能够用于确定各地层的地质时代和推断其沉积环境,但不适于系统研究工作。所以规则采样法值得大力推崇,并且规则采样法有利于将各个剖面的研究结果相互对比。

规则采样法,视其不同目的,又可分为两种方法:一种是为了研究化石的时间(年代)变化,顺着地层从老至新的方向等间距的采样,称为层位采样法;另一种是为了研究同一时期化石在地理上乃至环境上的变化,沿着地层展布方向采集同时期的沉积物,谓之层面采样法。

1. 层位采样法

在地质构造简单的地区，尽量沿一条路线采集，以便查明样品相互间的层位关系（新老关系）。在两条以上的路线上采样时，要追索标志层，查明各条路线的层位关系及样品相互间的层位关系。因层位法的研究目的在于查明化石的时间顺序，所以通常采用等间距采样法。通常采样间距为 5~10m，但若精度要求低，可放宽间距到几十米。一般原则是，对沉积速度缓慢的地层（薄层状岩层），采样间距要小（1~2m）；对沉积速度极慢的地层（凝缩层），常常需要无间隔地连续采样。由于各门类微体化石的差异甚大，研究时要求不一，其采样间距和样品大小亦不一致（表 1-8）。

表 1-8 几类重要的微体化石采样间距和样品大小

化石门类		采样间距（m）	样品大小	
			切片用（cm）	分离个体用（g）
		1~5	6×6×10	
非 有孔虫		1~10	6×6×10	100~500
介形石		1~10		100~500
牙形石		1~5		3 000
孢粉	古生代、中生代 孢粉	1~25		100~2 000
	新生代孢粉	0.1~2		100~2 000

2. 层面采样法

所采集的样品都必须是同时期的沉积物（同一层

位)，因此，常常要沿着等时的标志层追索采集。在标志层不发育的地层中，可根据地磁场倒转现象建立的古地磁层序来确定各样品的同期性，也可根据某些标准化石来帮助确定同期性。

微体化石采样，要严防污染样品。采样时一定要去掉露头表层风化部分，采集新鲜的沉积岩。同时要注意采样工具的清洁，特别在松软岩层中采样时，每采完一个样，必须将工具擦净，然后再进行下一个点的采集，以防化石混杂。

采集微体化石，要讲究化石获得率（获得化石的机率）。因此，在以特定的微体化石为研究对象时，则必须对哪种地层（岩相）含有这种特定化石，含这种特定化石的地层出露在哪些地方等问题，在采样前必须弄清。采集前弄清各种微体化石在各种沉积岩中的产出频率（表 1-9）及其地史分布（表 1-10）十分重要。

表 1-9 几种常见微体化石在各种沉积岩中的产出频率

沉积岩类型		有孔虫 (含)	介形虫	钙质超 微化石	牙形 石	放射 虫	硅藻、硅 质鞭毛藻	孢 粉
非钙、 非硅、 非碳质	砾(岩)	×	○	×	×	×	×	○
	粗砂(岩)	○	○	○	无		○	○
	细砂(岩)	◎	◎	○	○	○	○	○
	泥(岩)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	粘土(岩)	○	○	◎	◎	○	◎	◎

续表 1-9

沉积岩类型		有孔虫 (含)	介形虫	钙质超 微化石	牙形石	放射虫	硅藻、硅 质鞭毛藻	孢粉
钙质	钙质砂岩	★	○	○	○	○	○	○
	石灰岩	★	◎	◎	★	○	×	○
	钙质泥岩	◎	◎	★	★	○	○	○
硅质	硅质泥岩	○	○	○	◎	★	★	○
	硅藻土	○	×	○	×	★	★	○
	硅质岩	×	×	×	◎	★	○	○
碳质	碳质泥岩	×	×	×	×	×	×	★
	泥炭	×	×	×	×	×	×	★
	煤	×	×	×	×	×	×	★

★多； ◎较多； ○少； ×无 （据高柳洋吉，1984，稍修改）

表 1-10 显生宙以来几类重要微体化石地史分布

地质 年代			有孔虫		丁 丁虫	放射虫	介形虫	牙形石	几 丁虫	轮藻	孢粉
	代	纪									
Cz	Q										
	N										
	E										
Mz	K										
	J										
	T										
Pz ₂	P										
	C										
	D										
Pz ₁	S										
	O										
	Є										

五、基本层序和副层序野外调查

(一) 基本层序

1. 基本层序野外调查项目

见表 1-11。

表 1-11 基本层序野外描述要点

调查项目	野外观察及描述要点
A. 基本层序类型	1. 旋回性基本层序：① 正向变化的，如曲流河沉积基本层序；② 反向变化的，如进积型砾石质海岸沉积基本层序；③ 双向变化的，如潮汐作用序列基本层序 2. 非旋回性基本层序：① 岩性均一的沉积；② 具某种随机出现的夹层沉积
B. 基本层序内的岩性相	岩性相是组成基本层序最小的岩石单位。在野外工作中，通常根据岩性和沉积及生物结构构造类型进行命名。如一个曲流河沉积的基本层序一般由四种岩性相组合而成的，自下而上依次是：块状含砾砂岩（Sms）→槽状交错层理砂岩（St）→爬升层理粉砂岩（Fe）→水平层理泥岩（F1）
C 基本层序的顶底界面	多以冲刷面、暴露面为界，在无海泛面或海泛面难以识别的层序中，常以特殊沉积层，如重力流沉积、生物富集层、火山灰层或特殊岩性夹层的重复出现分出基本层序。在滨浅海层序中，以海泛面为界
D. 叠覆特征	基本层理内各岩性相有无优选的叠覆方向，基本层序之间的叠覆特点，可否构成进积、退积和加积型序列
E. 基本层序古生物内容	利用化石确定基本层序时代，解释古沉积环境，可利用生境型的叠覆特点，阐明基本层序的叠覆关系
F. 基本层序的纵横向变化	利用详测剖面、草测剖面及填图路线查明基本层序的空间变化，可否构成进积、退积和加积型序列，包括其组成、结构、类型、厚度及特殊夹层与某些重要界面的变化情况
G. 与理想的相模式比较	对比异同点，帮助认识形成基本层序的沉积作用和环境特点，并起预测作用

2. 基本层序野外记录格式

见图 1-1。

图 1-1 基本层序野外记录格式

（二）副层序野外调查及副层序组

1. 副层序(Parasequence)

是一个以海泛面或与之相应的面为边界，成因上有联系的层或层组的相对整合序列。**海泛面**是分隔新老地层的一个界面，穿过它海水深度有突然增大的证据。海泛面在盆地的局部范围内是一个平坦面，在较大范围内也只有小的起伏。海泛面以小的海底侵蚀作用和无沉积作用为特征，指示有过小的间断，并将上

面的较深水岩石（如陆棚泥）和下面的较浅水岩石（如临滨砂岩）截然分开。

在大部分硅质碎屑岩副层序中，副层序有如下边界特征：

- （1）界面下的砂岩与界面上的泥岩呈突变接触；
- （2）下状岩层纹层可能有轻微截切；
- （3）层厚突然变化，如穿过界面由厚层突变为薄层状；
- （4）生物扰动强弱变化交替面；
- （5）界面上海绿石、磷酸盐、介壳屑等较富集；
- （6）穿过界面沉积物粒度发生变化；
- （7）界面下的地层可能被截切；
- （8）界面处存在海进滞留沉积，如粘土撕裂碎屑、钙质结核、硅质碎屑的砾石、介壳、介屑等粒度较粗的物质组成的沉积层；
- （9）穿过界面深水生物群替代浅水生物群。

大部分硅质碎屑岩的副层序是一个向上变浅的进积序列，大部分碳酸盐岩副层序为向上变浅的进积或加积序列，副层序与基本层序在多数情况下不能等同。副层序在海岸平原、三角洲、浅滩、潮汐、河口湾和陆棚等环境的沉积地层中容易识别，但在缺乏海相沉积的河流剖面及水深较大的斜坡和盆地沉积中，却很难区分。

以下举两例说明副层序的内部构成特征。

- （1）浅滩环境向上变粗的副层序内部构成特征：①

砂岩层组及层向上变厚；② 砂岩/泥岩比向上增大；③ 粒度向上变粗；④ 交错层理纹层倾角向上变陡；⑤ 生物扰动向上减少；⑥ 岩相向上变浅相序（如：陆棚→下临滨→上临滨→前滨）。

(2) 碳酸盐岩台地向上变浅副层序内部构成特征：
① 单层向上变厚；② 颗粒含量及粒度向上增加（如：泥晶灰岩→粒泥灰岩→泥粒灰岩→颗粒灰岩）；③ 硅质或有机质含量向上减少；④ 下部生物群以浮游型为主向上变为底栖型为主；⑤ 生物扰动向上减少；⑥ 岩相向上变浅相序。

2. 副层序组 (Parasequence set)

是由成因上相关的副层序构成的一种具特征堆砌样式的地层序列，其边界是海泛面及与之相关的面。这些界面可以与层序界面一致，也可以下超面或体系域的边界面。副层序组 按其堆砌样式，有三种类型(表 1-12)：

表 1-12 副层序组的基本类型

类型	沉积速率 / 容纳空间变化速率	岸线与沉积中心	“海平面”变化	垂向和侧向相变	体系域
加积型	1	不迁移	保持稳定	无显著的相位	EHST LST
退积型	<1	向陆迁移	“海进”	自下而上向陆发生相迁移	TST
进积型	>1	向盆迁移	“海退”	自下而上向盆发生相迁移	LST LHST

六、层序地层格架野外调查

(一) 基本术语及重要概念简介

区域性岩石地层序列的时、空有序排列形式称为地层格架,可分为空间格架(岩石地层格架或深度剖面)和时间格架(年代地层格架或时间剖面)。层序地层格架的地层单位划分从大到小为(A·G·Print 等, 1992):

巨层序(Megasequence) 200~400Ma

超层序(Supersequence) 10~100Ma

三级层序(Sequence) 1~10Ma

沉积体系域(副层序组)

副层序(或基本层序)(Parasequence) 200~20Ka

层组或层(岩性相)(高频旋回层)

(二) 层序地层格架建立的一般程序

(1) 查明测区岩相古地理面貌,从滨岸→陆棚→斜坡深水盆地选择代表性剖面。

(2) 各相区代表性剖面实测,实测内容:① 副层序或基本层序研究,野外调查内容见前文。② 层序或顶底界面(一般为区域不整合面,沉积间断面或水下剥蚀面)识别与研究。③ 化石带、群落带的建立:时间对比与环境解释。④ 充填序列(加积、退积、进积)识别与研究。⑤ 凝缩段识别与研究。

(3) 海平面升降曲线的建立:靠沉积相和生态地层研究实现。

(4) 主干剖面(详测剖面)上所建立的基本层序、

体系域及层序在空间上的展布情况和叠覆特征，主要通过路线填图、遥感图像解译实现。

(5) 编制图件：空间格架图和时间格架图。

各体系域和凝缩段的主要特征及形成时期与定义列于表 1-13。

(三) 层序及层序内重要界面野外观察要点

1. I 型层序界面 (SB_1) (升降侵蚀和陆上暴露不整合)

指侵蚀范围延伸到陆架边缘以下时形成的不整合面。具如下特征：

- (1) 陆架具地表暴露与河流回春；
- (2) 朝盆地方向显著相位移，陆相或极浅海相岩石直接上覆在深水海相岩层之上；
- (3) 朝盆地方向生境型显著位移，垂向序列中生境型不连续；
- (4) 具深切谷和深切谷充填；
- (5) 在碳酸盐岩层序中，I 型层序界面被认为是当海平面下降至台缘或滩缘之下形成的，会出现如下重要作用：

① 斜坡前缘侵蚀，在斜坡下方形成碳酸盐的巨型角砾沉积及碳酸盐砂和牵引流和密度流沉积；

表 1-13 各体系域和饥饿的主要鉴定特征及形成时期与定义

名 称			顶界	底 界	地层结构	形成时期	定 义
低水位体系域	深切谷充填物 (ivf)		海侵面 (TS)	I 型不整合	加积	全球海面慢速下降至上升最初期或相对海面缓慢上升期	全球海面快速下降的低水位期海面低于沉积滨线坡折情况下的沉积体系组合域
	低水位楔 (LSW)	晚期 (低水位三角洲)	海侵面	上超于 I 型不整合; 下超于扇顶面	进积		
		早期 (斜坡扇)	扇顶面 (tfs)	I 型不整合及低水位扇顶	进积—加积		
	低水位扇 (LSF)		扇顶面	下超于 I 型不整合的相当面	进积—加积	全球海面高速下降期或相对海面最低期	
陆棚边缘楔 (SMW) 或陆棚边缘体系域 (SMST)			海侵面	发生海岸上超向盆地迁移的 II 型不整合及其相当面	进积—加积	全球海面下降后期至上升最初期或相对海面高速下降至逐渐上升初期	全球海面慢速下降的低水位期海面不低于沉积滨线坡折情况下的沉积系组合域

续表 1-13

名 称		顶界	底 界	地层结构	形成时期	定 义
高水位体系域 (HST)		I 或 II 型 不整合	向陆上超于层序底 界不整合；向海下 超于最大海泛面	逐渐增强的进 积（加积—进 积）	全球海面上升后 期至下降初期或 相对海面下降期	全球涨面高水位 期的沉积体系组 合域
饥饿段 (SS) 凝缩段 (CS)	上部 (HST 底部)	与 HST 过渡	下超于最大海泛面	进积	全球海面上升最 快期或相对海面 最高期	区域性最大海侵 期沉积于中—外 陆棚至盆地内的 贫陆源碎屑的海 相薄层低速沉积 段
	下部 (TST 顶部)	最大海泛 面	与 TST 过渡	加积		
海侵体系域 (TST)		最大海泛 面 (mfs)	向陆上超于层序底 界 I 或 II 型，不整 合；向海下超于海 侵面	中—上部退积 —加积，下部 进积，最底部 快速退积	全球海面快速上 升期或相对海面 上升期	全球海面快速上 升期的沉积体系 组合域

（据 J.C.Van Wagonar 等，1988；H.W.Posamentier and P.R.Vail, 1988；魏家庸等，1991）

- ② 淡水透镜体向海移位;
- ③ 发生混合和超盐度白云岩化 (LHST 晚期);
- ④ 喀斯特化 (古岩溶面) — 强烈溶蚀作用。

2. II型层序界面 (SB₂) (海侵上超不整合和水下间断不整合)

指侵蚀范围局限于陆架之上 (主要限于内陆架), 没有延续到陆架边缘以下时形成的不整合面。具如下特征。

- (1) 陆架, 尤其是内陆架出现地表暴露及沉积滨线坡折向陆一侧的海岸上超向下迁移;
- (2) 无河流回春作用的地表侵蚀作用;
- (3) 无明显向盆地方向的相位移和生境型迁移;
- (4) 在碳酸盐岩层序中, 认为形成 II 型层序界面时, 海平面降落至滩缘附近, 台地的内带暴露地表。

3. 海侵面 (TS)

是层序中通过陆架的第一个显著的海泛面, 为 LST (或 SMST) 与 TST 间的分界面, 一般具如下特征:

- (1) TS 上下沉积体叠加方式不同, 海侵面之下以进积和加积型为主, 之上为退积型;
- (2) TS 是一条重要的地层结构和相结构转换面, 通过该面, 水深明显持续加深;
- (3) TS 是一条生物快速迁移和辐射的复合生物事件界面, 年代地层界线常常与海侵面重合。

4. 最大海泛面 (mfs)

为最大海侵时形成的海泛面，为 TST 和 HST 的分界面，一般具如下特征：

(1) mfs 上下沉积体叠加方式以退积型变为加积型序列。

(2) 沿该面向海盆一侧出现由远洋沉积物非常缓慢沉积的海相薄层，被称为“饥饿段”(SS)或“凝缩层”(CS)。

七、事件地层野外调查

事件地层是利用突发的、较大区域或全球同期广布的地质事件及其地质纪录划分对比地层，按自然特征确定地层内等时面或近等时面，它着重研究地质事件对形成地层等时面和形成地层体的关系。

近年来已逐渐形成和发展出一门称之为“高分辨率事件地层学”的地层学分支学科，强调要用一种“高分辨率系统”来测定沉积地层的相对年龄，综合和对比各种地层学资料、地球化学资料和古生物学资料，这种高分辨率系统主要考虑到短期现象(10 万年或更短)严格控制沉积作用的可能性。这种短期现象可能是外星成因的、构造成因的、火山成因的、海洋成因的、气候成因的、沉积成因的和(或)生物成因的。在造山带“巨厚而单调的”复理石建造盆地中进行野外地层序列和划分对比调查时，运用事件地层学方法将会大大开拓调查人员的视野，起到事半功倍之效果。

从理论上讲，根据短期现象建立的地层系统是年代地层系统，涉及到“时间线”（等时面或很薄的事件地层）的鉴别和区域追踪，很容易同精确的、独立的生物地层系统和地质年代系统结合起来。

高分辨率事件地层学主要依靠受他生旋回影响的沉积作用和形成很大的区域规模的单个旋回地层或事件。其主要目的是提供一种以同时到近同时的面（层）为基础的独立的区域和区域间对比方法。据预测，如果有足够的资料，以这种面（层）为基础的对比完全可以分辨出 10 万年或更短时间的间隔。如在北美西部内陆盆地的中、晚白垩世地层中已识别出 1 300 个火山灰层、几百个气候旋回层和许多其他事件单位，可以把海相沉积记录划分成 40 000~50 000 年事件单位。事件地层单位见表 1-14。

八、沉积地层剖面野外测制要点

（一）实测地层剖面的技术要求与分类

1. 技术要求

据 1:25 万区调技术要求，实测区每幅每一个地层单位至少要有 1~2 条实测剖面控制；修测区对原有的实测剖面在检查的基础上选择具代表性的或有重要意义且出露好的剖面进行重测或补测（含建组剖面、层型剖面等），重测或补测的剖面数应占原有剖面的 1/3~1/2；片区修测可根据需要解决的问题，有针对性

地进行重测、补测或新测；凡新建的地层单位，都需要新测制层型剖面。

表 1-14 事件地层单位与调查内容

事件地层单位	事件地层单位举例
物理事件	火山灰层
	区域性河道化和冲蚀事件
	风暴层
	块体流沉积物层
	区域性跌积—沉积断源面
	快速形成的海进假整合面
化学事件	化学分析数据出现异常幅度的、可进行区域对比的短期漂移事件层
	比较长期的、化学成分有异常的间隔分界面
	化学沉淀层或成岩作用早期沿具体的等时或近等时层位形成的各种类型的结核和团块
	轻稳定同位素化学事件层
	有机碳化学事件层
生物事件	不连续进化事件
	群集死亡事件
	群集灭绝事件
	迅速迁入和迁出事件
	巨量繁殖事件
	种群“爆炸”（极盛带）事件
	快速区域性底栖集群事件
	快速的生物复苏事件
复合事件	米兰科维奇气候轮回事件
	缺氧事件
	撞击事件

2. 剖面类型

1) 据剖面在区调填图中所发挥的作用差异，在层状有序的“史密斯”型地层区可分为三类：

(1) 标准（层型）型地层剖面（含简单单位层型、复合层型、选层性、新层型等）；

(2) 辅助（参考）型地层剖面（含次层型）；

(3) 标志层或特殊地层剖面；

(4) 地层厚度剖面。

2) 根据实测层段完整程度，可分成二类：

(1) 全层段地层剖面对工区内出露的全部地层进行详细分层，研究岩层厚度、成分、结构、分层标志、岩层特征、沉积相、地层层序、接触关系、时代归属等。系统采集岩性、沉积相和古生物标本，建立地层剖面；

(2) 重点层段地层剖面重点了解各填图单位的标志、厚度、岩性和岩相变化。

(二) 地层剖面位置选择

(1) 能代表一个区域或一个小区的地层岩性和厚度特征的地方，包括区域岩性变化的过渡带。

(2) 地层露头连续分布、完整清楚、化石丰富、掩盖少的地段。

(3) 选择构造简单的地段。但无法避开断层或具有覆盖时，就近分段连接时必须用明显的标准层来连接剖面，标准层应相互重复一段。必要时应布置剥土、

坑探和槽探工作。

(4)要求在地形上尽可能使剖面方向垂于地层走向。

(三) 精度要求与基本层序调查

1. 标准剖面的精度要求

1) 地层分层的要求:

(1)分层时应综合考虑岩石的颜色、成分、结构、构造等特征和矿物、化石、层间接触关系、界面与沉积间断等因素,凡有明显变化处,应当分层。

(2)分层厚度大小根据成图比例尺决定。标准剖面的柱状剖面图比例尺一般规定为 1:500~1:1 000。

(3)分层时对有特殊意义的岩层和标准层,不论厚度大小均应单独分层,或单层厚度综合描述。

(4)地层分层应能与区域剖面对比。

(5)对分层间的接触关系,应在横向上追索,搜集足够的证据。同时应描述剖面地层的风化与地貌特征。

(6)分层岩性描述要求真实全面,重点突出。

2) 基本层序性质、类型与调查方法

地层的分层是由基本层序组成的,基本层序调查在剖面测制中具有重要的意义。

(1)基本层序是沉积地层垂向序列中按一定规律叠置的,在露头与剖面测制中是能观察到的岩层,它是代表一定地层间隔,由具一定特点的单层组合而成

的，是地层中最基本的组成细胞。它可划分为：旋回性基本层序和不显旋回性的基本层序。

(2) 基本层序调查内容：基本层序是由单层构成的，它是单层的组合。

a. 单层描述 包括各单层的岩石类型和所含特殊组分（如有用金属矿物和磷、铁、锰结核、海绿石、蒸发岩矿物等），古生物内容（包括实体化石和生物屑的类别与含量），古生态特征等。对于特殊结构和特殊交互层、古生物夹层等，应辅以放大比例尺 1：50~1：10，甚至用放大倍数的素描图准确写真表达与照相。

b. 鉴别地层序列中具特殊成分或成因的夹层，如生物化石富集层、地球化学异常层、含矿层、古风化壳、古土壤层、碳酸盐岩序列中的石英砂岩或粘土岩夹层、块体流沉积层、风暴岩夹层、火山灰夹层等，后二者往往是重要的等时对比标志。

c. 单层厚度、形态、岩石结构、沉积构造、遗迹化石、古生态、古流向和成岩结构构造（如液化构造、干裂、窗格构造等）、各种成岩变化与胶结物等。

d. 基本层序内各单层间的叠置与组合特征和接触关系。

e. 基本层序与组合的纵横向变化。

(3) 基本层序的调查方法：实测主干剖面是研究岩石地层单位基本层序的厚度、组成、结构、数量及纵横向变化等特征的主要方法，此外还有主干地质路

线和辅助地质路线的调查作为补充。

(4) 采样：必须进行系统采样，采样应有目的性和代表性。采样密度按实际情况决定，一般一个分层内有岩性变化处应有相应的代表性样品。采集供陈列用的岩石标本尺寸为 $3\text{cm} \times 8\text{cm} \times 10\text{cm}$ 。采集古生物、岩性、沉积相、化学分析等样品。

(5) 对于任何比例尺的地质填图，地层标准剖面两次丈量的总厚度相对误差不得大于 2%，厚度单位为米，读数至小数点后两位。

(6) 应附顺手横剖面图、素描和照片，具体内容

包括：

a. 顺手横剖面图应反映地形起伏、岩层出露宽度和产状，图上要标明方向、比例尺、接触关系、层号、产状和量取位置、化石产层及特殊夹层位置、素描和照相位置、样品标本的采集位置等；

b. 素描应画出岩层的特殊结构或沉积特征，标出方向、名称、比例尺及简要说明；

c. 有意义的地质现象进行照相和录相时，在景物旁放置一个衬托景物大小的参照物；

d. 照相应编号、简要说明与记录。

2. 辅助剖面的精度要求

(1) 辅助剖面可以细分层，用综合小结式进行描述；

(2) 地层划分应能与区域地层剖面对比；

(3) 柱状剖面比例尺为 $1:1\,000 \sim 1:2\,000$ ；

(4) 两次丈量的总厚度相对误差不得大于 2%。

3. 厚度剖面的精度要求

(1) 除特殊层外，可大套分层，进行综合小结式描述；

(2) 应控制岩相、厚度变化；

(3) 露头应基本清晰，可以有部分覆盖，但无断层，以不影响厚度和不遗漏主要层段为原则；

(4) 应能与区域地层剖面对比；

(5) 柱状剖面比例尺为 1：2 000~1：5 000；

(6) 两次丈量的总厚度相对误差不得大于 2%。

(四) 实测的一般程序和方法

1) 选定实测地层剖面位置后，在正式丈量之前，应先对剖面路线进行详细踏勘，全面了解地质情况，内容是：岩层短距离内岩性是否稳定；岩性组合规律与接触关系；化石分布情况；分层因素明显程度；剖面丈量难易程度；构造概况；不同构造部位的岩层对比关系。

2) 根据踏勘结果，应确定以下内容：标准层；地层单位和填图单位的划分位置；分层编号，并设立标志；基本层序特征；布置坑探、槽探工程。

3) 根据踏勘资料制定实施工作计划，计划内容包括：比例尺；工作量；施测顺序；组织分工；工作定额与工作进度计划。

4) 剖面线测量一般采用半仪器法导线测量。即

用皮尺或测绳丈量地面斜距，用地质罗盘测量导线的方位和导线坡度角。

5) 剖面线测量的同时，进行实测地层剖面的观察和描述。在专门的野外记录本中分层逐项描述、记录（内容见第三部分）。画出沿线的顺手剖面图。在地形底图和航空像片上准确标出剖线起点、终点、剖面观察点的位置以及岩层产状要素和地层分界线等。

6) 丈量操作要求

(1) 丈量地层应逐层自老到新。

(2) 剖面方向应尽量垂直地层走向，即交角为 90° 。若地形上有困难，与地层走向与剖面线，交角不得小于 60° 。

(3) 应按确定最佳方向进行丈量，若因地形或其他因素不得不适当改变方向时，应在记录备注栏说明原因。

(4) 现场操作步骤和内容：

a. 前后测手按导线方向，将相同长度(1.5m)的两根标杆分别准确地直立在分层界线上。

b. 瞄准两根标杆的延伸方向，测量导线方位角。

c. 以两根标杆的顶端为准，测量导线坡度角，后测手向前测手看，仰视坡度角为正值，俯视坡角度为负值。

d. 将皮尺在两根标杆顶端间拉直，读取斜距。

e. 测量地层产状，必须罗盘紧贴岩层面时读数，表达岩层产状数据。

f. 记录人将前后测手报出的各项数据整齐、清楚、准确地记入“地层厚度丈量计算表”并复述校核。

g. 按厚度计算公式计算地层厚度（可将厚度计算公式输入电子计算器），并由第二人检查校核。

$$H = L(\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin \gamma \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta)$$

式中： H 为地层厚度； L 为斜距； α 为岩层倾角； β 为导线坡度角； γ 为导线与走向夹角。

h. 检验计算厚度与实测地层厚度的符合程度，发现问题及时纠正或返工。

(5) 测量导线方位角及坡度角时，前后测手应相互对测，以便校正。

(6) 量取地层产状时，应先统观所测岩层，在有代表性的部位量取倾向和倾角。

(7) 各项丈量数据应准确无误，所有报记数据与记录应及时在现场复述一遍，进行核实。

7) 当天丈量工作结束后，必须对地层厚度作核定。对分层的数目和采样的层位做到野外原始记录本、厚度记录本、采样标签与清单、野外柱状草图的互相一致。

(五) 资料整理

(1) 每天或每个组、段、带丈量完后，应编制出地层纵向特征对比的柱状草图。将岩性描述、厚度记录、化石记录、标本采样记录等原始记录汇总到柱状草图上。

(2) 对化石、古生态、岩石结构与沉积构造等原始资料，必须进行专门的统计。

(3) 一条剖面丈量结束后，应系统地整理样品、化石鉴定、分层厚度记录等资料。

(4) 总结性的柱状剖面图应归纳野外收集和测试、鉴定等分析的全部成果。

(5) 每一条实测标准剖面应附 1 : 250 000 剖面位置图和文字小结，内容包括：剖面所处地理位置、构造名称与部位；区域岩性特征简述；地层时代划分与分层的主要依据，对目前沿用分层的意见；岩性主要特征描述；各项分析资料的质量与可靠程度；遗留问题及建议。

(6) 专门收集和分析鉴定的原始资料，按柱状图自下而上地依次整理，完整成册。其中原始资料的层号与编号必须与柱状图一致。

第二章 造山带混杂岩野外 调查要点

一、混杂岩定义、类型

混杂岩 (melange) 术语是 1919 年 Greenly 在英国威尔士 Anglesey 岛填图时首先引入的。其特征是原始层序完全被破坏, 坚硬的块体包裹于破碎的基质之中。20 世纪 60 年代以来, 混杂岩被视为板块俯冲的证据之一, 受到广泛的重视。大量研究表明, 混杂岩广泛分布于世界各地的造山带或构造活动带。

1978 年在美国加利福尼亚举行了混杂岩专题讨论会。1980 年 Silver 和 Beutner 的会议报道: 混杂岩是描述一个可填图 (1: 25 000 或更小比例尺) 的内部破碎混杂岩体的术语, 它包含通常处在透入性变形基质中的各种块体。这种岩石混合物由构造运动、沉积滑塌或任何这类作用的复合所形成。吴浩若等(1982)指出: 有些混杂岩只有块体没有基质。

一些研究者将沉积作用包括水下滑动、沉积物碎屑流和重力流等过程形成的混杂岩称为滑混岩 (allolistostrome) (Raymond, 1978; Bailey *et al.*, 1989; Tull and Telle, 1989) 或沉积混杂岩 (sedimentary

melange) (Muller,1989) (图 2-1),并归之于弧后盆地扩张、裂谷形成和大陆壳的边缘塌陷等构造背景;对由构造作用包括弧陆碰撞、陆陆碰撞、加积楔中的变形和地体边界变形等形成的混杂岩称为构造混杂岩 (Tectonic Melange) (Lacazette and Rast,1989; Muller and Wylie,1989) (图 2-2)。

图 2-1 沉积混杂岩成因分类

总的来说,对 Silver 和 Beutner(1980)的混杂岩定义,目前有广义和狭义两种理解。广义的包括滑混岩,和构造成因、沉积成因和复合成因的地质体,为多数人所采用,例如 Raymond (1984)按照成因将混杂岩分为构造混杂岩 (tectonic melange)、底辟混杂岩

图 2-2 造山带构造混杂岩类非史密斯地层各种混杂岩岩片（块）形成的大地构造背景模式图

- A. 各种构造混杂岩岩片（块）生成原始位态及大地构造环境；B. 汇聚、碰撞环境中各种构造混杂岩岩片（块）就位（变位）模式：a. 俯冲刮削拼贴式，b. 俯冲折返拼贴式，c. 俯冲推覆式
- 图中 1~12 含义见表 2-1；图 13~19 的含义如下：13. 礁；14. 陆架边缘浅海沉积；15. 陆壳；16. 洋壳；17. 岩石圈地幔；18. 同造山侵入体；19. 洋扩张脊

(diapiric melange)、滑混岩 (allolistostrome) 和复合成因混杂岩 (polygenetic melange)。狭义的仅指由构造作用形成的混杂岩 (构造混杂岩), 排除沉积成因的滑塌堆积等。但许靖华 (1974) 认为, 被透入性剪切破碎的滑塌堆积实际上无法从混杂岩堆积中区分开来。西藏江孜与仁布之间的混杂堆积即是一例 (吴浩若等, 1981), 它延伸 10km 以上, 其中包含了宗卓组浊积砂岩和床得组远洋灰岩和硅质岩, 也有类似宗卓组滑塌堆积的成分, 但已见不到正常的地层序列, 大部分强烈剪切破碎, 既有层状岩层保存, 也与周围断层接触, 本身为大的岩块。这种情况显然可单独作为一个填图单位而无法归入本区其他岩石地层单位。

二、构造混杂岩基本构件——构造岩片 (块)

造山带结合部位是混合物质场, 尤其是多旋回造山带, 在经历了多期次开合和洋陆转换及后期的陆内俯冲、叠覆、剪切走滑、伸展滑脱及一系列强烈的热事件、变质作用等重重地质事件作用下, 更使原本成层有序的物质建造发生强烈改造、重组, 最终大多以混杂岩的面貌出现在造山带区。从中型构造尺度来看, 不同层次、不同产状、不同性质、成生于不同时期的断裂所分割的多级次构造岩片组合是造山带混杂岩地层重要特征之一。从填图尺度, 可划分为超岩片和岩片两级。岩片 (块) 是造山带混杂岩地层非史密斯地质填图的基本单位之一。

岩片(slice)是指以构造拼合边界所分割的具有一定物质构成的地质体,在地质填图中具可填性,是混杂岩地层基本单位之一,也是非史密斯地质填图的基本单元之一。对岩片(块)的正确划分是最基本、最重要的,岩片(块)的厘定和划分可按如下原则进行:

(1) 必须是以构造拼合边界所分割的地质体,即岩片四周均被断裂围限,该断裂决不是同一地质体内部的断裂,而是与不同地质体相拼合的构造界面;

(2) 相邻岩片在岩性、岩相、变形、变质程度和时代上具明显差异。尤其是被一断裂带所分割的两个相邻地质体如在岩相上不连续、变质程度、变形样式和时代上有一项不同者,即可区分为两个岩片。

超岩片(superslice)是在同一大的构造旋回期(如晋宁期、加里东期、海西期等)形成、亲源关系密切、大致经历了相似变形、变质历程的一套岩片和微岩片组合体。超岩片的大小一般宽为数公里,长达数十至数百公里。在造山带 1:50 万地质图上,在岩石地层单位编图的基础上,采用超岩片进一步解剖混杂岩区较好,但有特别重要意义的岩片(如蛇绿岩岩片,超高压含柯石英榴辉岩岩片,深海放射虫硅质岩岩片等)可在 1:50 万地质图上夸大表示。

三、混杂岩地层常见岩片(块)类型及主要特征

根据东昆仑造山带 1：250 000 地质填图，殷鸿福、张克信等（1998）列述了混杂岩地层常见的岩片（块）类型及其主要特征(表 2-1)。

表 2-1 造山带混杂岩地层中岩片(块、层)主要特征

岩片类型	主 要 特 征
1. 滑 动 岩 块 sli	半固结的沉积物块体沿破裂的底面整体移动，内部几乎无揉皱变形和旋转作用
2. 滑 塌 岩 块 slu	半固结的沉积物块体沿破裂的底面整体移动，内部揉皱变形和旋转作用强
3. 蛇 绿 岩 岩 片 op	洋壳或似洋壳岩石圈碎片，其岩石组合为地幔变质橄榄岩、超镁铁—镁铁质堆晶杂岩、席状岩墙群、枕状熔岩等
4. 玄 武 岩 岩 片 β	由大套枕状玄武岩或非枕状玄武岩构成的构造岩片，可能为蛇绿岩残片
5. 超 镁 铁 岩 岩 片 Σ	主要为地幔变质橄榄岩、超镁铁—镁铁质堆晶杂岩、席状岩墙群等，可能为蛇绿岩残片
6. 硅 泥 质 岩 岩 片 sa	与蛇绿岩密切伴生的放射虫硅质岩，硅化粘土和泥岩、硅化沉凝灰岩等
7. 碳 酸 盐 岩 岩 片 ca	主要指洋盆中的非火山海山，没有陆源物质参与，多数为生物建隆形成碳酸盐岩海山（台）、相伴远洋硅岩及压缩层序，有时产具蓝绿藻纹层的铁锰壳和铁锰结核
8. 火 山 弧 岩 片 va	火山、海山或火山弧残片。由喷出的火山岩、火山弧的深成岩根部和来源于火山的沉积碎屑构成
9. 复 理 石 岩 片 fw	巨厚的再沉积深海、半深海碎屑岩序列。由来自大陆边缘的石英长石质碎屑所构成，杂基支撑为主

续表 2-1

岩片类型	主 要 特 征
------	---------

10. 磨拉石岩片 ml	为造山沉积再旋回产物,包括从陆相到海相的一系列沉积体系,其碎屑模型图解中是一个岩屑-石英区域
11. 裂解块体岩片 sl	原来从大陆裂解出来的一些块体(地体),后又被拼贴于大陆边缘。沉积体富含石英,反映沉积作用的多旋回。或在碰撞带中被卷入的一些被裂离的变质基底岩系块体
12. (超)高压变质岩片 hp	特指俯冲于地壳深部发生(超)高压变质后又折返于地壳浅部的岩石,如含柯石英榴辉岩

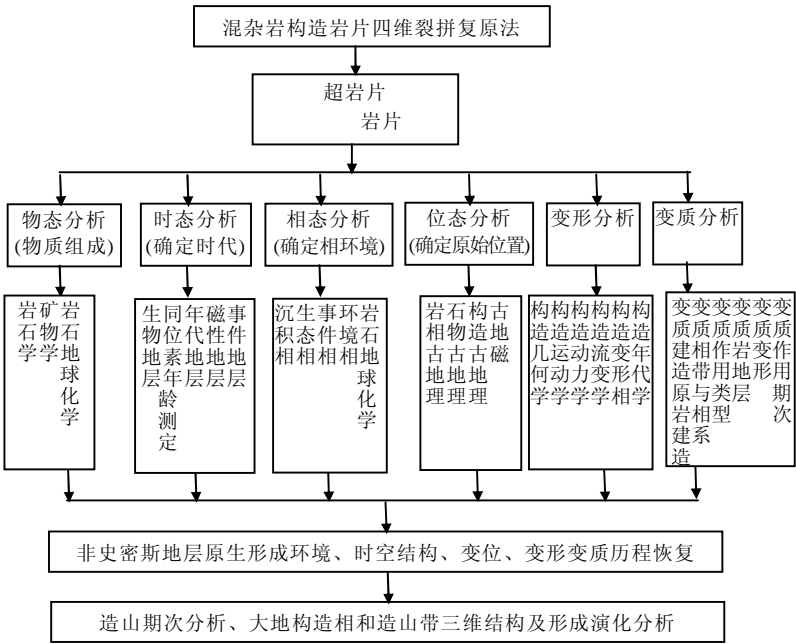
四、混杂岩地层野外调查要点及技术路线

在造山带进行区域地质调查工作,特别要注意对“混杂岩”或“蛇绿混杂岩”的调查和研究,应采用特殊的方法进行填图。

(1) 从整体上查明“混杂岩”或“蛇绿混杂岩”分布延伸范围的基础上,重点要对内部构成进行详实观察记录,分别收集混杂岩的岩片(块)和基质两者各自的岩性、岩相和时代依据。首先要从现存构成混杂岩各类基本构件——构造岩片(块)的物态(物质组成)、时态(时代依据)、相态(岩相特征)、位态(原始生成部位)和变形、变质调查入手,追寻其原始生成环境、时空结构和变位、变形、变质历程,从中恢复其造山带三维结构和揭示造山带形成机制及大地构造演化历程,这一调查方法称之为“混杂岩构造岩片四维裂拼复原法”(图 2-3)。对混杂岩中不同类型的构造岩片或岩块,均需尽量详细圈定和填制。其次还

要对外来岩片（块）赋存的“基质”进行系统的物质成分、时代、变形变质特点调查。

图 2-3 混杂岩地层调查技术路线



(2)在混杂岩地层剖面或主干调查路线上要按基质和岩片（块）对内部物质组成进行详细描述，采集岩矿、古生物、岩相、构造定向、岩石地球化学、粒度分析等样品，选择代表性岩片采集同位素年龄测试

样。特别要注意岩片（块）与基质之间、岩片（块）与岩片（块）之间（在混杂岩中，岩片（块）四周被断裂围限）接触关系（断裂）特征性质的调查。

（3）对“蛇绿岩”发育保存完好的地区，应查明“蛇绿岩”岩石类型和结构构造特征，建立系统完整的“蛇绿岩”序列，研究上覆沉积单元的沉积岩相特征，尽量采集古生物化石，并结合同位素年龄资料，确定“蛇绿岩”形成时代。在“蛇绿岩”保存发育不好的“蛇绿混杂岩”地区，应着重查明有关岩浆岩组成的不同类型岩石的岩块规模、物质组成、产状、形态、相互接触关系，以及伴生沉积岩的沉积岩相和构造变形特征，寻找古生物化石。结合同位素年龄、岩石学、岩石化学和地球化学资料建立对“蛇绿岩”形成环境和时代的认识。

第三章 岩浆岩野外调查要点

一、岩浆岩的基本特征及分类

1. 岩浆岩的化学成分

在研究岩浆岩的化学成分时，通常用 13 项氧化物即 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 MnO 、 K_2O 、 Na_2O 、 P_2O_5 、 H_2O^+ 、 CO_2 的质量百分数来表示。超基性岩 $\text{SiO}_2 < 45\%$ ；基性岩 SiO_2 45%~53%；中性岩 SiO_2 53%~66%；酸性岩 $\text{SiO}_2 > 66\%$ 。

岩浆岩中 K_2O 和 Na_2O 含量之和称作全碱 ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)，在岩浆岩碱性程度的确定和系列的划分中十分重要。通常采用里特曼指数 (σ) 来表示岩浆岩的碱性程度和划分岩浆岩的碱度类型。

里特曼指数 (σ) = $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / (\text{SiO}_2 - 43 (w_B \%))$ 。
按里特曼指数的大小，可将岩浆岩划分为三个碱度类型（或系列）： $\sigma < 3.3$ 钙碱性系数 σ 3.3~9 碱性系列 $\sigma > 9$ 过碱性系列。

2. 岩浆岩的矿物成分

岩浆岩中的**原生矿物**，也是岩浆岩野外分类和定名的主要依据。

根据矿物的成分和颜色上述造岩矿物又可分为：**铁镁矿物**，也称**暗色矿物**，主要包括橄榄石、辉石、

角闪石、黑云母等，其中橄榄石是**硅酸不饱和矿物**；**硅铝矿物**，也称长英质矿物或浅色矿物，主要指石英，斜长石和钾长石，以及似长石类矿物。石英是**硅酸过饱和矿物**，其他为**硅酸饱和矿物**。

色率通常指侵入岩中暗色矿物的体积百分含量。根据统计规律，各大类岩石的色率均在一定范围内变化，如超基性岩 $>90\%$ ，基性岩为 $40\%\sim 90\%$ ，中性岩为 $15\%\sim 40\%$ ，酸性岩色率 $<15\%$ 。

火山岩的矿物成分与侵入岩有所差别，主要反映在火山岩中的斑晶常常为高温矿物，且结晶程度高，熔蚀特征显著等。是火山岩野外定名的依据之一。

二、岩浆岩的结构构造

1. 结晶程度

按岩石中结晶矿物和非结晶物质（玻璃）的含量比例，可进一步分为：

（1）全晶质结构，岩石全部由结晶矿物组成，在深成侵入岩（如各种花岗岩，镁铁—超镁铁质堆晶岩等）中常常可见。

（2）半晶质结构，岩石中既有结晶的矿物，又含有玻璃质。是次火山岩和熔岩中常见的结构。

（3）玻璃质结构，岩石几乎全部由玻璃质组成，这部分火山熔岩具有的结构特征。

2. 颗粒大小

根据岩石中矿物颗粒的相对大小，可将岩石分为

显晶质结构和隐晶质结构。显晶质结构指肉眼可分辨矿物颗粒者；隐晶质结构指肉眼无法分辨矿物颗粒。

显晶质结构又可根据矿物颗粒的大小进一步划分为：

伟晶结构	矿物直径 $>10\text{mm}$
粗粒结构	颗粒直径 $>5\text{mm}$
中粒结构	颗粒直径 $1\sim5\text{mm}$
细粒结构	颗粒直径 $1\sim0.1\text{mm}$
微粒结构	颗粒直径 $<0.1\text{mm}$

根据矿物颗粒的相对大小，可将岩石的结构分为等粒结构，不等粒结构，似斑状结构和斑状结构。后两种结构在外貌上相似，要注意区别。

(1)似斑状结构：组成岩石的矿物大小显著不同，但基质中矿物成分与斑晶基本相同，仅大小有明显差别。它反映斑晶和基质是在相同的地质环境和物理化学条件下形成的。

(2)斑状结构：组成岩石的矿物大小显著不同，基质部分通常为隐晶质或玻璃质，且基质中矿物成分与斑晶有所差异，它表明斑晶和基质是在不同的地质环境和物理化学条件下形成的。

3. 自形程度

按岩石中矿物晶形发育的完善程度可分为：

(1)全自形粒状结构，岩石中矿物晶形发育完善，反映了岩石是在缓慢冷却的条件下结晶的。因为结晶时间长，结晶中心少，空间大，所以发育成好的晶体。

在深成侵入岩中可见这种结构；

(2) 半自形粒状结构，组成岩石的矿物部分发育好，部分发育差，这是中—深成侵入岩中最常见的结构类型；

(3) 他形粒状结构，组成岩石矿物多呈不规则的他形粒状，晶形发育不好，反映岩石结晶时，结晶中心多，结晶快，结晶空间小，是某些浅成脉岩具有的结构特征。

4. 矿物的相互关系指矿物之间的交生关系

矿物的自形程度及交生关系常常需要在显微镜下才能观察到，在野外露头 and 手标本的描述中可以忽略。

岩浆岩的构造指岩石中矿物集合体的排列方式和充填方式。

(1) 侵入岩常见的构造有：

① 块状构造；② 带状构造；③ 斑杂状构造；④ 球状构造；⑤ 晶洞构造；⑥ 原生片麻状构造。

(2) 火山岩常见的构造为：① 枕状构造；② 气孔构造和杏仁构造；③ 柱状节理构造；④ 流纹构造等。

需要指出的是，在火山岩中，斑晶和基质的结构及成分有很大的差异，在野外应分别对斑晶和基质的成分和结构进行观察和描述。

三、岩浆岩的产状和相

岩浆岩的产状主要指岩体的形态、大小和围岩的接触关系。**岩浆岩的相**主要指由于岩浆岩形成环境的不同，由此产生的不同岩石及岩体外貌特征的总和。侵入岩与火山岩的产状和相有很大差别。

1. 侵入岩的产状

整合侵入体，如岩盆，岩盖，岩床，岩鞍等。

不整合侵入体，如岩脉，岩墙，岩株，岩基等，其中岩株和岩基的划分，除考虑与围岩不整合接触关系外，还要考虑岩体出露面积的大小。**岩株**为出露面积小于 100km^2 的岩体；而**岩基**为出露面积大于 100km^2 的岩体。

2. 侵入岩的相

主要根据岩体侵位深度划分：

浅成相	侵位深度为	0~2km
中深成相	侵位深度为	3~10km
深成相	侵位深度	>10km

对于中深成相的岩体（岩基或岩株），由于各部分冷却速度和结晶时间的差异，常使侵入体从中心到边缘在结构上和矿物成分上呈带状分布，形成中心相，过渡相和边缘相，野外调查中应对岩体的相带作详细观察和描述。

3. 火山岩的产状

依喷发方式划分为：

(1) 裂隙式喷发：岩浆沿裂隙上升喷发达于地表，平面上火山岩呈线状分布。

(2) 中心式喷发：岩浆沿颈状管道喷发至地表形成火山锥，平面上火山岩呈点状分布。

(3) 熔透式喷发：也称面状喷发，通常火山喷口大且不规则，平面上火山岩分布面积大，且无明显方向性。

4. 火山岩的相

按火山作用的地质环境分为海相火山岩和陆相火山岩。

根据火山活动产物的产出形态及岩石特征，分为：

(1) 溢流相：指火山强烈爆发之后，岩浆呈面状或线状喷溢出达于地表形成的岩石，常见熔岩和角砾熔岩；

(2) 爆发相：常见于温度低、含挥发量高、粘度大的岩浆（中酸性，碱性岩浆）以强烈爆发形式喷出地表形成的岩石，主要以火山碎屑岩为主；

(3) 侵出相：为火山颈相与粘度大的溢流相之间的过渡相，是出露于地表的直径小、厚度大、产状陡的岩穹，主要由熔岩组成；

(4) 火山颈相：指火山锥被剥蚀后，充填在火山通道内的火山物，主要由火山碎屑岩、熔岩、碎屑熔岩等组成。产状陡立，剖面上呈细长的喇叭状，上部较大，往下逐渐变小，平面上多呈近圆形；

(5) 次火山相：与火山岩同源，空间上常与火山

岩相伴出现的超浅成 ($<1.5\text{km}$) 侵入岩。其特点是与火山岩外貌相近但结晶程度高于火山岩；

(6) 火山沉积相：是火山作用产物在陆相湖盆或海盆中经沉积作用形成的。是火山岩向沉积岩过渡的类型。

四、侵入岩的野外调查

(一) 侵入岩分类和定名采用定量矿物分类命名图解

1. 中酸性侵入岩的分类命名

使用 Q-A-P 图(图 3-1)时，首先需要在新鲜露头上用目估法或实测法（测线法或网格法）估计（或统计）岩石中石英（Q），碱性长石（A），斜长石（P）及暗色矿物（M）的含量（体积百分比），然后去掉暗色矿物（M），把 Q+A+P 的含量作为 100%；再分别计算出 Q、A、P 的体积百分比，最后将其投入图 3-1 中，即可得出岩石的基本名称。

2. 基性侵入岩的分类命名

基性侵入岩的分类命名可采用以斜长石（Pl）-辉石（Px）-橄榄石（Ol）和斜长石（Pl）-单斜辉石（Cpx）-斜方辉石（Opx）为端员组分的分类图解来进行（图 3-2）。具体作法同中酸性岩类。

3. 超镁铁岩的分类命名

超镁铁岩指暗色矿物含量（即色率） $>90\%$ 的岩石，它包括 SiO_2 含量 $<45\%$ 的超基性岩类，也包括部

分 SiO_2 含量 $>45\%$ ，但斜长石 $<10\%$ ，几乎全由暗色矿物组成的基性岩类，如辉石岩，角闪石岩。

超镁铁岩的分类命名可采用双三角形定量矿物分类命名法（图 3-3），二个三角形的端员分别为橄榄石（Ol）-单斜辉石（Cpx）-斜方辉石（Opx）和橄榄石（Ol）-辉石（Py，单斜辉石和斜方辉石的总量）-角闪石（Hb）。具体作法如中酸性岩。

图 3-1 中性、中酸性、酸性侵入岩定量矿物分类命名的 Q-A-P 图

（据国际地科联，1989）

A. 碱性长石；P. 斜长石；Q. 石英

1. 正长岩；1*. 石英正长岩；2. 二长岩；2*. 石英二长岩；3. 闪长岩；3*. 石英闪长岩；4. 碱长花岗岩；5. 花岗岩，5a. 钾长花岗岩，5b. 二长花岗岩；6. 花岗闪长岩；7. 英云闪长岩；8. 碱长正长岩；8*. 石英碱长-正长岩；9. 正长岩；9*. 石英正长岩；10. 二长岩；10*. 石英二长岩；11. 二长闪长岩；11*. 石英二长闪长岩；12. 闪长岩、辉长岩、斜长岩；12*. 石英闪长岩

图 3-2 辉长岩类的分类和命名

(据 Streckeisen, 1976)

以斜长石 (Pl)、辉石 (Px)、橄榄石 (Ol)、斜方辉石 (Opx)、单斜辉石 (Cpx) 和角闪石 (Hb) 的含量为基础。落在三角图解的阴影区内的岩石还可按照图解中阴影区内的矩形再进一步划分

图 3-3 超镁铁质岩的分类和命名图

(据 Streckeisen, 1973)

Ol. 橄榄石; Opx. 斜方辉石; Cpx. 单斜辉石;
Px. 辉石; Hb. 角闪石

(二) 侵入岩的野外描述

描述应包括：

① 岩石名称；② 颜色；③ 结构构造，特别是岩石的结晶程度，颗粒大小和自形程度；④ 矿物成分及含量，特别要注意主要矿物，次要矿物和副矿物的种类，特征及含量；⑤ 有无蚀变及蚀变的类型和强弱；⑥ 矿化特征等；

（三）岩体的形状，产状，规模，内部相带及岩性分布特征

1. 岩体形态

恢复和确定侵入体的形态应观察、收集和描述如下方面内容：① 从不同高度和各个部位观察和确定接触面产状，获取岩体边界形态的直接资料；② 岩体内部相带的分布形态和宽度变化，特别要注意边缘带的变化。一般来说，接触面越陡，边缘带越窄，反之越宽；③ 原生构造，特别是面状流动构造，在接触面产状难于确定时，可用于确定接触面产状和恢复岩体的形态；④ 接触变质带发育的情况及宽度的变化，也可用来判断岩体的产状及其向深部变化的情况；⑤ 物探和钻探资料，可以提供岩体向深部延伸及变化的情况，也是野外地质调查时应予以收集的资料。

此外，对辉长岩类侵入体，野外应特别注意确定岩体是否为独立的侵入体，如果为层状侵入体中的辉长岩，应对层状特征作详细观察描述，识别层理、韵律层理、隐蔽层理，观察各层矿物组合、结构构造、

颜色的变化等。碱性辉长岩常常与正长岩或碱性正长岩共生，很少形成独立的岩体。

2. 岩体与围岩的接触关系

岩体与围岩的接触关系可分为以下三种。

(1) 侵入接触：是岩体侵入围岩中形成的，它表明岩体形成晚于围岩。其主要标志是：岩体边部有细粒冷凝边，围岩中常发育岩枝或岩脉；原生流动构造平行于接触面；岩体边部常有围岩捕虏体；环绕岩体的围岩常发育接触热变质晕；平面上岩体与围岩的接触边缘呈不规则状等。

(2) 沉积接触：指侵入体遭受风化剥蚀后又被沉积物所覆盖形成的接触关系，表明侵入体的形成先于沉积岩。主要的标志是，侵入体与围岩之间有古风化壳或侵蚀面；上覆地层中有岩体的角砾；岩体无冷凝边，围岩中无接触热变质晕；岩体中的构造或岩脉在接触面处突然终止等；

(3) 断层接触：典型的标志是在接触带上发育碎粒岩化、糜棱岩化，并出现构造角砾岩、断层擦痕、构造透镜体和牵引褶曲等。

3. 不同期次侵入体形成先后顺序的确定及证据

大多侵入体是多时代、多期次（或多阶段）形成的复式岩体。一些同时代的侵入体也可能是多阶段形成的。确定不同期次侵入体形成的先后顺序的野外地质调查主要方面：① 岩体是否具有冷凝边，通常具冷凝边的岩体形成较晚；② 岩体之间的穿插关系或捕虏

关系。被穿插的岩体或被俘虏的岩体形成在先。晚期岩体的岩枝穿入早期岩体之中或被切割的岩脉所在的岩体形成较早；③ 当岩体边缘的流动构造被另一岩体切割时，前者形成较早；④ 当两个岩体接触时，出现烘烤边或接触变质的岩体形成较早。另外，⑤ 岩石成分的变化规律也可作为划分侵入期次的参考依据。一般来说，早期的侵入体偏基性，晚期的岩石偏酸性；在结构上早期以中粗粒—中粒较常见，而晚期粒度较细，多以中细粒—细粒为主。但是这种规律不是一成不变的，最好与前面几条证据结合起来判断更为有效。

4. 岩体的侵位深度及剥蚀深度

恢复侵入体的形态，是确定岩体侵位深度和剥蚀深度的基础和前提。在此基础上确定岩体侵位深度，比较可靠的方法是查明岩体形成时盖层的厚度。此外，根据岩石中斑晶和基质的体积比（结晶系数）以及 $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$ 比值，也可用来大致的推断岩体侵位的深度。

岩体剥蚀深度可根据岩体出露面积的大小，上覆围岩的残留体，接触变质晕及蚀变带以及相带发育及保存的情况等来鉴别。当地表只见到接触变质晕，蚀变带或热液脉等，可推测下部有隐伏岩体；当岩体出露面积不大，且有围岩顶盖残留体保留或仅见到细粒结构的岩石，这样的岩体通常剥蚀浅，反之则剥蚀深。

5. 岩体中俘虏体，残留体及深源岩石包体

俘虏体指岩体侵位时捕获的围岩碎块。残留体指

岩体剥蚀浅，岩体顶部残留的部分围岩盖层。而深源岩石包体指岩浆上侵时捕获的下地壳或上地幔的岩石碎块。野外工作时，应观察和描述这些岩石碎块或残留体的岩石类型及特征，各种类型包体相对比例，大小，形态，在岩体中的排列方向及分布等。

6. 岩体与区域构造的关系及岩体内部构造

岩浆作用与地质构造有密切关系。断裂构造往往是岩浆上升的通道，也可以是岩浆侵位或赋存的空间。比如侵入体沿断裂分布或在断裂交汇处出现并膨大，侵入体在主断裂两侧的羽状裂隙中发育等，表明岩体的形成受断裂控制，且岩体形成晚于断裂。当岩体周围出现环状或放射状裂隙时，一种可能这些断裂是由岩体侵位时的挤压力形成的，那么岩体形成应晚于这些断裂。然而，因为不同岩体侵位深度，侵位方式等有差别，在判断和确定岩体和构造的关系时，切忌简单从事。特别是当岩体周围或附近有一些很特殊的裂隙（或断裂）发育时，应对这些裂隙（或断裂）的发育情况和分布特征作详细深入的调查和记录。

侵入体与褶皱构造的关系可分为三种：①岩体形成于褶皱之前，通常岩体应与围岩一起发生褶皱，在岩体中应见到碎裂、重结晶、片理化等现象，但岩体中流动构造与围岩构造线无关；②同褶皱的侵入体，岩体沿主构造线方向拉长，并与褶皱形态一致。岩体中的片理与围岩中的片理方向完全一致；③褶皱后侵入体中的原生流面构造与围岩一致，但与围岩的构造

线无关。

7. 岩浆分异作用，同化混染作用的观察

分异作用按机制分为结晶分异作用，熔离（液态分异），混合作用和同化混染作用等。根据分异作用发生的地点，可分为就地分异作用和深部分异作用。对前者主要通过对岩石类型及岩石系列的划分和确定，观察岩石中是否出现带状构造和/或韵律层理，是否有不平衡共生的矿物出现，岩体边部是否出现非岩浆矿物如石榴石，堇青石以及岩石中是否有斑杂构造等来判断岩体是否发生过分异作用和/或同化混染作用，确定分异作用的类型。对就地分异作用和深部分异作用的判断则需要从如下方面进行：

（1）就地分异作用发生在岩浆侵入之后的冷凝固晶阶段，常常表现为同一岩体沿水平方向（从岩体中心→边缘）和垂直方向（从岩体上部→下部）岩石类型呈有规律的变化。对中酸性侵入体来说，较基性的岩石常分布于岩体边部，较酸性的岩石分布在岩体的中心。而且这种变化于与围岩的岩性、捕掳体的种类及数量变化无任何依赖关系。

另外，岩体中的韵律构造，原生条带构造，矿物组合、含量及矿物成分有规律的变化特征，如斜长石牌号，橄榄石 2V 的变化，岩体顶部富含挥发性矿物等，都是岩浆就地分异作用的标志。特别在火成堆积岩中，早结晶的密度大的矿物下沉到岩体低部并被隙间熔浆胶结，晚结晶的矿物成分随岩浆成分变化作有

规律的变化，并逐步的堆积下来，最终形成韵律层理构造，这是最典型的结晶分异作用；

(2)深部分异作用是指岩浆在深部岩浆房中依靠自身的因素分异成不同成分岩浆，然后上升侵入到地壳，形成不同成分、不同期次侵入岩的过程。其标志是：一个岩体由同源多期的侵入岩组成，各期岩体(岩石)之间可出现穿插关系，且每一期岩体的岩石在成分和结构上比较均一，各期岩体的化学成分、矿物组合、矿物的光性特征及化学成分上呈现规律变化。

8. 岩体同位素定年样品的采集

同位素样品的要求主要有三条：

(1)样品应直接从基岩上采取，不得从滚石上采取或从路边随便捡拾；

(2)样品要新鲜，不得有风化或蚀变的痕迹；

(3)样品要有代表性。

9. 岩浆岩的蚀变，矿化及与矿化的关系

注意观察蚀变类型及强度，蚀变岩石组合、分布，有无矿化及矿化类型及强度，与蚀变带的关系等。

10. 花岗岩类侵位机制的确定

花岗岩类侵入体的侵位机制主要有：①隆起作用；②底辟作用；③气球膨胀作用；④顶蚀作用；⑤火山口沉陷作用；⑥岩墙扩展作用等。在野外要综合岩体各方面的地质特征，如岩体的形态，产状，岩相带的形态及分布，岩体边缘有无原生流线(或流面)构造及其与围岩的关系，岩体边缘及围岩中裂隙的性

质及分布特征等,来判断和确定花岗岩体的侵位机制。

11. 各种测试样品的采集

主要包括电子探针, 岩石化学, 稀土微量及同位素地球化学, 以及同位素定年样品的采集。对测试样品总的要求是: 岩石一定要新鲜, 要有代表性, 要附有样品的野外编号, 准确的采样点位置和图件, 以及详细的野外描述。样品要尽可能配套, 即一个样品应包括上述几类主要测试工作所需的样品量。此外, 一定要有相应的薄片(岩相学研究)与之配套, 以便对测试结果作出正确的分析和解释。

(四) 侵入岩的野外定名

1. 花岗岩类的野外定名

广义的花岗岩类岩石包括 SiO_2 含量在 53% 以上的中性、中酸性和酸性侵入岩。

(1) 花岗岩类岩石的野外鉴定特征: 花岗岩类岩石以全晶质半自形粒状结构最为常见, 其次为似斑状结构。岩石粒度变化大, 伟晶、粗粒、中粒和细粒结构均可见, 尤以中粗粒结构最为发育。块状构造是这类岩石中最常见的构造特征, 此外还可见斑杂构造、条带状构造、球状构造等。

(2) 花岗岩类岩石种属划分及野外定名: 在野外工作中, 最简便快捷的方法是用目估法确定岩石中石英(Q)的绝对含量及斜长石(P)和钾长石(A)的相对含量, 将花岗岩类岩石划分为酸性, 中性和中酸

性三类。如，当 $Q > 20\%$ ， $A > P$ 时，应定为花岗岩（狭义的），浅成相为花岗岩斑岩；当 $Q < 5\%$ ， $A < P$ 或 $A = 0$ 时，为闪长岩，浅成相为闪长玢岩；当 Q 在 $5\% \sim 20\%$ 之间， $P > A$ 时，可定为花岗闪长岩，浅成相为花岗闪长玢岩。进一步可根据 A 和 P 的相对含量及暗色矿物的种类和含量来确定岩石的系列及种属：如，当 $Q > 20\%$ ， $A > P$ ，暗色矿物主要是黑云母，可称黑云母花岗岩；当 $Q > 20\%$ ， $A \gg P$ ，且出现针状霓辉石和霓石，则应为碱性花岗岩；当 $Q < 5\%$ ， $A \gg P$ 或 $P = 0$ 时，可定为正长岩；当暗色矿物为黑云母时，可称作黑云母正长岩；当 Q 在 $5\% \sim 20\%$ 之间， $A > P$ 时，可定为石英正长岩；当 $Q < 5\%$ ， $A \approx P$ 时，可称二长岩，浅成相为二长斑岩等等。

具体操作时应注意尽可能把岩石典型结构构造特征和颜色反映在岩石名称中，如灰红色似斑状黑云母花岗岩、浅肉红色中粗粒石英二长岩、灰白色中细粒条带状花岗闪长岩、肉红色中粗粒正长斑岩等等。在野外记录中应对粒度大小、斑晶含量的多少作详细描述。另外还应注意对岩石蚀变特征进行详细观察记录，确定蚀变类型，强度及分布。必要时可将特征蚀变矿物或次生（蚀变）颜色加在岩石种属名称或岩石基本名称之前，如绢云母化灰白色蚀变黑云母花岗岩，灰色青盘岩化蚀变石英闪长岩等。

2. 辉长岩类的野外定名

本类岩石按里特曼指数可分为钙碱性和碱性两个

系列，按产状包括深成相和浅成相岩石。

(1) 辉长岩的野外鉴定特征：辉长岩的色率为40~90，主要矿物为辉石（单斜辉石和斜方辉石），基性斜长石，硅酸不饱和矿物橄榄石作为次要矿物可出现在本类岩石中。此外，角闪石也可作为原生矿物出现。辉石种类很多，且辉石的种类对划分和确定辉长岩的种属至关重要。比如，钙碱性辉长岩中，单斜辉石主要为富钙的透辉石和异剥辉石；斜方辉石为古铜辉石、紫铜辉石和顽火辉石。但在碱性辉长岩中，基本不出现斜方辉石，单斜辉石主要为碱性辉石，含钛普通辉石和透辉石。但是，在野外用肉眼很难确定辉石矿物的种属，因此，采用色率+结构的命名方法最有效。

辉长岩以中—粗粒半自形粒状结构最为常见，很多辉长岩由大小、含量和形态均相近的辉石和基性斜长石组成，称为辉长结构。浅成相的辉绿岩，粒度通常较细，常常还出现基性斜长石结晶早、自形程度好，搭成三角形的格架，其中为细粒的辉石和磁铁矿充填形成的辉绿结构。都可作为野外识别辉长岩类的标志。

辉长岩类常见块状构造，在层状辉长岩中可见层状构造，条带状构造等。

(2) 辉长岩类的野外命名：在野外采用色率+结构的分类命名法，能快速有效地进行辉长岩的分类和定名。具体方法是：在野外露头上或手标本上估计暗色矿物（辉石+橄榄石+角闪石）的体积百分含量（即

色率), 当色率在 40~90 之间, 即可将岩石归入辉长岩类。进一步可根据结构定名; 如中粗粒辉长岩, 细粒辉长辉绿岩, 伟晶辉长岩等。

当岩石中某些次要矿物如角闪石、橄榄石、正长石肉眼可辨时, 可将次要矿物名称加在基本岩石名称之前, 如粗粒角闪辉长岩, 伟晶状橄榄辉长岩等。

当正长石显著增高时, 可向碱性辉长岩过渡。如出现碱性辉石, 可称作碱性辉长岩; 如无碱性辉石, 且正长石与斜长石含量相近, 可称正长辉长岩。如果有似长石类矿物出现且肉眼可辨, 可将似长石的名称加在岩石基本名称之前, 如含霞石的碱性辉长岩等等。在野外还可将蚀变名称加在辉长岩类的种属名称之前, 如钠黝帘石化橄榄辉长岩。

有时在野外还可根据色率的高低将辉长岩分为:

暗色辉长岩 色率 60~90

中色辉长岩 色率 40~60

浅色辉长岩 色率 ≤ 40

这种粗略的定名最好在岩石粒度很细或蚀变强烈, 肉眼无法辨别矿物时使用。

浅成相辉长岩类常见的岩石有细粒—中细粒结构的辉绿岩, 斑状结构的辉绿玢岩或辉长辉绿玢岩等。种属划分及命名方法同上。

3. 超镁铁岩类的野外定名

超镁铁岩类岩石的野外鉴定特征如下。

超镁铁岩的色率很高, 大于 90%, 肉眼 (完全)

看不到浅色矿物。超镁铁岩的主要矿物是橄榄石、辉石（包括单斜辉石和斜方辉石）和角闪石，次要矿物黑云母，有时含有少量的斜长石（<10%）。副矿物以尖晶石类、铬铁矿、钛铁矿、磁铁矿和磷灰石常见，有时出现富 MgO 的石榴石。

超镁铁岩最常见的结构类型为中粗粒半自形粒状结构、粗粒—中粗粒粒状镶嵌结构、海绵陨铁结构等。超镁铁岩极易发生蛇纹石化并出现网状结构。因此，蛇纹石化特征的黄绿色是野外识别超镁铁岩的有效标志。此外，包含结构也很普遍，如角闪石中包裹辉石，辉石中包含有橄榄石晶体等。构造以块状构造最普遍，在层状岩体中的超镁铁岩可发育层状或条带状构造。

（1）超镁铁岩类的野外定名：野外定名可根据色率、蛇纹石化特征、主要矿物成分及结构构造来进行。当暗色矿物总量 > 90% 即可定为超镁铁岩。当岩石具有橄榄石+辉石的组合时，可定为橄榄岩；如果橄榄石含量很高（> 90%），则应为纯橄岩；当辉石总量 > 50% 时，应为辉石岩；当角闪石含量 > 50% 可称作角闪石岩。岩石种属的名称只需将次要矿物的名称加在这些基本岩石名称之前即可。如辉石橄榄岩。

超镁铁岩具有三种成因类型：即产于大陆造山带及岛弧和大洋盆地边缘的阿尔卑斯型超镁铁岩及蛇绿岩套中的超镁铁岩组合；产于造山带层状杂岩体中的超镁铁岩；以及产于金伯利岩和碱性玄武岩中的超镁铁岩包体。前者是识别板块缝合线的标志，层状岩体

与很多金属矿关系密切。而超镁铁岩包体是直接来自地幔的样品，被誉为窥测地幔的窗口。因此，在野外识别不同成因的超镁铁岩具有非常重要的意义。

不同成因的超镁铁岩其地质产状，矿物组合及成分，岩石的结构构造及岩石类型，岩石共生组合，以及稀土微量元素方面均存在明显差异，它们是超镁铁岩野外定名的依据，也是判断和划分超镁铁岩成因类型的依据。野外调查时应注意如下方面：

- a. 岩体产出的大地构造环境；
- b. 岩石组合的调查。通常阿尔卑斯超镁铁岩主要由方辉橄榄岩组成，其次为纯橄岩和蛇纹岩，而同心环状杂岩和层状侵入体常常具有纯橄岩、橄榄岩、辉石岩和辉长岩的组合；
- c. 岩体的大小，空间上是成群成带分布，还是呈独立的岩体或杂岩体出现，是否具同心环状特征；
- d. 橄榄岩是否强烈蚀变，是否具有糜棱结构，碎屑结构，叶理构造或其他变形特征；是否具层理、韵律层理或带状构造特征；
- e. 蚀变类型及强度，接触带是否发育接触热变质作用，如果有接触变质，应注意观察蚀变带的分布，蚀变矿物组合及颜色的变化等。

4. 碱性侵入岩类的野外定名

这里所指的碱性侵入岩包括过碱性的中性、基性和超基性岩，以及碳酸盐岩类岩石。

- (1) 霞石正长岩：为浅色粒状不含石英的岩石。

矿物成分以正长石及似长石为主，似长石含量大于5%，其次有霓石、霓辉石、透辉石及钛普通辉石、碱性角闪石、黑云母等。副矿物很丰富，常见含稀有稀土元素的矿物。岩石常见半自形粒状结构或似粗面结构，块状构造、条带状构造、斑杂状构造及似片麻状构造。岩石种属的进一步定名主要根据次要矿物和/或结构构造。如云霞正长岩，为含铁黑云母的霞石正长岩；暗霞正长岩为暗色矿物含量很高的霞石正长岩（暗色矿物达30%~60%）；流霞正长岩为具似粗面结构及半自形粒状结构的岩石等。

（2）霓霞岩：为超基性的过碱性侵入岩。本类岩石稀少，常与霞石正长岩、碱性辉长岩共生形成环状杂岩体。矿物成分以霞石和碱性暗色矿物（如碱性辉石，霓辉石，钛辉石等）为主，有时可见铁黑云母、碱性角闪石。岩石具半自形粒状结构、块状构造、流动构造、条带状构造等。因为矿物成分和结构构造变化大，种属的划分主要根据似长石和碱性辉石的相对含量来进行。如磷霞岩，霞霓钛辉岩，钛铁霞辉岩等。

（3）碳酸岩：指 SiO_2 含量很低（小于20%），碳酸盐矿物含量很高（大于50%）的火成岩类。主要矿物为方解石、白云石或铁白云石，次要矿物有碱性长石、霓石、碱性角闪石、霞石、黄长石等。副矿物最常见的是磷灰石，还有很多稀有金属矿物。碳酸岩常见全晶质粗粒-中粒-细粒结构，块状构造，条带状构造等。

碳酸岩的进一步命名主要根据碳酸盐矿物的种类，如方解石碳酸岩，黑云母碳酸岩，稀土碳酸岩等等。

5. 浅成脉岩的野外定名

脉岩是指侵入位于构造裂隙中呈脉状产出的浅成—超浅成侵入岩。脉岩的长和宽之比很大，其产状主要为岩脉、岩墙、岩枝和岩床等。分布常常具有区域性，这是野外识别脉岩的标志。

1) 脉岩的分类 脉岩按成分可分为以下两类。

(1) 未分脉岩：指化学成分和矿物成分与深成侵入岩相近的脉岩。未分脉岩常常产在深成侵入岩体内部，或作为岩枝产在岩体附近的围岩中。岩石为浅成相，以斑状结构为特征，有的脉岩具微粒—细粒结构。命名时，主要将结构名称加在岩石基本名称之前或后即可。如花岗斑岩、正长斑岩、闪长玢岩、辉绿玢岩或细晶辉长岩等等。

(2) 二分脉岩：指化学成分和矿物成分与深成侵入岩有较大差别的脉岩。其中最典型的代表为煌斑岩、细晶岩、伟晶岩等。

2) 脉岩的野外鉴定特征及命名 煌斑岩为一种暗色矿物含量高的暗色脉岩，多为斑状结构，斑晶以角闪石和黑云母为主，其次为辉石。在超镁铁煌斑岩中可见橄榄石斑晶。煌斑岩的 SiO_2 含量从 28%~52%，变化大，多数为中—基性，少数为超基性，但 FeO 、 MgO 、 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 、 P_2O_5 和挥发分 (H_2O 、 CO_2 、F 等)

含量高。

煌斑岩的进一步划分主要依据矿物成分，特别是暗色矿物的种类。如云煌岩，指斑晶以黑云母为主的煌斑岩。棕闪煌斑岩，指暗色矿物斑晶为棕闪石。斜闪煌斑岩，指以角闪石为斑晶，并含有一定量斜长石的煌斑岩。

细晶岩和伟晶岩也属二分脉岩，前者粒度细，多为细粒—微粒结构，主要由石英和长石组成，几乎不含暗色矿物。后者矿物成分及化学成分与花岗岩相近，但矿物结晶粗大，故称伟晶岩（或花岗伟晶岩）。种属名称的进一步确定通常是将特殊矿物名称加在基本岩石名称之前，如天河石细晶岩、绿柱石花岗岩、伟晶岩等。

五、火山岩的野外调查

火山岩包括由火山喷发作用和溢流作用达于地表的各種熔岩、碎屑熔岩及火山碎屑岩，也包括与火山喷发（溢流）作用有关的火山通道相岩石和超浅成侵入相岩石。

（一）火山岩野外调查的基本内容

火山岩野外调查的总目的是要查明火山作用历史和火山喷发作用的强度，以便为区域构造演化的研究、环境评价、火山灾害预防以及找矿提供依据。野外调查的基本内容如下。

1. 火山岩的定名

火山岩结晶程度低，通常仅斑晶矿物结晶好，基质多为隐晶质或玻璃质。因此火山岩的分类定名可采用下述两种方法。

(1) 以火山岩的化学成分和 **CIPW** 标准矿物为基础的定量矿物分类命名法。该方法是将火山岩化学成分分析结果经标准化后进行 **CIPW** 标准矿物计算，然后分别计算出标准矿物石英 (**Q**)，碱性长石 (**A**)，斜长石 (**P**) 和暗色矿物 (**F**) 的百分含量，采用火山岩分类命名的 **QAPF** 图解法 (图 3-4)，就可定出火山岩

图 3-5 火山岩 **QAPF** 的初步分类 (供野外使用)

(据 Streckeisen, 1979)

分的依据，还提供了火山岩形成环境方面的信息。③由于蚀变类型不同以及地表氧化和风化条件的差异，不同成分的火山岩可呈现出不同的颜色。因此，在野外详细观察和描述火山岩的颜色，可粗略地估计火山岩的类型。比如，玄武岩多为黑色；安山岩则多呈紫红色，灰绿色；流纹岩多呈灰红或灰白色等；粗面岩和粗安岩常呈灰白色，灰绿色等等。某些造山带的玄武岩经强烈绿泥石化、钠长石化、绢云母化可呈绿色，黑绿色，这是地槽区细碧—角斑岩组合的特征。

2. 岩性描述

火山岩岩性描述应包括：① 岩石名称；② 颜色；③ 结构构造；④ 斑晶矿物成分及特征；⑤ 基质的结构及微晶或微斑晶的种类，数量，排列方式；⑥ 气孔的形状，大小，数量及分布特征等；⑦ 岩石的蚀变，风化特征等。

3. 火山岩喷发期次及喷发次数的确定

基性火山岩层的顶部常见较厚的气孔和较多的红顶，酸性火山岩层的顶部常见玻璃质岩石或蓝黑色树皮状玻璃质外壳。通常老的火山岩具有红顶，较新的火山岩有玻璃质外壳。因此，只需数出红顶（或玻璃壳）的数目，即可确定出喷发期次及喷发次数；

对火山碎屑岩，要注意火山物颜色、粒度、成分的突变。因为这种突变反映了不同期次的喷发；在熔结凝灰岩中，常常是下部的岩石熔结强度大，而上部岩石熔结差或没有熔结，据此可确定喷发期次和喷发

次数。

4. 火山岩层序的确定

根据如下特征确定火山岩层序：① 基性熔岩中，顶部气孔多而小，气孔为圆形—椭圆形—不规则状，气孔带厚，多为红色(仅个别为蓝黑色)，岩石结晶程度最差；而底部气孔较少而大，气孔为垂直层理的管状、柱状、人字形、串珠状，或为倾斜及平行层理的长扁圆形，气孔带薄，灰褐色，但有的遭受绿泥石、绿帘石化后，可呈绿色，结晶程度一般较顶部略好。② 酸性熔岩中，顶部气孔发育，常形成泡沫状熔岩，或常见珍珠岩、黑曜岩等，而底部不发育。顶部常见薄带状的流动构造。此外，顶部比底部含球粒、石泡、角砾的熔岩更为常见。③ 熔岩之顶部，常见树皮状、绳状、波状、渣状及楔形裂隙状玻璃质表壳，有的还见有胀裂丘、喷气孔等地形以及沉积物下贯成的沉积岩脉、同成分角砾熔岩等；而底部地形起伏较大，常见上述顶部表壳的印痕，并可见下伏地层的角砾。④ 同一次喷出熔岩中个别见重力分异现象，如碱性玄武岩顶部见片麻岩包体，长石巨晶多；而底部橄榄岩包体、钛铁矿巨晶多。辉石巨晶见于中下部。⑤ 枕状熔岩的枕状体，顶部与底部不完全相同；顶部上凸，中部的空腔也上凸，气孔较发育；而底部上凹、较平或向下延伸为盲肠状，空腔之底也较平。双层柱状节理中，柱体细而长者为上部，粗而短者为下部。⑥ 熔岩饼向上凸；而下部平且不规则。一次喷出的火山碎

屑物中，一般上细、下粗，上轻、下重。⑦ 熔结凝灰岩层中，顶、底部均不见熔结现象，顶部未熔结且厚度大，而底部厚度小。顶部常见细粒火山灰层，而底部多见火山热气底浪堆积层，常具低角度交错层、波状层、流槽、叠瓦构造等。

5. 火山岩层的划分

在火山岩区填制地质图，一般都使用岩层为单位。岩层为野外易于区别的填图单位，相当于一次或多次喷发的火山岩层。岩层的划分方法如下：① 据构造界面，如在火山岩中出现的不整合、假整合、侵蚀面、风化壳处划分岩层；② 据岩性不同，在火山岩中出现岩石的成分、颜色、结构、构造等截然变化处划分；③ 据特殊构造，在火山岩中出现特殊构造处可以分层，如流纹层、火山灰球层、沉积岩脉层、枕状熔岩层、柱状节理层、具深源或壳源包体层、石泡构造层等，均可单独划出岩层；④ 据特殊矿物，如火山岩中出现高压巨晶、球斑、聚斑及肉眼可见的斑晶大小、含量、种属的明显不同进行划分。

6. 火山岩韵律及旋回的划分

火山岩中岩相、成分、结构、构造等出现周期性变化者，称为韵律。一个韵律是由多层岩石组成，厚几米至几十米，一般以岩性段为单位。划分韵律应考虑以下几种情况：① 熔岩组成区，可用熔岩成分的周期性变化划分韵律，如碱性——拉斑玄武岩组成一个韵律；② 火山碎屑岩组成区，可用碎屑物的粒度粗—

细，或用空降碎屑岩与熔结碎屑相互变化组成韵律；③ 火山碎屑岩与熔岩组成区，可用火山碎屑物—熔岩，或熔岩—碎屑岩组成韵律；④ 火山碎屑岩、熔岩、沉积岩组成区，可用火山碎屑岩、熔岩、沉积岩的周期性变化，组成韵律。

火山喷发所形成的更大的周期性变化，则为旋回。在两个旋回之间的界线较韵律清楚，因为它常具有一定的间断（不整合及较厚的沉积夹层）。旋回由多个韵律组成，厚几百至几千米。一般以地层组为单位。旋回既反映了火山活动的过程；也大致反映了构造演化的顺序。

7. 火山岩相观察、描述和确定

1) 海相火山岩与陆相火山岩的区别为：

（1）海相火山岩与海相沉积岩伴生，并通常与下伏地层呈整合接触关系，一般不发育风化壳。而陆相火山岩则与陆相沉积岩伴生，并常常与下伏地层呈喷发不整合接触，常常发育风化壳；

（2）海相火山岩中常见海相生物化石，多含泥质、硅质及碳酸盐岩，碎屑物较少且分选好，相变小。陆相火山岩中有陆相动植物化石，碎屑成分高，分选不好，相变大；

（3）通常海相火山岩成分变化小（基性为主），常见枕状构造。陆相火山岩成分变化大（从基性—酸性均有），常见氧化红顶和柱状节理等。某些海相火山岩常发育钠长石化、绿泥石化、绢云母化等蚀变，也

可作为与陆相火山岩区别的参考标志。

2) 爆发相含大量火山碎屑物, 如岩屑、晶屑和玻屑以及火山弹、火山渣、火山灰等; 溢流相以熔岩为主, 常形成熔岩被、熔岩流等, 常可见气孔构造, 柱状节理构造或枕状构造等;

(1) 火山口及火山通道是火山活动的中心, 其特点是常常切穿围岩产出, 直径与爆发强度成正比。充填物成分复杂, 既有熔岩, 也有火山碎屑岩, 且火山碎屑岩的粒度从中心向外由集块岩—火山角砾岩—凝灰岩呈规律变化。

(2) 侵出相常常呈针—柱状产出, 产状陡。成分多为中性及碱性的流纹岩、粗面岩、英安岩等。结晶程度从中心向外具分带性, 顶部有火山角砾岩分布。气孔构造不太发育, 但同心圆状或扇状节理很发育。

(3) 次火山岩相可根据空间上与火山岩伴生, 外貌上与火山岩相似但结晶程度较高等特征加以确定。

特别值得指出的是, 火山岩相的划分和确定应与岩石类型和名称的确定相结合, 以便为火山岩岩性—岩相图的绘制及古火山机构的恢复提供充分的资料(下面将详细介绍)。

8. 火山作用强度的确定

主要通过调查火山碎屑物的种类、粒度大小及各种粒级火山碎屑物的空间分布特征, 确定熔岩与火山碎屑岩的相对比例。除常见的晶屑、岩屑和玻屑之外, 要注意观察是否有塑变岩屑(浆屑)出现及浆屑的形

态、大小特征等。以此推测和确定火山作用的强度。

另外，不同粒级火山碎屑岩呈现规律分布，大的集块岩常常分布在火山口附近，远离火山口碎屑岩的粒度逐渐变细。因此，对火山碎屑物空间分布特征的调查可用来恢复古火山机构。

9. 火山口的种类及古火山口的恢复和确定

在野外调查中应注意确定火山口的位置、形态、大小、产状及火山口的种类。火山口可分为古火山口和新（现代）火山口；根据火山口保存的完整程度又可分为破火山口和（完整）火山口。在古火山岩区，火山口、火山锥及喷出岩可以部分或完全被剥蚀，仅火山通道被保留下来。

火山口和火山通道的形态受火山作用产状的控制，分为裂隙式和中心式。其具体鉴别特征如下：

1) 裂隙式通道多沿深断裂分布，地表沿断裂走向可以出现多个火山口，火山通道呈岩墙或岩墙群产出，平行排列，延长可达数十公里以上。岩石类型介于喷出相和次火山相之间，流动构造显著且陡立；

2) 中心式喷发的火山口呈圆形或近于圆形，由于火山口塌陷而出现负地形。火山通道呈管状、筒状或颈状。岩颈受基底及区域构造控制，较酸性的岩颈常位于隆及短轴背斜之上。通道直立者，火山口位于隆中心，如果通道倾斜，火山口位于短轴背斜的开阔一端的中部。火山口或火山通道的横断面多为长圆形。如果有两个方向的断裂交叉，火山口或火山通道为圆

形。如果受多条断裂控制，则可出现多边形；

3) 破火山口是指被破坏的火山口及周围的洼陷。其成因主要有三种：① 由于火山口被流水向源侵蚀加大；② 火山强烈爆发，崩塌了火山口周围的火山锥，形成比原来的火山口大的凹，即破火山口。如果火山口的崩毁量很大，则可形成爆发凹地；③ 或由于岩浆物质大量喷发或侵入后，岩浆房和/或岩筒空虚，但火山口附近上覆的火山物质太多导致重力塌陷，形成塌陷破火山口。因为这种重力塌陷常常顺着火山口周围的环状断裂发育，所以形成火山凹地或火山构造沉陷。当岩浆粘度很大，含气体很多时，常形成后两种破火山口，尤以塌陷破火山口最大，一般呈圆形—椭圆形，直径大于 1.5km，个别达 20~30km，深度可达数百米，常积水成湖。

4) 对古火山口和/或破火山口，由于遭受后期剥蚀或受到强烈的构造破坏，其产状将发生明显变化。但火山通道总是切割围岩层理，而火山锥喷出物则基本平行层理，并常常由粗大的、分选差的火山碎屑物和厚层熔岩组成。由于火山喷出物分布的范围广，易于发现，所以在寻找古火山口和通道时，应选择火山岩厚度大、火山碎屑岩多且粒度变化大、次火山岩发育的地区。此外，还可以根据其他一些方法，如遥感法、交汇法和流向法等来确定和恢复古火山口的位置。

(1) 遥感法：从分析大的构造景观入手，寻找特殊的等轴状地形，环状、放射状山脉，水系，弧形或

环状线性体，用以了解火山机构的形态。进一步则可根据微地形、纹饰、纹形及色调等，分析火山机构和通道的分布、产状、形态及岩性特征等。

(2) 交汇法：地下的岩浆在其上升和喷发的过程中，常常形成以火山口或火山通道为中心的放射状裂隙和/或断裂。当这些断裂和/或裂隙被小侵入体充填，则形成放射状岩脉或岩墙群。因此，火山口或火山通道的位置应该在断裂、裂隙、或岩脉/岩墙群等交会密度最高的地方。据此，可以帮助我们分析和确定古火山口和火山通道的位置。在野外填图中，应先根据地形、构造、火山岩分布特征等，初步判断有无火山口。然后通过对该区断裂和裂隙详细的填图，确定断裂和裂隙交汇最密集的部位，以及可能是古火山口的位置。

(3) 流向法：中心式火山喷发的熔岩、熔结凝灰岩等，均以火山口和火山颈为中心向四周流动。因此，通过测定熔岩及熔结凝灰岩中的流动构造，可以分析和确定古火山口及火山颈的位置。在野外应详细测定火山岩的流线和流动方向，并绘在火山岩分布图上。根据流线的走向和流动方向，即可推断并确定出古火山口的位置。

(二) 火山岩的野外定名

1. 流纹岩-英安岩类

为酸性火山岩，常具斑状结构，流纹构造。玻璃质结构、球粒结构、霏细结构，气孔构造、珍珠构

造也常见。斑晶以高温石英和碱性长石为主，有时出现斜长石。斑晶自形程度高，熔蚀结构发育。暗色矿物以黑云母，褐色角闪石为主，也可成斑晶出现。

种属划分主要根据斑晶成分。当斑晶为石英和碱性长石时，称流纹岩；当斑晶中出现明显的斜长石时，可称英安岩；当斑晶中有霓石，碱性角闪石出现时，可称碱流岩；当岩石全为玻璃质时，可根据结构构造和颜色进一步命名。如紫红色，具珍珠构造的珍珠岩；黑色，具玻璃质结构，贝壳状断口的称黑曜岩等等。

石英角斑岩为灰白色或浅灰色，致密块状，矿物成分以钠长石和石英为主，有少量钾长石。暗色矿物极少。石英角斑岩为海底火山喷发作用产物，常与细碧岩共生。

2. 安山岩

为中性火山岩，几乎全为斑状结构，基质为隐晶—玻璃结构，气孔构造或杏仁构造。斑晶主要为板状自形一半自形斜长石和/或角闪石，黑云母。有时出现少量辉石和碱性长石。野外安山岩常常呈紫红色。

安山岩的进一步命名主要根据暗色矿物及基质结构。如黑云母安山岩、辉石安山岩、玻基安山岩等。

3. 粗面岩-响岩类

粗面岩-响岩分别为中性碱性和过碱性系列的火山岩。粗面岩矿物成分以碱性长石为主，含量 45%~85%，可作斑晶或基质。次要矿物为斜长石、黑云母及角闪石等。岩石具斑状结构，基质具隐晶质-玻璃质

结构，基质中可出现少量的石英或似长石类矿物。气孔构造或杏仁构造。

响岩与粗面岩的主要区别是前者出现较多似长石类斑晶，暗色矿物以碱性辉石（霓石及霓辉石）为主，几乎不含斜长石。

进一步命名主要根据斑晶矿物成分，如当斜长石斑晶含量增高与碱性长石含量相近时，可称粗安岩；当粗面岩中出现少量似长石和碱性暗色矿物时，可称碱性粗面岩；当有霞石或白榴石斑晶出现时，可称霞石响岩或白榴石响岩。

4. 玄武岩类

玄武岩类是地球上分布最广的火山岩。玄武岩多呈黑色，斑状结构，基质多为玻璃质或隐晶质结构，气孔构造或杏仁构造。斑晶成分为斜长石和辉石，有时出现橄榄石。碱性玄武岩中可出现碱性长石和碱性暗色矿物。但在野外钙碱性玄武岩与碱性玄武岩很难区别。但海相玄武岩和陆相玄武岩较好区别，前者多发育枕状构造，而后者多出现柱状节理构造。

在野外，除个别特殊类型，如暗绿色，具绿泥石化-绿帘石化蚀变特征的细碧岩可识别之外，其他具有玄武岩特征的岩石统称为玄武岩。种属的进一步划分和命名需要作岩石薄片和岩石化学的工作。

5. 苦橄岩，科马提岩

苦橄岩为暗黑色—暗黑绿色，斑状结构，斑晶为橄榄石，含量高达 50%~70%，其次为辉石。当基质为

玻璃质时，可过渡为玻基纯橄岩。

科马提岩为超镁铁质火山熔岩。暗黑绿色，由高镁的橄榄石，辉石及少量的金属矿物组成。橄榄石和辉石呈细长的锯齿状，近于平行丛生。可作为重要的鉴定特征。

6. 霞石岩

为几乎不含长石的过碱性超基性岩。岩石色深，主要由霞石和辉石组成。霞石岩的种属划分主要根据矿物组合，如橄榄霞石岩、钛铁霞辉岩等。当基质中出现黄长石时，可称黄长岩。

7. 金伯利岩

是一类特殊的碱性超基性岩。矿物成分以橄榄石、镁铝榴石、金云母等为主。常见斑状结构，角砾状构造或岩球构造。野外可根据大量的橄榄石斑晶，以及镁铝榴石斑晶，特征的岩球构造等来识别。但详细的定名必须进行岩石薄片、岩石化学，甚至于人工重砂的研究才行。

8. 火山碎屑岩

火山碎屑岩是火山作用产生的各种碎屑物在陆地上或水盆地中堆积（沉积）后经多种成岩方式形成的岩石。

1) 火山碎屑岩的特征：火山碎屑物的种类很多，按物性可划分为刚性、塑性和半塑性三种；根据火山碎屑物的组分和结构可分为岩屑、晶屑和玻屑三种；按火山碎屑物的来源可分为同源碎屑、异源碎屑和深

源碎屑三种。其中岩屑、晶屑和玻屑的识别，在野外火山岩的分类定名中尤其重要。火山碎屑岩的结构按成因和粒度进行分类。

(1) 与成因有关的结构包括以下几种。

a. 塑变熔结结构：主要由塑性玻屑和塑性岩屑平行堆积熔结形成的结构特征，有时可含少量刚性碎屑。进一步按粒度划分为熔结集块，熔结角砾和熔结凝灰结构；碎屑熔岩结构，是火山碎屑岩向熔岩过渡类型的结构，其特点是熔岩的含量增高。

b. 沉火山碎屑结构：是火山碎屑岩向正常沉积岩过渡类型的结构，但以火山碎屑物为主。

c. 凝灰沉积结构：也是火山碎屑岩向正常沉积岩过渡类型的结构，但正常沉积物的含量增高了。

(2) 按粒度划分的结构有：

a. 集块结构：指火山碎屑物粒度 $>64\text{mm}$ ，含量 $>50\%$ ；

b. 火山角砾结构：火山碎屑物粒度在 $64\sim2\text{mm}$ 之间，含量 $>50\%$ ；

c. 凝灰结构：火山碎屑物粒度 $<0.0625\text{mm}$ 之间，含量 $>50\%$ 。

火山碎屑岩的构造主要包括：假流纹构造、层理构造等。

2) 火山碎屑岩的分类命名：火山碎屑岩的分类方法较多，常用的分类方法主要考虑两方面，一是火山碎屑物的含量，以及熔岩和正常沉积物的相对含量；

二是火山碎屑物的成分。

(1) 当火山碎屑物含量 $>90\%$ 时, 为正常火山碎屑岩, 进一步划分主要依据晶屑的种类和碎屑物的粒度;

(2) 当火山碎屑物含量 $<90\%$ (一般在 $10\%\sim 90\%$ 之间), 胶结物主要为熔岩时, 应为向熔岩过渡的火山碎屑岩。进一步划分基本同上一类;

(3) 向沉积岩过渡的火山碎屑岩是在水盆地中沉积, 压实成岩形成的。在分类命名时, 除了应考虑火山碎屑物的种类之外, 还应考虑正常沉积物的种类, 颜色和沉积特征。

需要指出的是, 因为很多火山岩和火山碎屑岩结晶程度差, 在野外很难确定岩石名称。因此, 野外填图工作应与室内岩石薄片研究和岩石化学分析相结合, 才可能获得准确的岩石名称和填图区岩浆活动的各种信息。有关火山碎屑岩的分类命名见表 3-1。

第四章 变质岩野外调查要点

一、常见区域变质岩分类

常用的区域变质岩分类见表 4-1。

表 4-1 常见区域变质岩分类表

岩石类型与原类系列	低级变质岩	中级变质岩	高级变质岩
千枚岩、云母片岩、片麻岩类原岩为粘土岩、泥岩、泥质粉砂岩	板岩、千枚岩、绿泥绢云片岩	白云片岩、黑云片岩、二云母片岩、含石榴石、十字石、红柱石、蓝晶石、堇青石、硬绿泥石云母片岩	含石榴石、夕线石、堇青石、黑云母片麻岩、榴辉云母片岩
斜长片麻岩—变粒岩—石英岩，原岩为各种砂岩、粉砂岩；火山碎屑及中酸性火山岩或花岗质岩石	变质砂岩、粉砂岩、砂质板岩、片理化硬砂岩、石英岩；变质流纹岩、英安岩及凝灰岩、变质花岗质岩石	黑云石英片岩、石英岩、浅粒岩、黑云变粒岩；黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩	变粒岩、麻粒岩、石英岩、硬玉石英岩；（石榴）黑云角闪斜长片麻岩 浅色榴辉岩

续表 4-1

岩石类型与原类系列	低级变质岩	中级变质岩	高级变质岩
大理岩—钙镁硅酸盐岩类,原岩为灰岩、白云岩、泥灰岩、钙质页岩	结晶灰岩 钙质千枚岩	方柱石、透闪石大理岩;(石榴石、符山石、帘石)大理岩、钙质云母片岩;(透辉、透闪、阳起、帘石)变粒岩	(金云母、透辉石、绿辉石、橄榄石)大理岩;(透辉石、方柱石)变粒岩
绿片岩—斜长角闪岩类,原岩为基性火山岩,部分为白云质泥云岩	钠长绿帘绿泥片岩、阳起片岩、绢云绿泥片岩	角闪片岩、角闪变粒岩、细粒斜长角闪岩	角闪辉石变粒岩、片麻岩;斜长角闪岩;基性麻粒岩;基性榴辉岩
蛇纹滑石片岩、橄榄岩类,原岩为超基性岩	蛇纹石片岩、滑石片岩、直闪绿泥片岩	透闪石岩	辉石岩、角闪石岩、石榴辉石岩、橄榄岩

二、区域变质岩描述要点

1. 变质岩结构构造

1) 变余结构、构造:在低级、极低级变质岩中,甚至在部分中高级变质岩中,保留原岩的结构特点,如**变质侵入岩**中的变余辉绿结构、变余花岗结构、变余块状构造;**变质火山岩**中的变余岩屑结构、变余晶屑结构、变余斑状结构、变余气孔结构、变余流纹构造、变余枕状构造;**变质沉积岩**中的变余砂状结构、变余层理构造。然而,在强烈变形作用下可产生类似

于层理的成分层构造、类似于砾岩的石香肠、构造透视镜体构造，应注意区分。

2) 变晶结构：由变质作用过程中产生的矿物称做变晶。由变晶形态、大小、相互关系反映的结构称作变质结构。变晶按粒度分为：粗粒 ($\geq 2\text{mm}$)、中粒 ($2\sim 1\text{mm}$)、细粒 ($1\sim 0.1\text{mm}$)、微粒 ($< 0.1\text{mm}$)。变晶结构进一步可分为变斑状结构、鳞片变晶结构、纤维状变晶结构、粒状变晶结构等。

3) 变质构造，包括以下几种：

(1) 板状构造 (板劈理)：由肉眼难以辨别的微晶—隐晶质变质矿物组成，沿密集的板片状板劈理裂开平整光滑、色泽暗淡的面状构造。

(2) 千枚状构造：由肉眼难以分辨的片状、粒状微晶变质变余矿物组成，有强烈的丝绢光泽的面状构造。

(3) 片状构造：由肉眼可以识别的片状、针柱状及粒状变质矿物组成的面状构造。千枚状构造与片状构造又称为片理。

(4) 片麻状构造：由粒状、板片状中粗粒变质矿物组成，板片状矿物在粒状变质矿物中断续定向分布构成的构造。

(5) 其余还有线状构造 (线理)、块状构造、斑点构造、眼球状构造、阴影状构造、条痕状构造、条带状构造等。

2. 基本岩石名称

(1) 变质轻微仍保持原岩特点的岩石称“变××

岩”、“变质××岩”。

(2) 以岩石构造为基本名称，如板岩（板状构造）、千枚岩（千枚状构造）、片岩（片状构造）、片麻岩（片麻状构造）。

(3) 对于片麻状一块状构造的变质岩石根据长石、石英及其他粒状特征变质矿物类型与比例，划分为变粒岩、浅粒岩、麻粒岩、榴辉岩、斜长角闪岩、角闪岩、大理岩等。

3. 变质岩命名

粒度+矿物+基本岩石名称；基本岩石名称前，参加岩石定名的矿物按含量增加为序，含量高的矿物靠近基本岩石名称。

某种矿物大于 90%可直接以该矿物命名如角闪岩、辉石岩。

4. 变质岩的描述（见表 4-2）。

表 4-2 变质岩的描述要点

颜色	灰、杂色、墨绿色、棕褐色等
结构	细粒、中粒、粗粒、变余结构、变晶结构、变斑状
构造	片理、层理、劈理、线理 巨厚层（>50cm）；厚层（10~50cm）；中厚层（5~10cm）； 薄层（<5cm）。层状、条带状、眼球状、变余构造、千枚状、 片状、片麻状、阴影状、条痕状、肠状、皱纹状构造
矿物组成	主要矿物含量，特征变质矿物含量

三、动力变质岩分类与描述要点

1. 动力变质岩的一般特点

- (1) 发育于断裂带、韧性剪切带中,呈线状分布;
- (2) 在地貌上常呈洼沟或陡墙;
- (3) 具碎裂结构或糜棱结构, 含角砾状碎斑或糜棱残斑;
- (4) 动力变质带中岩性特点变化大, 岩石面貌受原岩、变形强度、流体作用影响, 常伴有蚀变与矿化。

2. 动力变质岩的类型 (表 4-3)

表 4-3 动力变质岩的类型

		未固结的		固结的				
		无面理的		面理化的				
基质的性质	构造破碎强于重结晶	构造角砾	构造角砾岩	初糜棱岩		糜棱岩系列	<50	基质含量 (%)
		断层泥	碎裂岩	千糜岩变种	糜棱岩		50~90	
	超碎裂岩		超糜棱岩	<90				
	重结晶为主			变余糜棱岩				
	玻璃质		假玄武玻璃					

四、变质作用主要类型基本特征

变质作用主要类型的基本特征详见表 4-4。

五、区域低温动力、埋深变质作用区调查要点

此类变质作用发育极低级、低级（浊沸石相、葡萄石-绿纤石相、蓝闪硬柱石相、蓝闪绿片岩相、低绿片岩相和绿片岩相）变质岩，常见岩石为千枚岩、板岩、变质砂岩和结晶灰岩。

1. 填图单元

极低级、低级变质岩既具有一定的变质岩特点，又保留一定的原岩特点。结合室内研究，可恢复原岩类型。在野外多保持较清楚的沉积地层性质，此类型区可采用构造-地（岩）层-事件法填图。可以建立群、组、段等地层单位并恢复地层层序。

2. 工作程序

在极低级或低级变质岩区开展区域地质调查，一般应先区分测区不同的构造-变质区段。在一个区段内选择地层出露相对完整、构造相对简单的剖面，查明构造形态，确定相对层序与填图单元。

往往穿越法路线间简单连图不能反映复杂的褶皱客观状况，很难识别、确定变质岩区大的构造形态。应先宏观（遥感）后微观（露头构造以及镜下显微构造），构造作先导，结合变质岩石组合（标志层）的追索和变质岩原岩建造研究，穿越法与追索法相结合、地表地质调查与遥感解译相结合的方法开展工作，从而建立平面构造式样和区段内变形序列及各序次变形特点。标志层的选择是查明构造形态与格架的关键，

注意选择碳质页岩、稳定的砂岩、灰岩、白云岩、顺层的辉绿岩等作为标志层。还应注意同一序次构造强度在空间上的变化。

3. 构造与变质史调查

主要是通过小构造的调查以及形成小构造的变形事件中产生的岩石显微组构、矿物组合等确定与变质作用的关系。一般应选择褶皱核部的露头，认真观察记录不同走向、倾向的构造面，采集相应的定向样品。查明岩石面状构造的性质十分重要。在野外应注意区分原始层理（So）、劈理、千枚理、片理、片麻理与后期叠加的剪切面理等面状构造，尤其是存在多种面状构造类型的情况下，应详细记录面状构造的性质、产状，注意区分不同幕次的面理的矿物组合。注意测量线理的方向、记录线理类型（矿物线理、矿物集合体或石香肠等表现的线理）、褶皱的脊线、滑动的沟纹、条痕、纹线等，并注意线理的期次的区分。

注意将区域构造、露头构造、手标本及显微构造调查与研究结合起来。通过区域构造、露头构造、显微构造确定不同构造序次的构造式样、运动学与动力学性质、查明形成构造的动力学机制（挤压、收缩、伸展、走滑等），并进一步确定其在宏观层次构造的性质（薄皮与厚皮逆冲推覆、侧向挤出、多层滑脱等），探讨其形成的地球动力学机制与过程。

4. 变质带划分

极低级、低级变质作用区，结合室内研究，可以

划分低级成岩带，高级成岩带，低级浅层（近）变质带、高级浅层（近）变质带、极低级变质带。对埋深变质作用区，依次可出现浊沸石相带、葡萄石—绿纤石带、绿帘—蓝闪片岩带、蓝闪—硬柱石带。

5. 变质岩原岩类型调查的内容

(1) 地质产状特征：如沉积地层宏观层状构造、变质侵入岩表现为大范围单一的变质花岗质片麻岩并可保留一定的侵入关系等。

(2) 变质原岩结构、构造：变质岩中有各种原岩残余结构可用来确定变质岩原岩性质。如通过查明具有黑云变粒岩、浅粒岩夹层，确定斜长角闪岩属火山凝灰岩沉积原岩，而不是变质侵入岩床变质而成；变余结构、构造包括：变余（斜）层理构造、变余砂岩结构、变余层状构造、变余枕状构造、变余沉积韵律、变余杏仁构造、变余气孔构造、变余流纹构造、变余条带状构造、变余花岗结构、变余辉绿结构等。

(3) 岩石共生组合：如低级变质的侵入岩可以保留原侵入岩的相同、相近的矿物组合；在高级变质岩系中依据浅色榴辉岩与硬玉石英岩、榴辉岩白云片岩共生的特点，确定浅色榴辉岩的原岩属碎屑岩变质而成。

(4) 结合人工重砂，通过副矿物特征研究，确定变质岩原岩类型。

六、区域动力热流（递增）变质作用区调查要点

区域动力热流变质作用区表现为同一变质期变质作用强度在空间上不均匀性，由低绿片岩相—高角闪岩相，甚至麻粒岩相。空间上表现为热穹隆，在热穹隆的核部可发育陆壳重熔型花岗质岩石。区域动力热流变质作用的程度与地（岩）层年代不具对应性。

由于变质作用程度不均匀且经历多期次变质与变形作用，此类变质区虽然可恢复变质岩原岩类型，但难于恢复原始地层层序。应采用构造—岩石（层）—事件法填图。此类变质作用区区域地质调查的重点是变质带的时空演化、变质作用与变形作用及花岗岩形成作用的关系。

1. 变质带的填图

按特征变化矿物划分变质带是野外基本工作方法。

（1）泥质变质岩中的变质带：依据泥质变质岩中的特征变质矿物可划分出：① 绢云母—绿泥石带；② 黑云母带；③ 石榴石带；④ 十字石带；⑤ 红柱石带（或蓝晶石带）；⑥ 夕线石带（或夕线石—堇青石带）。一般来说①、②称低绿片岩相；③为高绿片岩相；④、⑤为低角闪岩相；⑥为高角闪岩相—麻粒岩相。野外应注意观察与记录变斑状特征变质矿物首次出现的位置。岩石的化学成分可能会影响特征变质矿物的出现顺序。另外还应该注意不同变质阶段的变形矿物的叠

加问题。

(2) 基性变质岩中的变质带：随变质程度增加可以划出：① 钠长石-绿泥石带；② 钠长石-阳起石带；③ 钠长石-普通角闪石带；④ 斜长石-普通角闪石带；⑤ 辉石带。一般来说，①、②为绿片岩相，③为低角闪岩相，④为高角闪岩相，⑤为高角闪岩相—麻粒岩相。

2. 递增变质与变形作用关系及其时空演化特征的调查

(1) 通过不同幕次变形构造中产生的面理构造和变质矿物组合的调查与研究,建立递增变质作用区变质结晶作用与变形作用的关系框架。以主期变形构造片理作为计时标,从而建立变质变形序列。构造变形调查应先低级变质区后中高级变质区,先简后繁,先弱后强。不同变质变形阶段中产生的脉体矿物组合、组构、地球化学特点都不同,可作为野外划分变质变形期次、阶段的佐证。

(2) 区域动力热流变质作用区变质作用是多幕次的,一般早期经历普遍的低绿片岩相单相变质幕,主期发育围绕区域热流动力异常中心发育递增变质带,晚期伴随韧性剪切作用发生退化变质作用。应以主期构造变形产生的片理为计时标,在野外调查并结合显微组构的研究,确定不同特征变质矿物及其相应的变质带形成的时空变化关系。

(3) 应注意观察和总结变质带与地层、岩层界线、

构造走向线的关系。递增变质带围绕着区域热动力异常中心呈不规则环状,往往与地层与构造走向线相交。

3. 递增变质作用与花岗岩形成作用的关系的调查

以一个地区主期变质与变形构造为计时标,侵入的花岗质岩石可分为变质变形期前、同变质变形期和变质变形期后几类。变质变形期前的侵入体一般经历不同程度的变质变形改造。同变质变形期侵入体往往发育于热穹隆中心。在同变质变形期花岗质岩体内部有变质岩残留层。岩体内部片麻理发育,与变质岩残留条带和谐。花岗质岩体与外围变质岩层呈渐变过渡关系。变质带与花岗质岩体空间展布关系和谐。同变质变形期花岗质岩体应是在导致区域动力热流变质作用的同一深部热流、流体流作用下,在主期变质作用的高峰期陆壳重熔的产物。

4. 变质作用时空演化的调查

变质作用的 PTt 轨迹是同一变质作用(构造)轮回中不同幕次变质作用温度、压力随时间的演化过程。以构造变形作为计时标,通过建立变质、变形序列和测定不同幕次、同幕次不同阶段变质矿物组合形成的温度压力,从而建立变质作用压力-温度-时间-变形顺序($PTtD$)。野外应注意采集不同幕次、同幕次不同阶段变质岩石样品,以备变质作用矿物对温压计研究。

七、区域中高温变质作用区调查要点

区域中高温变质作用区（中高级变质区）的变质岩石主要有两类：变质表壳岩与变质深成岩。中高级变质区填图工作应采用构造-岩石（层）-事件法，以正确划分岩石（层）单位为基础，以综合构造分析为手段，从而达到正确建立地质事件演化的目的。

1. 填图单位划分

高级变质区是以片麻岩类岩石广泛发育为其重要特征，各种片麻岩类通常占高级区面积的 70%~80%，而变质表壳岩多呈不同形态包体分布于其中；但也有一部分高级变质区是以变质表壳岩出露占优势，出露面积可占 60% 以上。正确划分地质填图单元是填图工作中十分关键的第一步。

1) 变质深成岩（或片麻岩类）填图单元划分

（1）同一单位应具有相同的或近似的矿物组合。变质程度低的应按岩浆岩系统进行划分，原岩成分及结构已遭明显改造的变质深成岩应以主体变质岩石的名称命名，而不宜用恢复原岩后的称谓定名（如云英闪长质、花岗闪长质等等）。

（2）遭到多期变形改造的变质深成岩，应先分后合的方式进行。首先以（1）原则划分填图单位，在后期研究填图单位关系时，找出哪些是经过岩石再造作用导致岩貌明显差异，即所谓“同岩异化”，然后再进行归并。

（3）同一单位往往含有相同或相似的包体类型，并常常发育有相似的脉岩或岩墙。

(4) 查明各填图单位的关系（是否为侵入关系；与围岩是否呈渐变过渡关系，注意是重熔程度差别，还是韧性剪切变形引起的；不正常的构造接触关系）。

(5) 查明填图单位内部组构和构造特征，识别其面理成因类型（原生的或次生的），确立面理展布规律。

(6) 对变质变形改造明显的填图单位，在系统查明其相互关系的基础上，结合室内测试资料综合分析，进行最后的分解与归并，并以该单元主要变质岩石的名称命名；相当于变质深成岩的基本单位，则以地名+片麻岩（体）表示，对具有成因联系的几个单元可归并为地名+片麻岩套。对于难分解的复杂的变质深成岩则以非正式单位的片麻杂岩表示。

(7) 对已建立的填图单位，至少要有一条实测剖面对其进行系统研究和采样。

2) 变质表壳岩填图单元划分

(1) 将具有相同或成因有密切共生联系的变质岩石地层做为一个填图单元。其内部结构往往由于多期变形和变质作用改造，呈无序或有序与无序共存的状态。

(2) 应查明各填图单元空间展布特征、各单元间以及与变质深成岩单元间的相互关系。

(3) 在多期变形复杂区，要选择弱变形域，查明有关单元的初始产出状态与各填图单元的叠置关系，为确立变质岩石地层单元排序打下可靠基础。

(4) 查明各单元接触关系性质（连续过渡、平行

不整合、角度不整合或构造不整合)。

(5)查明各单元中发育的面理类型(原生、次生)、不同类型面理在变质岩石地层中的展布样式、组合特征。

(6)变质岩石地层层序的建立是在综合分析了野外与室内工作证据的前提下才可能进行。变质岩石地层组合特征、岩组间的亲缘关系、各岩组间沉积堆积的演化趋势以及重要的接触关系的确立是关键的内容。

(7)变质岩石地层单元都应有 1~2 条比例尺适当的实测剖面。实测时间一般应在填图工作的中后期,在对填图区构造格局已基本了解情况下,选择出露好、自然条件方便、构造相对简单、地层保存较全的地区进行最为有利。

(8)高级变质岩石地层的组级单位,由于其内部经变质变形改造,相当于组级单位岩石地层都或多或少出现缺失或重复,甚至局部出现新老倒置等一系列非正常关系,但与其上下的组级单位位置是十分确定的,应使用岩石组合的简称岩组。岩组一词之前加以岩组内主要变质岩石类型命名。然后再将有成因联系的岩组归并岩群。

3) 其他地质填图单位的建立

(1)关于岩墙与岩脉的观测与研究:变质岩区岩墙与岩脉在地壳构造演化过程中占有特殊的地位。由于其出露宽度往往较小,在图面上不能全部绘出。但

由于它有重要的研究价值,在填图过程中应注意查明:岩墙、岩脉矿物组成、结构与构造的特征;确定岩墙和岩脉规模、展布和其产状被改造程度;岩墙、岩脉与围岩之间的关系,阐明它们侵入围岩的构造背景;确立不同岩墙、岩脉的改造程度。

(2) 对特征性的岩石处理方法:在高级变质岩区存在着有特殊意义的岩层、岩体和岩石组合体,如超镁铁质岩、高压麻粒岩、榴辉岩、基性岩类、同源暗色析离体、石英岩、大理岩、磁铁石英岩以及变质砾岩等等。在对其系统观测研究后,在地质图上夸大表示。

(3) 关于长英质脉体的观测与研究应注意:查明长英脉体组成成分、类型,内部结构特征;对长英质脉体的形态、展布方位进行测量和统计,查明脉体与围岩的关系,确立脉体的时空分布规律及成因类型;查明长英质脉体与区域构造变形之间的关系,把脉体与变形作用有机结合起来,为划分构造期次打下物质基础。

2. 中高级变质区构造变形的观测研究

中高级变质区在构造变形作用机制与构造样式上与弱变质或未变质区的岩石变形有明显区别。高级变质岩石在下地壳环境下的变形过程是一种透入性的,但同时又是非均衡性的过程。这种变形岩石其后又多次遭到不同构造条件下的改造,这更增加了变形地体的构造复杂性。选择标志层或标志的岩石组合是

确立高级区变质岩客观空间展布特点，构造形态、变形序列的重要途径，应结合遥感资料的解释和追索法与穿越法结合，才能查明变质岩层客观展布标志，防止地质图的失真。中高级变质岩石中构造变形的观察与研究应注意：

1) 变质深成岩中变形作用的观察

(1) 注意识别原生构造与次生构造，并进行各种产状要素测量与统计。

(2) 注意其中各种类型包体的内部组构与变形以及整体变形特征的观测、统计。

(3) 查明变质深成岩中假层状构造或条带构造的成因，以及它们与韧性剪切变形的关系。

(4) 注意不同填图单位内部的各种成因类型构造要素的组合关系，为重建研究区地质事件提供实际依据。

2) 变质岩石地层中变形作用的观察

(1) 注意分辨具假层状构造的变质深成岩与变质沉积岩石地层，防止片麻岩单位扩大化。

(2) 在高级变质区中，早期下地壳环境的构造变形是以岩石地层的透入性顺层韧性剪切流动变形为特征，这种变形过程几乎是和变质作用、分层重熔作用相伴而生。

(3) 顺层韧性剪切变形的变形面或变形层，包括原生或次生变质岩层、变形分解和变质重熔形成的长英脉体等。由于组成成分和结构构造的多样性，决定

了顺层韧性剪切变形构造样式的复杂性。应注意查明厚层状和互层状岩层中的变形样式特征；查明顺层剪切褶皱三维几何要素与线状构造关系；查明不同岩组的接触关系性质；注意收集典型岩石地层物质成分、组构转变的野外实际资料，查明变形—变质—重熔的关系。

（4）注意收集后期叠加构造的研究资料。

3）加强大型韧性剪切带的观察与研究

3. 高级变质区地质事件表的建立

1）建立地质事件的一般原则

（1）地质事件表的编制，要从设计编写阶段开始，通过野外与室内工作各个阶段的深入研究，用获得的新资料，不断修正和完善。

（2）地质事件表的建立，要在正确地建立区域构造格架，正确地划分构造演化阶段和正确划分构造域的基础上进行。

（3）要从野外第一性原始资料的收集开始，处理好局部与全局性事件的关系，处理好露头、路线与典型区地质事件对比。

（4）事件的建立应遵循：被变形的构造要早于变形的构造；被穿切的构造要早于穿切构造等等。确定变质杂岩中不整合主要依据有：上下变质类型、程度的突变；上下岩区类型岩石建造的突变；上下变形构造式样、构造复杂性、穿切关系的差别；有底砾岩层和古风化壳，但应注意真假砾岩；上下岩系中条带发育

的特点、岩浆作用表现的差别；同位素年代学证据。

(5) 在复杂构造区，应分别建立各构造域的事件表，在进行构造对比后，再建立全区性的地质事件表。

2) 一般程序和有关内容要点

(1) 在全面综合研究基础上，确定测区大地构造背景及构造阶段划分与主要构造运动。

(2) 按变质岩石地层组合分析，建立区内变质岩石地层层序，确定各岩组的原岩建造类型及古构造环境，建立沉积作用——火山活动演化顺序。

(3) 确立变质深层岩和侵入体相对时序，查明它们之间的关系，参考同位素测年资料建立岩浆事件演化顺序。

(4) 构造变形事件序列的建立，应确立不同构造阶段、不同构造环境中变形组合要素的形成顺序。

(5) 变质作用事件序列，应和变形事件密切结合，查明不同温压环境下及不同构造条件中岩石变质作用类型、影响空间及随时间的发展变质作用演化的一般规律。

(6) 同位素测年资料是地质事件研究中十分关键的数据，应保证测年样品的取样、测试的可靠性。

第五章 第四纪地质野外调查要点

一、第四纪地质点观察、记录要点

(一) 与地质点相关的记录内容

如时间、点号；地理位置、海拔高度及相对高程等。

(二) 地貌形态观察和记录

以堆积地貌为研究重点。划分地貌类型和微地貌单元，描述或测量其形态特征，(面积、宽度、高度或深度)，指明观察点所在的地貌部位。

(三) 地层剖面观察

详细观察、描述下列内容：

1. 厚度：测量并描述记录剖面中各层的厚度变化情况。

2. 颜色：地层的颜色一般用“深浅程度(浅、深、谈、暗)”表示；如浅灰黄色，暗黑褐色。松散堆积物的颜色除反映其岩矿成分和后期风化过程外，还取决于堆积物的湿润程度。因此，观察颜色时，应注意地层在干湿情况下颜色的变化。

3. 确定粒度等级。

4. 结构构造：包括各种层面和层间构造，上下层的接触关系，颗粒排列及其外表特征等。除用文字描述外，

还应用测量数据说明之。

5. 土状堆积物的可塑性和坚实程度。

6. 风化现象；风化程度，尤应注意观察剖面中的古风化壳和古土壤层。

7. 砾石层应作为观察重点，（见岩性观察要点）

8. 有特殊意义的地质现象，如砂矿层、化石、文化遗迹、火山灰层、化学沉积层(如岩盐层、铁质壳层、结核层等)、泥炭、古土壤层等的观察、记录和采样。

9. 岩层的划分和命名，根据堆积层特征予以命名，名称应体现堆积物的颜色、风化程度、胶结程度，机械组合和岩矿成分的特征，如“黑色粘土层”、“灰白色钙质胶结砾石层”。

10. 与基岩的接触关系。

(四) 成因和时代的初步确定

根据地貌和地层剖面观察，推测堆积物的形成环境和相对年龄。

(五) 采集标本和分析、鉴定样品

除必须采集化石、岩石等标本外，根据剖面特点及意义，采集粒组分析、绝对年龄、古气候等分析样品，并详细记录。

(六) 摄影和素描

摄影和素描是搜集有关地貌形态和地层剖面特征的

重要手段。摄影、素描后均用详细文字加以说明。

二、第四纪沉积物岩性观察、记录要点

(一) 基本调查要点

1. 沉积物颗粒成分。
2. 粒度特征：粒径及岩性分类、粒级组成等(表 5-1)。
3. 颜色：区分原生色、次生色、干色、湿色加以描述。
4. 结构构造：区分原生和次生构造。
5. 胶结方式和固结程度。

表 5-1 碎屑沉积物粒组划分

粒径 mm	> 1000	1000 -200	200 -20	20 -2	2- 0.5	0.5- 0.25	0.25 -0.1	0.1- 0.05	0.05- 0.005	< 0.005
粒组	巨砾	大砾	中砾	细砾	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粉砂	粘土
	砾				砂					

6. 岩性定名(表 5-2)

表 5-2 按粒度成分的碎屑沉积物分类

名称 粒组	砾石层	砂层	亚砂土层	亚粘土层	粘土层
砾 粒(%)	>10	<10			
粘 粒(%)		<3	3—10	10-30	>30

(二) 砾石层观察、记录要点

1. 砾性：砾石的岩性成分。
2. 砾径：分别记录最大砾径和平均砾径，并用百分比估计比例。
3. 砾向：砾石 AB 面的倾向和倾角，定向性程度等。
4. 砾态：包括球度(砾石 A、B、C 三轴的差异程度)和磨圆度(磨圆度可分为圆、次圆、次棱角和棱角，参见图 5-1)。
5. 表面特征：光滑程度，有无擦痕及擦痕的特征等。
6. 风化程度：分未风化、弱风化、中等风化、强风化和全风化。
7. 充填或胶结方式与程度。
8. 对意义重大的砾石层还应进行砾石统计测量(砾石测量表见表 5-3)。

表 5-3 砾石测量记录表

观测点：

记录人：

编号	砾石成分	各轴长度(mm)			扁平面产状		磨圆度				风化程度					其它特征
		A 轴	B 轴	C 轴	倾向	倾角										

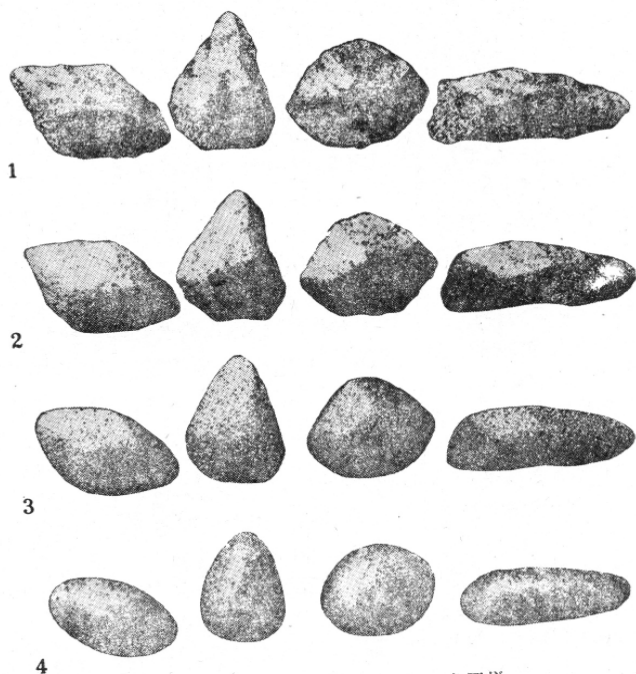


图 5-1 砾石磨圆度划分参考

1-- 棱角；2—次棱；3—次圆；4—圆

() 土状堆积物观察、记录要点：

注意观察岩性的可塑性、坚硬程度、土层的风化程度(如古风化壳和古土壤层野外调查时常将第四纪土状堆积物分为：粘土、亚粘土、亚砂土、砂土，鉴别标志见表 5-4

表5-4 野外砂—土状沉积鉴定特征表

陆相沉积名称	肉眼观察或放大镜观察情况	干土性质	湿土性质	颗粒含量(%)	
				<0.01	<0.002
砂土	几乎全部为大于0.25mm的颗粒	松散的	在湿度不大时具有明显的粘浆性, 过度潮湿时即处于流动状态	5	<2
粘土质砂	几乎全部为大于0.25mm颗粒组成, 少数为粘土	松散的		5-10	
亚砂土	大于0.25mm颗粒占大多数。其余为	用手掌压或掷于板上, 易压碎	非塑性。不能搓成细条。球面形成裂纹破碎	10-30	2-10
亚粘土	占多数的粘土颗粒中, 偶见大于0.25mm颗粒	用锤击或用手压。土块易碎	有塑性。不能搓成细长条, 弯折时断裂, 可以捏成球形	30-50	10—30
粘土	同类细粘土, 不含大于0.25mm的颗粒	硬土不易被锤击成粉末	可塑性。有粘性和滑感, 易搓成直径小于1mm细长条而不断, 易搓成球形	>50	>30

三、第四纪沉积物成因观察、记录要点

认真开展沉积物成因类型的标志调查, 包括: 沉积学标志、地貌标志和环境标志, 并综合标志进行成因类

型划分。标志特征参见表5-5

表5-5 确定堆积物成因类型的主要标志

成因类型		残积物 el	坡积物 dl	洪积物 pl	冲积物 al	湖积物 l	沼泽沉积 lhh
标志							
沉积学标志	粒度成分	变化较大，细粒为主	细粒为主	砂、砾及粘质砂土为主	砾石、砂、粘质砂土、砂质粘土	细粒为主有砾石、砂	细粒为主
	产状	零乱	与山坡坡面基本一致	不规则	A轴与流向一致，AB面倾向上游呈迭瓦状排列	规则	规则
	磨圆	棱角状为主	棱角，次棱	次棱、次圆	次圆、圆	次圆、圆	
	表面特征	表面粗糙，不规则	有时见零乱的擦痕	有模糊零乱擦痕	表面光滑	圆形、表面光滑	

续表 5-5 (续 1)

成因类型 标志		残积物 el	坡积物 dl	洪积物 pl	冲积物 al	湖积物 l	沼泽沉积 lhh
沉积学标志	构造	发育完全时可分层	多次堆积可分层，层与坡	具多层结构，交错层，透镜体	二元结构，斜交层，透镜	水平层理斜层理	水平层理
	粒径及变化	分选较好，剖面下粗上细	从坡顶向坡麓变细	从山(沟)口向外缘逐渐变	分选较好，剖面下粗上细	向湖心变细，分选好	均匀
	岩矿成分	同下伏基岩，可能有次生变化	与坡顶基岩相同，不稳定矿物能保存	成分较复杂	成分复杂，不稳定矿物少	复杂性取决于湖岸基岩及湖河流	粘土矿物有机质十分丰富
	地层界线	不很清楚不平整	与al、pl、gl等界线清楚	清楚	清晰，明显，比较平整	明显清晰	明显

续表 5-5 (续 2)

成因类型		残积 el	坡积 dl	洪积 pl	冲积 al	湖积 l	沼泽 lhh
地貌学标志	堆积的部位	分水岭等平坦地区	山坡下段	沟口、山口地形骤变处(由陡变缓)	河谷、冲积平原	湖盆湖滨	平原高原
	堆积地貌		坡积锥, 坡积裙	洪积扇, 洪积裙、洪积平原	阶地, 河漫滩, 砂洲砂堤, 冲积平原	湖积堤湖积平原	沼泽平原
	分布形状	片状	锥状组合环带状	扇形组合面状带状	长条形为主, 面状	块状	块状带状
环境标志	古生物方面		古土壤、动植物化石、孢粉	孢粉、动植物化石、	泥炭、动植物化石、孢粉	淡水动物化石、水生植物残骸	大量孢粉和植物残骸, 水生生物

续表 5-5 (续 3)

成因类型		残 积 el	坡 积 dl	洪 积 pl	冲积 al	湖 积l	沼 泽 lhh
环境标志	气候方面	各种气候带，以热带亚热带发育	温湿气候	干旱气候及半干旱气候为主	潮湿气候	湿润气候	各种气候条件

续表 5-5 (续 4)

成因类型 标志		冰碛物 (gl)	冰水沉积物 (fgl)	风积物	化学堆积物
沉积学标志	粒度成分	泥砾、粒径悬殊	砂粘土等土状堆积物局部有砾石	细粒为主(砂、砂质粘土、粘质砂土)	
	产状	一般无规则	有一定规则		
	磨圆	棱、为主次棱	次棱为主、少次圆		
	形状	多痕深而规则的擦痕、凹坑	部分砾石可能有擦痕磨光面		

续表 5-5 (续 5)

成因类型 标志		冰碛物 (gl)	冰水沉积物 (fgl)	风积物	化学堆 积物
沉积学标志	结构、 构造		有明显的层 理及斜层理, 透镜体	层理不清楚 或为缓倾的 斜层理	有层理
	粒径及 变化	大小混杂, 大 小砾远扬	随堆积时季 节性气候变 化有明显差 异	分选极好, 沿风力方向 变细	均匀
	岩矿成 分	较复杂, 大 量不稳定 矿物存在	同 左	以坚硬的碎 屑矿物为 主, 风成黄 土有粘土矿 物	取决于 矿液化 学
地貌标志	堆积物 的部 位	古冰川U 谷, 冰汛平 原	冰川区外缘 和冰流内洞 穴堆积	干旱区, 冰 川区外缘及 海滨; 河岸	湖泊 洞穴
	堆 积 地 貌	冰碛垅、鼓 丘及 冰汛平原	冰水阶地, 冰 砾阜、蛇丘、 冰水冲积扇	沙丘、沙垅 和黄土塬、 梁峁	
	分 布 形 状	长条形、弧 形、 扇形	长条形	带状 面状	片状、 星点状

续表 5-5 (续 6)

成因类型 标志		冰碛物 (gl)	冰水沉积物 (fgl)	风积物	化学堆 积物
环境 标志	古生物 方面	耐寒的动 植物化 石、孢粉	同 左	动植物残 骸、干旱孢 粉	
	气候 方面	寒冷气候	同 左	干旱气候、 寒冷气候	干旱、潮 湿气候均 有

四、第四纪地层野外调查要点

(一) 地层相对序列建立

1. 第四纪地层序列的建立需经过：野外→野外与室内

内→室内三个阶段，分别完成三个层次的地层划分：地层相对顺序的建立→地层地质时代序列→地层地质年龄序列。野外重点是地层相对序列的建立。

2. 对地层空间分布连续的可根据地层之间的接触关系，如：侵蚀关系、覆盖关系、掩埋关系、过渡关系，来确定地层新老(或形成先后)顺序；

3. 对于地质体分布不连续的可根据以下方法确定其新老(先后)顺序。

(1)地貌学法：根据地貌形成和发震的阶段性的，来确定组成各地貌单元的沉积物的形成前后，如：在构造上升地区(如河谷区)，位置愈高时代愈老。

(2) 比较岩石学法：地表不同时期沉积物的物质组成、组合特点、颜色和风化程度是有差别的。一方面可根据沉积物的组合特点确定相对新老关系，一般地，时代愈老的沉积物，其风化程度愈高。

(3) 特殊沉积物夹层对比：第四纪时期无论构造运动还是气候环境变化都十分强烈，由此形成的特殊沉积层可作为地层对比的基础，地层对比常用特殊沉积夹层有：古土壤层、火山灰层、盐类沉积层、冰川沉积层、风沙沉积层等。

(二) 第四纪地层单位类型

第四纪地层单位可分为以下几种类型。

1. 岩石地层单位
2. 生物地层单位
3. 地貌地层单位
4. 年代地层单位
5. 土壤地层单位
6. 磁性地层单位
7. 气候地层单位
8. 成因地层单位

第四纪地层研究更加强调多重地层对比和组合地层划分，实际中应根据测区的地质特征选择上述几种进

行划分。其中年代地层划分是必需的。

五、第四纪古气候野外调查要点

第四纪古气候标志调查要点见(表 5-6)

表 5-6 古气候环境研究内容

标 志	无 机 界	有 机
宏观标志	①地貌标志	①动物化石组
合	②沉积物成因组合	②植物化石组 合 ③人类活动遗 存
微观标志	①地球化学组成变化	①孢子花粉组合
	②碳氧同位素变化	②微体动物组合
	③微观岩石学特征	③有机质含量变 化

第四纪古气候标志划分为：岩石气候标志、地貌气候标志、宏观生物气候标志等宏观气候标志和物理气候化学和化学气候标志、微观生物气候标志等微观气候标志(表 5-6)。

第四纪气候野外调查的重点是宏观气候标志的资

料搜集和研究微观气候标志样品的采集。

六、新构造运动野外调查要点

新构造运动的调查方法很多，在野外区域地质调查中进行新构造运动调查的重点是：地貌标志、地质标志和水系标志的调查。

（一）地貌调查要点

1. 夷平面调查主要包括：

夷平面存在的证据，如地貌证据、沉积证据等；

夷平面的高度(绝对高程和相对高程，单位 m)和级次划分；

夷平面是否发生变形与变位，其特征如何；

夷平面的形成时代：年间法，沉积相关法，宇宙核元素法；

2. 河谷地貌调查

(1) 河流阶地调查

基本观察内容为：

阶地的级次，

阶地的高程(分别记录阶面和基座面的海拔高程，单位是 m)

阶地的类型(侵蚀、基座、嵌入、内迭、上叠、掩埋.....)

阶地的时代(标注测年样品的取样位置，一般取在河

漫滩相底部)

在阶地发育相对齐全和构造意义较主要的河段，应测制河流阶地横剖面。

在河谷阶地横剖面调查的基础上，编制河谷纵剖面图，作为流域新构造运动分析的基本材料。

(2) 河床(冲沟)地貌调查

裂点观察：在河床或大型冲沟的裂点处，要定地貌观察点，详细记录裂点处的岩性特征、构造特征和微地貌特征，裂点上下游河谷形态、裂点与阶地的各项等。

河床物质组成调查：包括岩性的类型(基岩、松散层)，松散层的粒度与厚度。

在相对重要的河段，要测制河床纵比降图。

(3) 谷坡形态观察

在构造抬升强烈的峡谷段，河流沉积物往往难以保存，需对河谷谷坡进行调查。要点如下：

① 谷中谷地貌观察，包括各级谷肩的海拔高程(单位，m)、岩性组成等。

② 河流侵蚀凹槽

③ 悬挂倒石锥和悬挂坡积物

2. 岩溶地貌调查

(1)主要内容：

① 产状洞穴分布；

② 古岩溶地貌组合的层状分布；

③ 同期同类型岩溶地貌的高度不同；

(2) 观察要点是：分布高程(海拔和河拔，单位 m)，

形成时代;

4. 洪积扇形态及组合地貌调查

① 洪积扇单体形态及变形

② 山前不同冲沟洪积扇形态及变形共性与个性

③ 洪积扇组合形态, 不同时期洪积扇的空间组合关系

④ 洪积扇扇顶位置的变化及规律性分布

(二) 水系调查

1. 水系格式调查

野外水系的新构造运动调查应结合遥感分析进行, 重点调查不正常的水系组合样式, 常见有以下几种:

① 水系不正常的绕流或汇流

② 多条水系的同步突然转弯

③ 分流点或汇流点异常线性分布

④ 水系或冲沟突然中止、错开等

2. 河流袭夺古河古流向调查

河流袭夺、古河道的废弃或河流的突然转向大都与新构造运动有关, 对此应从沉积物、地貌和地质时代(年代)等方面做认真的调查。

(三) 地质调查

1. 第三纪以来沉积物的粗细变化, 重点是砾石层的分布层位与时代。沉积物的粒度变化有时反映构造隆升的强度变化。

2. 第三纪以来沉积物的厚度和沉积速率变化
3. 第三纪以来沉积物的成因变化，尤其要注意对由湖相到山麓冲洪积相的变化的层位与时代的调查
4. 新第三系以来地层的变形与变位调查
5. 第三系以来的断层的几何学、断层的力学性质与活动期次、最新活动年代的调查。

七、第四纪古人类遗迹野外调查要点

注意调查和发现古人类化石(尤其是头盖骨和牙齿等)

和古人类生活及文化遗存(如：洞穴、灰烬、石器、村舍、工具、种子、岩画等)。

八、第四纪资源调查要点

(一) 重点开展的资源类型调查

1. 砂矿资源，包括各种成因类型的金属与非金属砂矿。
2. 建材资源，如：砾石层、砂层、石英砂、可作为制砖原料的粘土、陶土等。
3. 土地资源。
4. 植被和草场资源，
5. 能源和肥料资源，如：泥炭、钾盐、水能、风能、地热能等。

6. 水资源，包括地表水、地下水、矿泉水等。
7. 旅游资源。各种可适于旅游的人为和自然景观等

(二) 资源勘查的基本要求

1. 调查各类资源的分布范围、类型和等级，矿体的规模、形态、层位及分布规律。对于砂矿还要查明物质成分及颗粒形态特征。
2. 查明各类资源赋存的地质地貌条件。
3. 调查各类资源的形成时代与成因。
4. 查明资源开采的水文地质、工程地质及环境地质条件。
5. 对资源开发利用的经济效益、社会效益和生态环境保护作出综合评价。

九、第四纪地质事件野外调查要点

(一) 第四纪地质事件调查内容

第四纪地质事件与人类生态环境的关系极为密切。第四纪地质事件极为复杂，应重点开展以下类型的地质事件的调查。

1. 构造事件：古地震事件、火山喷发事件……。
2. 天体事件：陨石、陨石玻璃……。
3. 气候事件：短暂的、极端的热、冷、干、湿气候，
如：洪灾、风沙层……。
4. 重力事件：崩塌、滑坡、泥石流……。

(二) 第四纪地质事件调查的基本要求

1. 查明地质事件的地质背景。
2. 查明地质事件的发生年代。
3. 调查地质事件发生规律。
4. 调查地质事件对地球生态环境的影响程度。

十、第四纪地貌野外调查要点

(一) 地貌调查基本内容

1. 地貌形态调查,按照地貌要素和几何形态对单体地貌形态和组合地貌形态进行调查描述,划分形态类型。
2. 调查地貌成因,划分地貌成因类型。
3. 有条件时收集地貌的动态变化资料。
4. 调查地貌景观资源和地貌地质灾害。

(二) 地貌调查基本要求

1. 查明地貌的年代及区域地貌发展史。
2. 查明地貌的区域分布规律,进行地貌分区。
3. 查明地貌形态与岩性、构造、气候的关系。
4. 查明气候变化、新构造运动和人类活动与地貌发育、变化的关系。

第六章 构造地质野外调查要点

一、褶皱构造调查

(一) 褶皱位态分类

褶皱大空间的位态主要取决于轴面和枢纽的产状，根据轴面倾角（横座标）和枢纽倾角（纵座标）将褶皱分成七种类型（表 6-1，图 6-1）。

表 6-1 褶皱位态分类一览表

序号	类型	特征
I	直立水平褶皱	轴面倾角 $90^{\circ}\sim 80^{\circ}$,枢纽倾伏角 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$
II	直立倾伏褶皱	轴面倾角 $90^{\circ}\sim 80^{\circ}$,枢纽倾伏角 $10^{\circ}\sim 70^{\circ}$
III	倾竖褶皱	轴面倾角 $90^{\circ}\sim 80^{\circ}$,枢纽倾伏角 $70^{\circ}\sim 90^{\circ}$
IV	斜歪水平褶皱	轴面倾角 $80^{\circ}\sim 20^{\circ}$,枢纽倾伏角 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$
V	斜歪倾伏褶皱	轴面倾角 $80^{\circ}\sim 20^{\circ}$,枢纽倾伏角 $10^{\circ}\sim 70^{\circ}$
VI	平卧褶皱	轴面倾角 $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 枢纽倾伏角 $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$
VII	斜卧褶皱	轴面倾角 $20^{\circ}\sim 80^{\circ}$,枢纽在轴面上的侧伏角 $70^{\circ}\sim 90^{\circ}$, 且两者倾向、倾角基本一致。

(二) 褶皱的形态分类

主要根据各褶皱形态的相互关系和褶皱层的厚度层变化对褶皱进行分类。

图 6-1 褶皱位态类型及其赤平投影图
(说明见正文) I-VII—褶皱产状类型分区赤平投影图, β —
枢纽极点; A—轴面投影大圆; π —褶皱面的 π 圆(环带)
(据 M.J.Fleuty (1964), D.M. Ragan (1973)及 B.E. Hobbos
等 (1976) 综合编绘)

1. 根据褶皱的各褶皱层的厚度变化分类。

① 平行褶皱主要特征是：褶皱面作平行弯曲；同一褶皱层的厚度在褶皱各部分一致；弯曲各层具同一曲率中心；向下消失于滑脱面上。

② 相似褶皱主要特征为：各褶皱面作相似弯曲；各面曲率相同，但无共同的曲率中心；两翼变薄转折端加厚；平行轴面量出的厚度在褶皱各部位相同；褶皱形态随深度的变化保持一样。

2. 兰姆赛的褶皱形态分类

兰姆赛根据褶皱横截面上褶皱层厚度变化和等斜线的形式将褶皱分为 3 类 5 型（图 6-2），目前已被广泛采用。

I 型褶皱—等斜线向内弧收敛，内弧曲率大于外弧的曲率。再根据厚度变化细分为三型（图 6-2）。

IA 型褶皱—褶皱层厚度在枢纽部分比翼部小，可称顶薄褶皱。

IB 型褶皱—褶皱层的厚度在各部分相等，是理想的平行褶皱。

IC 型褶皱—枢纽处的厚度比翼部的略大，是平行褶皱（IB 型）和相似褶皱（II 型）的过渡类型。

II 型褶皱—等斜线相互平行，内弧和外弧的曲率相同，为典型的相似褶皱。

III 型褶皱—等斜线向外弧顶收敛，外弧曲率大于内弧曲率。

除上述几种褶皱的主要分类外，为了便于对褶皱的描述，可以根据褶皱两翼之间的夹角（翼间角）大小，将褶

皱描述为：平缓（ $180^{\circ} \sim 120^{\circ}$ ）、开阔（ $120^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ）、中常（ $70^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ）、紧闭（ $30^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ）和等斜（ $5^{\circ} \sim 0^{\circ}$ ）褶皱。也可以根据褶皱转折端的形态将褶皱描述为：圆弧（滑）、尖棱、箭状褶皱和挠曲。

图 6-2 按等斜线的褶皱分类

（1）褶皱从属构造的调查

收集与大型褶皱有成因联系的从属小构造，是褶皱成因分析中必不可少的内容。所以，在调查过程中，要注意

观察、测量和描述以下构造现象。

(三) 褶皱构造的调查内容及要求

1. 褶皱要素和几何形态的观测

要注意测量：①褶皱两翼的产状；②褶枢纽的产状；③定量或定性地确定轴面产状；④翼间角的大小，并且注意观察描述①转折端的形态；②各褶皱层的厚度变化（从翼部到转折端）；③各褶皱面弯曲的协调性；④褶皱的对称性。对一些典型的褶皱要进行素描和照相，用于褶皱形态（兰姆赛几何形态分类）分析用的照片，必须要垂直枢纽拍摄。

2. 褶皱从属构造的调查

收集与大型褶皱有成因联系的从属小构造，是褶皱成因分析中必不可少的内容。所以，在调查过程中，要注意观察、测量和描述以下构造现象。

①从属褶皱，测量从属褶皱的两翼产状、轴面产状、枢纽产状；②测量节理、裂隙及小断裂的产状，描述与褶皱之间关系；③观测层间滑动擦痕产状、破碎的规模及运动方向；④观测劈理及线理产状、分布型式和与褶皱的关系。

需要指的是，中等尺度以上的褶皱通过填图才能平面上反映出来，调查时，应在褶皱的倾伏（或扬起）部位设计路线或观察点，并标绘所测岩层产状（或枢纽产状）。

二、断裂构造调查

(一) 断层分类 (表 6-2)

表 6-2 断层分类一览表

分类依据	类 型	
按断层两盘相对运动分类	正断层	
	逆断层	高角度逆断层: 倾角一般大于 45°
		低角度逆断层: 倾角一般小于 45°
		逆冲断层: 位移显著、角度低缓
	平移断层	右旋平移断层
		左旋平移断层
	平移—逆断层: 以逆断为主, 兼平移性质	
	平移—正断层: 以正断层为主, 兼平移性质	
	逆—平移断层: 以平移为主, 兼逆断层性质	
	正—平移断层: 以平移为主, 兼正断层性质	
据断层走向与所切岩层走向的方位关系	走向断层: 断层走向与岩层走向基本一致	
	倾向断层: 断层走向与岩层走向基本直交	
	斜向断层: 断层走向与岩层走向斜交	
	顺层断层: 断层面与岩层面等原生地质界面基本一致	
据断层走向与褶皱轴向或与区域构造线之间的几何关系	纵断层: 断层走向与褶皱轴向一致或与区域构造线基本一致	
	横断层: 断层走向与褶皱轴向直交或与区域构造线基本直交	
	斜断层: 断层走向与褶皱轴向斜交或与区域构造线斜交	

推覆体：在角度十分低缓的逆冲断层上推移距离在数公里（意指 5km）以上的平板状外来岩体（系）。

逆冲推覆构造（推覆构造）：即包括逆冲断层又包括外来岩体在内的整个构造。

枢纽断层：断层的一侧以垂直于断层面的轴为枢纽而发生旋转运动的断层；

剥离断层：是伸展构造区一种平缓产出的铲状大型正断层，并且往往伴生以变质核杂岩体，剥离断层之上为剥离上盘，其下为剥离下盘。上剥离盘是一套浅层次的正断层组合，下剥离盘为变质核杂岩。

变质核杂岩：是由古老片麻岩等组成的穹状隆起，外形近园形，以剥离断层为界与沉积盖层分开，顶部与剥离断层接触带是一条由糜棱岩组成的韧性剪切带。

滑脱构造：是指顺一条相对原生面（如不整合面，重要岩系或岩性界面等）发生剪切滑动，滑动面上下盘的岩系各自独立变形，或造成地层的缺失的构造，它是伸展（或重力）体制下形成的低角度断裂构造。

走向滑动断层（走滑断层）：指大型平移断层，两盘顺直立断层面相对水平滑动。

（二）断层的几何要素和位移描述术语(表 6-3)

（三）断层调查方法及内容

1. 调查方法

采用大、中、小构造相结合，遥感解释与实地观察相

表 6-3 断层的几何要素和位移描述术语一览表

几何要素	断层面、断层（裂）带、断层线、断盘（上盘、下盘，东盘、西盘和南盘、北盘等）
位移	滑距、总滑距、走向滑距、倾斜滑距、水平滑距；断距、地层断距、铅直地层断距、水平地层断距；落差、平错

结合的方法，首先确定断层是否存在，然后进一步收集有关资料。断层的识别标志见下表（表 6-4）

:

表 6-4 断层野外识别标志

识别标志	举 例
①地貌标志	断层崖、断层三角面、错断的山脊、泉水的带状分布等
②构造标志	线状或面状地质体突然中断和错开、构造线不连续、岩层产状急变、节理化和劈理化窄带的突然出现、小褶皱剧增以及挤压破碎、擦痕等
③地层标志	地层的缺失或不对称重复
④岩浆活动和矿化作用	岩矿、矿化带或硅化等热液蚀变带沿一条线断续分布
⑤岩相和厚度标志	岩相和厚度的显著差异

2. 调查内容（表 6-5）

需要指出，对一些裸露好的断层面及指向性构造要进行素描和照相。

表 6-5 断层野外调查内容一览表

调查内容	解释及举例
①断层两盘的地层及其产状变化	如走向断层引起的地层效应；横向断层引起的地层效应
②断层面产状	直接测量，根据断层“V”字形判定，借助于伴生构造判定
③断层两盘的相对运动方向	主要根据两盘地层的新老关系、牵引褶皱、擦痕、阶步、羽状节理、两侧小褶皱、断层角砾岩等
④断层带的宽度	
⑤断层岩类型	参考表 7-6 和表 7-7
⑥断层的组合型式	如正断层的地堑和地垒、阶梯状断层、箕状构造；逆断层的单冲型、背冲型、对冲型、楔冲型、双冲构造

(四) 断层岩分类

断层从产出的构造层次上分为脆性断层和韧性断层，断层岩也相应分为碎裂岩系列和糜棱岩系列。

断层岩分类参考表 6-6 和表 6-7。在野外，可根据手标本观察，初步进行分类定名（至少分出碎裂岩类和糜棱岩类），并采集定向标本，必要时可采集包体测温 and 透射电镜等样品。

糜棱岩一般致密坚实，外观具明显的流纹状面理，是由某些矿物（如石英）被强烈拉长并绕一些脆性变形的残斑（如长石）而显示出塑性流动性状，形成流动构造。其中常发育矿物拉伸线理，平行其变形的运动方向。

表 6-6 碎裂岩类分类表

固结程度	结构及其定向性	主导作用	基质含量（%）	多数颗粒粒径	岩石名称
未固结的	紊乱结构	碎 裂 作 用为主	可见碎块<30%		断层泥
固 结 的		玻 璃 化 或 部 分 脱玻化			假玄武 玻璃
		碎裂作用为主	<50	>2mm	断层角砾岩
			50-90	0.1—2mm	碎粒岩
			>90	<0.1mm	碎 粉 岩 超 碎 裂 岩

表 6-7 糜棱岩类分类表

基质性质	基质含量	主要颗粒粒径 (mm)	岩石名称
糜棱岩化作用为主	<10%		糜棱岩化 ××岩
	10-50%		初糜棱岩
	50-90%	<0.05	糜棱岩
	>90%	<0.05	超糜棱岩
静态重结晶作用为主		<0.1	千糜岩
		0.5-0.05	变余糜棱岩
		>0.5	构造片岩
		>0.5	构造片麻岩

(五) 节理调查

节理是岩石中没有明显位移的断裂，对节理研究有助于分析大一级构造构造成因机制和恢复古构造应力场。在调查过程中应注意观测和描述以下内容。

①节理的产状；②节理的性质及节理的特征；③节理的分期配套（有重点地调查）；④节理的充填情况（注意含矿性）；⑤节理与层理及大构造的关系；⑥节理组合型式。

必要时，可作节理统计，为应力场分析提供资料。

除节理调查外，还要注意观测缝合线构造，缝合线分与层面平行和与层面斜交两种，后者可能与区域最大主应力主向垂直，在一定程度上有助于分析区域应力场。

三、剪切带调查

(一) 剪切带基本类型

兰姆赛（1980）将剪切带分为四种类型（图 6-3）。

图 6-3 剪切带类型

A—脆性剪切带（断层）：具有清楚的不连续面，两盘位移明显。

B—脆韧性剪切带：在不连续面两侧的一定范围内的岩层或其它标志层发生了一定程度的塑性变形。

C—韧脆性剪切带：剪切带内由剪切派生和张应力形成的呈雁列的张裂隙（脆性破裂），张裂隙之间的岩石一般受到一定程度的塑性变形。

D—韧性剪切带：剪切带与围岩之间无明显界线（见不到连续面），但两侧岩石发生了相对位移（完全由塑性流动来完成），即错而似连。

图 6-4 指示剪切运动方向的各种标志

A-错开的岩脉; B-不对称褶皱; C-鞘褶皱; D-收缩性 S-C 面理;
E-云母鱼; F- σ 型旋转碎斑系; G- δ 型旋转碎斑系; H-不对称压力影;
I-多米诺骨牌构造; J-旋转透镜体

图 6-5 收缩性 S-C 面理及伸展型 S-C'面理

(二) 韧性剪切带的几何学调查

首先要识别是韧性剪切带，它以强烈密集的面理发育带为特色，以窄狭的强应变带及岩石糜棱岩化为特征。几何学调查主要包括以下几点：①测量其总体方位、面理产

状及其变化；②界定其展布范围；③观测韧性剪切带内、外的变形情况。

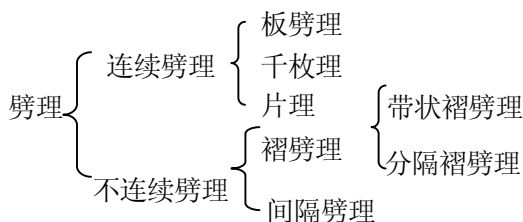
(二) 运动学（部分动力学）调查

主要调查的内容有：①面理产状，包括剪切带内面理（S）和糜棱面理（C）；②S 面理和 C 面理的交角（Q）；③拉伸线理（A 线理）产状；④鞘褶皱（A 型褶皱的一种）的几何形态、规模大小；⑤糜棱岩的类型及展布规律；⑥确定剪切方向，主要的指向性微小构造标志有：错开的岩脉及标志层、不对称褶皱、鞘褶皱（或 A 型褶皱）、收缩型 S-C 面理、伸展型 S-C' 面理、旋转碎斑系等（见图 6-4、6-5）。

四、劈理及线理调查

(一) 劈理调查

1. 劈理分类：根据肉眼是否可以鉴别出劈理域和微劈石，把劈理分成不连续劈理和连续劈理两大类型。再根据矿物粒径的大小、劈理域的形态及劈理和微劈石的关系再进行细分。具体分类如下：



2. 劈理观测内容:

①描述劈理的性质, 区分劈理的类型; ②测量劈理与层理的产状及其夹角; ③注意应变测量标志; ④观测描述劈理与劈理之间的先后顺序, 为便于描述, 可用 S_1 、 S_2 ... 表示; ⑤描述劈理与其它构造之间的关系; ⑥描述劈理域和微劈石的特征。

(二) 线理调查

1. 线理分类 (表 6—8)

表 6—8 线理分类表

线理	小型线理	拉伸线理	A 型线理	
		矿物生长线理		
		皱纹线理	B 型线理	
		交面线理		
	大型劈理	石香肠构造	矩形	B 型线理
			梯形	
			藕节状	
			不规则状	
		窗棂构造	B 型线理	
		杆状构造		
		铅笔构造		
		压力影构造	A 型线理	

2. 线理观测内容

①确定线理类型, 特别注意其与运动面之间的关系, 研

究线理所在的构造面的性质，特别注意构成线理的成分特性。

②测量线理的空间产状及与所在的构造面的产状关系，要重视统计测量。

③分析确定线理产出的构造部位，与所属大构造的几何关系，为研究分析大构造的运动、力学性质及成因机制提供依据。

劈理和线理的观测常需配合室内显微或超显微尺度的研究，因而需采集适当的定向样品。

五、构造年代分析方法

构造年代分析是解决构造演化过程的重要手段之一。其主要是围绕重大构造事件和构造过程，运用各种测年手段进行精确年代学限制，对各类构造事件和过程给出定量数据，建立构造年代的时空格局，从而精确限制其构造发展演化的过程。

（一）构造年代研究一般步骤

1. 进行区域构造分析和典型地区构造解析，搞清研究区构造基本特征，建立构造序次。

2. 进行细致的岩石学、矿物学研究，查明变质期次和各阶段变质矿物组合，研究这些矿物之间的关系。要重视对测年矿物的成因研究。如锆石要研究究竟是岩浆锆石还是变质锆石或碎屑锆石。

3. 在上述基础上，根据研究目标和要求选择适当测

年方法，以保证测年手段能有效地解释所要解决的地质问题。

4. 建立构造年代时空格架，恢复构造演化过程，探讨构造形成机制。

（二）构造年代研究的主要方面和方法

1. 重大构造变形事件的构造年代约束

在剖析构造变形特征的基础上，通过对构造变形产物—构造岩的变形温压环境分析，选取恰当的同位素测年体系来限制构造岩的形成时代。研究主要集中于构造变形产物—韧性剪切带中的构造岩。要了解剪切变形时代需要把握以下几下方面问题：

（1）、剪切变形在整个区域中的地位，即要确定韧性剪切带的形成的背景。

（2）、变形变质关系，要鉴别出变形前、同变形及变形后矿物生长顺序。

（3）、了解测年矿物所代表的构造意义，对测年矿物要进行成因分析。

（4）、变形温压环境分析，这是测年方法选定和测年数据解释的重要依据。

（5）、测年体系的选定，一般选定的测年体系封闭温度应大于其测年变形矿物的形成温度。

（6）、测年数据的地质解释，正确年龄数据的解释必须以前面 5 点为基础。

2. 岩石抬升折返历史的构造年代研究

这一研究是建立在构造——热年代学基础之上的，是 Doddson 封闭温度理论发展的主要成果，根据封闭温度理论，矿物的同位素年龄并非原始的结晶年龄，而是其冷却年龄，即矿物冷却经过封闭温度等温面以来所经历的时间，而以前同位素时钟并不启动。由此可知，通过不同的矿物封闭温度年龄值来反映岩石（矿物）抬升剥露的热冷却史、进而分析造山带岩石抬升折返的全过程，主要研究方法可归结以下 3 方面：

(1). 矿物对——封闭温度年龄法：即在一定有限范围或对同一岩石样品，通过选用不同封闭温度测年体系分别测年，得出不同年龄值，它们与各自封闭温度值相对应可得出岩石的阶段性冷却曲线，从而达到分析折返抬升冷却的目的。通过扩散理论的计算和实验测试，人们已获得中等冷却速率下不同矿物不同同位素体系的封闭温度值，K-Ar 或 Ar-Ar 体系中，角闪石封闭温度约 520°C ，白云母约 350°C ，黑云母约 300°C ，长石变化较大，为 $150\text{-}350^{\circ}\text{C}$ ；Rb-Sr 体系中，白云母封闭温度值为 $500\pm 50^{\circ}\text{C}$ ，钾长石为 450°C ，黑云母为 $300\pm 25^{\circ}\text{C}$ ；裂变径迹测年体系中锆石为 $200\text{-}250^{\circ}\text{C}$ ，榍石为 $250\pm 50^{\circ}\text{C}$ ，磷灰石约 $100\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

(2). 单矿物封闭温度年龄法：根据封闭温度理论，某一特定的矿物的冷却年龄将随高度增大而增加，因为海拔较高的矿物样品通过其封闭温度等温面的时间较早，因此，同一矿物测年体系的不同冷却年龄与不同高程的对应值就提供了有关抬升历史的直接量度。由于磷灰石裂变径迹封闭温度低，因此常常利用磷灰石裂变径迹封闭温度年

龄值来探讨晚近地质时期造山带的隆升史。需要指出,应用这一方法的前提条件是地热等温面保持水平且恒定,并且在研究区范围内不存在明显的差异抬升剥露。如果研究区范围内岩石存在明显的差异抬升剥露,那么,快速抬升的部位应具有相对年轻的年龄数据,如果研究区范围内地热等温面保持水平,那么,可以通过对比不同部位年龄值来反映研究区岩石的差异抬升,如果这种差异抬升是由于断层活动所引起,则可通过对比断层两盘年龄的差异来揭示断层活动的性质和时间,即上升盘应具有相对年轻的年龄值。

(3). 多重扩散域的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱法 (MDD 法)

传统的 Doddson 封闭温度理论是建立在矿物的单一扩散域前题之上的,实际上,有些矿物如碱性长石具有多重扩散域特征,近几年, O.M.Lovera 和 T.M.Harrison 等建立了碱性长石的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 多重扩散域的封闭温度理论模式,通过循环加热的实验程序控制,检测出不同扩散域的 Ar 馏分,并模拟出温度介于 $\geq 350^\circ \sim 150^\circ$ 之间的连续的冷却曲线。许多实验证明冷却曲线是不均匀的,存在快速冷却时间段和缓慢冷却时间段,从而可进行相关的构造过程分析。

3. 晚近时期造山带隆升过程及新构造活动的构造年代研究

上面已谈到用具有较低封闭温度的磷灰石裂变径迹测年方法可用来探讨晚近地质时期山脉的隆升史,近年来,随着对磷灰石裂变径迹退火特征的了解,可以根据磷灰石

裂迹径迹退火特征，利用磷灰石裂变径迹长度分布来约束其所经历的热历史，从而可进一步刻划山脉抬升剥露的细节。

山脉地区新构造的抬升表现为夷平面、河流阶地的发育，运用 C^{14} 、热释光、宇宙核素等测年方法，通过确定不同夷平面、河流阶地的发育时间来揭示山脉抬升规律。

六、构造变形调查中需注意的问题

1. 一个地区特别是造山带地区，构造变形具有多期性。构造变形带往往是多期构造变形的综合产物。因此要注意构造的迭加、转换和继承、转换等的关系，正确区分变形期次及变形先后关系。

2. 造山带地区的地层多表现为不同程度地受到构造变形的改造，地层的构造属性非常明显，因而要注意观察地层受构造变形改造的程度以及区域性构造面理的性质及背景。

3. 构造变形总是在一定的构造背景下发育的，因此，在研究某一类构造变形特点的同时要注意其与其它构造之间的成因联系，正确厘定一定构造背景下的变形组合。

4. 研究构造变形特点必须大、中、小多尺度密切配合，野外宏观调查必须配合室内显微或超显微研究，要注意采集一定的构造定向样品，定向面一般选择构造面理，如糜棱面理、片理等，野外要重视对一些组构要素的统计测量。

5. 构造变形是一定物理化学环境下的产物，研究中

要注意观察其反映变形物理化学条件方面的信息，如变形期间新生的矿物组合、矿物的晶质塑性、褶皱波长与厚度及岩石能干性之间的关系等。有条件的地方应进行应变测量。

6. 要特别注意收集有关构造位移指向性的资料，它不仅是构造运动学的重要内容，而且对认识构造动力学及几何学都会提供重要信息。

7. 为了全面反映构造的宏观格局，应进行一定的路线剖面绘制。路线剖面（或信手剖面）（图 6-6）格式说明如下：

（1）剖面方向如果方位角为 0° 到 180° ，则剖面起点放在素描纸的左边；如果方位角为 181 到 359，则剖面起点放到素描纸的右边。

（2）剖面上方要注明剖面方向、剖面通过的地质点号、采样点位置和某些地物标志（如村镇、山名等）。

（3）剖面下方要标明地质体填图单位代号、地质体各种主要面理产状。

（4）剖面中地质体岩性必须用规定的岩性花纹绘制。

（5）断层要标出相对运动方向（性质不明除外）。剖面必须有图名、比例尺（数字和线条）和图例。

图 6-6 东昆仑沟里乡下青沟冲断--褶皱构造信手剖面图

第七章 遥感地质野外调查要点

一、总体要求

1. 遥感地质野外调查（以下简称“野外调查”）的目的是，通过野外地质现象与图像特征的对比研究和对遥感解译结果的地质调查、验证，不断深化对遥感图像地质解译标志的认识，逐步订正遥感地质解译图件、资料。

2. “野外调查”是野外地质填图的重要组成部分，调查工作应随地质工作阶段而进行，调查内容主要取决于地质问题研究的实际需要。

3. 1: 10 万比例尺遥感影像地图，应是“野外调查”的主要遥感工作手图。

4. “野外调查”观测点，以及重要地质界线应刺点标定在影像图上，观测内容应在野外地质调查记录簿中有相应记录、描述。

5. “野外调查”过程中，应根据地质问题研究需要，采集标本、样品，为室内波谱测试与针对性的专题图像处理提供参考资料。

二、地质踏勘中遥感地质调查的要求

1. 踏勘过程中“野外调查”的主要任务是：通过路线地质观察研究与遥感图像中影像特征的宏观对比，初步建立路线上见到的各种地质体、地质构造、地质现象在遥感图像上的一般性解译标志。

2. 主要对比研究内容

(1) 不同岩性的岩石、不同性质的构造等地表宏观颜色特征及其影像的颜色表现;

(2) 不同性质自然景观区中, 岩石、构造的地形、地貌、残坡积物覆盖情况、水系结构以及土地利用状况等特点及其影像纹理结构特征;

(3) 不同植被覆盖区, 地质体、地质构造、地质现象在遥感图像中的影像特征;

(4) 路线上各种地质体、地质构造、地质现象在影像中可区分程度及边界定位能力。

三、剖面测量中遥感地质调查要求

(一) 主要任务

查明剖面上各种岩石(沉积岩、火山岩、变质岩、侵入岩、混杂岩等)单位的影像特征; 划分出的各种地质填图单位界线在影像上的识别标志。

(二) 研究内容

1. 剖面上单一岩性岩层在展布方向上的影像特征;
2. 剖面上多岩性组合岩层在展布方向上影像特征;
3. 剖面测量过程中建立的填图单位在展布方向上的影像特征;
4. 剖面上岩层产状变化厚度变化的影像变化特点;
5. 单岩性、多岩性岩层的边界识别标志及定位精度估计;
6. 人为建立的填图单位边界识别方法及定位精度

估计;

7. 剖面上褶皱岩层在影像图上的表现特征;
8. 剖面上节理发育带、破碎带、断层带的影像特征;
9. 遥感影像标志层建立及其与填图单位之间的相关关系。

四、地质填图中遥感地质调查的要求

1. 填图过程中“野外调查”的主要任务:检查、验证遥感解译图件的内容;建立新的影像解译标志和影像标志层。

2. 检查工作的重点是查明遥感影像的地质属性,研究影像分布区各种地质体、地质构造、地质现象的影像特征。

3. 各种遥感地质解译成果,应在填图过程中随机抽样进行验证,评估属性解译可靠程度和测定地质界线解译精度。

4. “野外调查”过程中,应根据检查、验证的实际调查资料和成果,不断修改、完善遥感地质解译标志,利用新建影像标志和影像标志层,随时对遥感图像进行再解译,并及时更新地质内容和完善图面地质结构。

5. 对需要进行专题图像处理研究的地质问题,应在“野外调查”中采集相关的标本、样品。

6. 对动力地质作用过程和地质演化发展等遥感地质分析成果,应尽可能在“野外调查”中收集足够的相关证据。

五、遥感地质观察记录描述要点

1. 岩石地层遥感地质调查描述要点(表 7-1)

表 7-1 岩石地层的遥感地质调查要点

观察项目		观察及描述要点
色调	黑白 图像	黑、浅灰、灰、灰白、白，色调均匀，色调不均匀(斑状色调)，色调紊乱
	彩色 图像	淡红，红，深红，淡黄，黄，深黄，淡绿，绿，深绿，淡青，青，深青，浅蓝，蓝，深蓝，淡紫色，紫色，深紫色
空间 结构	点	粗点，细点，稀点，密点，显点，隐点，圆点，星点，白点，黑点
	斑	粗斑，细斑，稀斑，密斑，显斑，隐斑，圆斑，方斑，不规则斑点，白斑，黑斑，斑块
	线，条	粗条(线)，细条(线)，疏条(线)，密条(线)，宽条，窄条，长条(线)，短条(线)，弧线，放射线，平行线(条)，斜交线，环状线，指纹线
	格	粗格，细格，宽格，密格，方格，菱形格，网格，鳞格，条格，格块，不规则格状
	纹	粗纹，细纹，密纹，显纹，隐纹，粗点纹，细点纹，粗斑纹，细斑纹，指状纹，平行纹，羽状纹，梳状纹，树枝纹，放射纹，环状纹，波状纹，曲线状纹，短线纹，紊乱纹

表 7-1 (续)

观察项目		观察及描述要点
空间结构	链	粗链状, 细链状, 折链状, 网链状, 垅链状
	栅	粗栅状, 细栅状, 格栅状, 显栅状, 隐栅状, 断续栅, 栅垅, 平行栅, 润染栅状
地表状况	表面颜色	暗色, 深灰, 灰色, 浅灰, 白色
	风化状况	风化好, 中等风化, 风化差
	土壤	发育, 中等发育, 不发育
	含水性	含水性好, 含水性一般, 含水性差
	植被发育状况	植被茂密, 良好, 一般, 稀疏, 无植被覆盖
	植被类型	针叶林, 阔叶林, 杂木, 草, 农作物
	土地利用状况	耕地多, 耕地中等, 耕地少, 城镇居民用地
地形地貌	地貌状况	高山, 中山, 低山, 丘陵, 低丘, 凹地
	山地形态	长条形, 块状, 平行, 羽状, 放射状, 格状, 不规则状圆形, 椭圆形, 三角形, 肾状, 马蹄状
	山顶形态	圆浑, 尖棱, 半圆浑, 平顶
	山地形态	平直坡, 凹坡, 凸坡, 阶梯坡
水系特征	水系形态	树枝状, 钳状沟头树枝状, 羽状, 平行状, 格状, 网状, 角状, 放射状, 环状, 向心状, 扇状, 倒钩状, 星状
	水系密度	密度大(紧密), 中等密度, 密度小(粗疏)
	水系均匀性	均匀分布, 一般, 不均匀分布
	沟谷形态	碟形谷, 箱形谷, V 形谷

2. 褶皱构造遥感地质调查描述要点(表 7-2)

表 7-2 褶皱构造遥感地质调查描述要点

观察项目	野外观察及描述要点
形态特征	环状, 同心园状, 椭圆状, 弧状, 长带状, 对称状
地形特征	岩层三角面, 猪背岭, 单面山, 对称重复出现
岩性地层	相同地层, 对称重复出现, 岩层三角面的产状发生偏转, 构成马蹄形, 弧形
水系特征	放射状, 向心状, 环形水系

3. 断裂构造遥感地质调查描述要点(表 7-3)

表 7-3 断裂构造遥感地质调查描述要点

观察项目	观察及描述要点
色调特征	色调异常线, 异常带, 异常界面
形态特征	影像标志层被错开和切断, 破碎带的直接出露, 影像标志层的缺失和重复, 岩层产状沿线的突然变化, 侵入体, 矿体, 松散沉积物呈线(带)状分布, 线性负地形
岩性地层	岩性地层切割, 错开, 缺失, 重复
地质构造	地质构造的不连续性, 界面岩层走向斜交, 断裂、褶皱沿走向被错移, 褶皱沿走向突然变宽(或窄), 界面两侧构造发育程度, 褶皱格局明显不相同, 构造破碎带的直接出露
地貌特征	断层三角面, 断层崖, 山脊线错动, 线状排列的负地形
水系特征	对口河, 倒钩状水系, 格子状, 角状水系, 水系局部河段呈直线、折线河段、直角状急转弯河段, 深直峡谷, 深直宽谷, “之”字形河谷, 河流的汇流, 多条河流同向转弯, 水系河网的整体错位, 线性排列的河流、泉点、异常点, 河、湖、海岸线局部出现的直线, 或折线延伸的陡崖、海蚀崖定向延伸的岬角, 石岛等

4. 不同地质体界线遥感地质调查内容(表 7-4)

表 7-4 不同地质体界线遥感地质调查内容

观察项目	野外观察内容
表观特征	不同地质体其边界特征在表面颜色上能否清楚区分，土壤及其含水性、风化程度及植被覆盖的分布是否有明显差异，遥感图像上能否从色调上确定其边界
地形地貌	地形地貌形态的变化与地质体界线的关系，遥感图像能否从遥感影像形态和纹理特征的变化（突变，渐变）上来确定地质体界线。
水系特征	水系的形态、密度、均匀性，对称性变化与地质体界线的关系，遥感图像上能否从遥感影像的水系特征和纹理特征的变化（突变，渐变）上来确定地质体界线
植被特征 土地利用 状况	植被的类型，植被发育程度的变化，以及土地利用状况与地质体界线的关系，能否从遥感影像色调和形态特征变化（突变，渐变）上来确定地质体界线

5. 野外观察记录格式(表 7-5)

表 7-5 遥感地质野外观察记录格式

野外观察点		地质体特征			遥感影像特征					备注
编号	地理位置	地质体描述 (岩性, 岩层, 构造, 矿产)	产状	厚度	色调	形态	地貌	水系	其它	

六、遥感地质野外观察及调查资料整理

资料整理按工作进程，可分为当日整理，阶段整理和野外工作结束前的整理。

1. 当日资料整理

- (1). 由记录人员检查，核对记录与手图的吻合程度；手图，航、卫片上各种地质要素标绘的合理性、准确性。
- (2). 检查工作手图，航、卫片之点、线吻合程度。
- (3). 对遥感图像进行局部解译，将最新的野外第一手资料，补充到遥感地质解译图上，并补充修改解译标志。

2. 阶段性资料整理

综合分析整个工作区的遥感影像特征和已测地段的地质资料，根据实测资料补充修改遥感地质解译标志，对全区遥感资料进行地质解译，找出下一步遥感地质野外工作重点研究调查的对象和问题，确定下一步工作方向和重点。

3. 野外工作结束前资料整理

- (1). 对地质、矿产解译成果进行着墨，标本样品清理登记。
- (2). 对遥感图像作全面复查、修改，补入野外调查阶段的实际资料，使解译成果更加充实可靠，解译图面更为合理，尽量减少经野外调查后仍然留下的缺点，为最终遥感地质解译图件的编制提供可靠资料。

第八章 数字填图野外数据采集

一、野外数字填图技术基础简介

掌上机、GPS+WINCE、GIS、手写输入与电子词典是野外数据采集信息化的基本技术。其目的是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，提高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。

(一) 数字填图技术主流程的步骤

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 产品整合在统一空间上。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和观察，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、检索与分析与应用。

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。

（二）野外观测数据采集图层划分

表 8-1 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	产状位置与采样信息	点
	素描图图层	SKETCH	素描位置与素描信息	点
	照片图层	PHOTO	照片位置与素描信息	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	遥感地质解释图, 历史地质图			

(三) 编码

1) 地质点号: 首为字母 D (D 为地质点), 后由 4 位

数字组成。

2) 路线号：首为字母 L，编号由 001~999。

3) 剖面号：首为字母 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) 样品类型编码（见表 8-2）。

表 8-2 样品类型编码表

代码	样品种类	代码	样品种类	代码	样品种类
B	标本	b	薄片	g	光片
GB	构造标本	XZ	形组分析标本	XF	相分析标本
GC	古地磁标本	XR	X_衍射分析	CR	差热分析
KW	矿物测温	MY	煤岩标本	WS	石器文物
DH	动物化石	ZH	植物化石	BF	孢粉化石
RZ	人工重砂	Z	自然重砂	SZ	水系重砂
GP	光谱分析样品	HQ	化学全分析样品	YQ	岩石全分析样品
DF	单矿物分析样品	S	水样	SH	水化学分析样
TR	土壤地球化学测量样	Y	原生晕样	C	次生晕样
SW	水系沉积物样	FY	风(氧)化带样	LF	粒度(块度)分析样
YL	岩(土)力学试验样	WX	物性测定样	KX	空隙度测量样
TZ	同位素组成样	TW	同位素年龄样	ZP	照片

各类样品编号规则：样品类型编码+地质点号-顺序号

如：地质点号为 1001，采样类型为标本，本点为第一块标本，则该样品编号为 B1001-1。

二、数字填图野外调查基本数据准备

（一）电子手图构成

1) 图幅地形图数字化数据：可用 MAPGIS 和其他矢量化软件数字化，可通过 ARC/INFO、MAPGIS、ARCVIEW、MAPINFO 等数据格式交换到本系统。

2) 测区数字化地、物、化、遥数据，矢量数据格式同上，图像数据可用 BMP、JPG 等数据格式。

（二）图幅野外数据采集电子词典

1. 一级电子词典

由填图项目组根据测区的地质特点，自己定义词典目录与相应词条。词典目录文件由大类的专业术语记录构成，词条文件按词典目录的记录为文件名，记录有组成该词典目录的词条组成。电子词典数据文件可用常用的字处理软件形成。

词典目录文件的建立：词典目录文件名在野外数据采集系统中，规定以 DISC.DIC 为标准文件名。

词条文件的建立：词条文件名在野外数据采集系统中，规定以 DIC 为文件后缀名。其文件名必须与词典目录文件记录内容相同。

以下是词典目录文件和词条文件的书写格式例子（表 8-3，表 8-4）：

表 8-3 词典目录文件表

词典目录文件名	DISC.DIC
文件记录，每个目录为一个记录	层理构造 上层面构造 下层面构造 流动成因的其他构造 填图人员

表 8-4 词条文件书写格式表

文件名	记 录
层理构造.DIC	水平层理 平行层理 交错层理
上层面构造.DIC	波痕 剥离线理构造
下层面构造.DIC	槽模 沟模 跳模

流动成因的其他构造.DIC	冲刷面构造 侵蚀槽构造
填图人员.DIC	葛孟春 朱云海

2. 二级电子词典

为保证记全、记准野外地质观测现象，野外数据采集系统采取结构化自由文本描述方式，由填图项目组根据测区的地质特点，自己定义结构化术语词条文件。其数据文件可用常用的字处理软件形成。数据格式与词条文件的建立方法相同。结构化术语词条文件由以下文件组成（表8-5）。

表 8-5 结构化术语词条文件组成表

结构化术语目录	文件名	记录(由项目自己定义)
点侧	点侧.DIC	
岩性组合	岩性组合.DIC	
颜色	颜色.DIC	
岩石名称	岩石名称.DIC	
岩石结构构造	岩石结构构造.DIC	
矿物组成	矿物组成.DIC	
矿化蚀变	矿化蚀变.DIC	

接触关系	接触关系.DIC	
产状	产状.DIC	
其他地质构造	其他地质构造.DIC	
样品	样品.DIC	
古生物	古生物.DIC	

3. 规范结构化填空补缺式描述字典

该字典主要内容是对一些常规的描述如：岩性、某填图单位常规描述，只有少部分描述如含量、颜色等需根据野外实际情况进行填写。该字典的建立，有两个优点：一是可以把测区的所有填图单位的定义事先建好，以便野外填图作为字典查询，有助于识别野外地质体。二是避免花费大量的时间进行常规的描述，这样可以把时间花费在重点观测现象的描述上。规范结构化填空补缺式描述字典有以下构成：专门词典目录文件与二级电子词典构成。专门词典目录文件名可由用户专门命名，避免在词典目录文件查找，其文件格式同上所述。

三、地质路线野外数据采集系统操作说明

(一) 屏幕操作区划分

屏幕左边为图层操作区，右边为图形显示区。右边图形显示区上方为数据采集操作按钮。

(二) 野外数据采集图层说明

GROUTE: 路线图层, 计划安排的路线可事先用电子笔画在电子手图上, 并输入当天的填图任务、填图人员等信息。

ROUTING: 分段路线图层, 野外实际分段路线轨迹, 主要用于分段路线观测内容描述。

GPOINT: 地质点图层, 输入地质点描述的内容。有结构化表格和自由文本格式组成。

BOUNDARY: 地质界线图层, 在野外填图过程中, 可直接在野外把观测的地质界限勾画在电子手图上。

SKETCH: 素描图图层, 记录素描图有关参数并绘制素描图。

ATTITUDE: 产状图层, 记录产状有关数据。

FOSSIL: 化石图层, 记录化石图层有关数据。

SAMPLE: 采样图层, 记录各种采样有关数据。


PHOTO: 照片说明数据图层, 记录照片有关说明的数据。







GPS: GPS 图层, 记录实际野外路线的坐标数据。

(三) 野外数据采集系统按钮说明

1) RGMAP 数字填图野外数据采集系统 (见表 8-6)

表 8-6 RGMAP 数字填图野外数据采集系统按钮说明表

序号	图标	功 能 说 明
001		数字填图野外数据采集图层集

002	点样式	对某图层下的点图元进行各种编辑工作
003	线样式	对某图层下的线图元进行各种编辑工作
004	面样式	对某图层下的面图元进行各种编辑工作
005		某图层的可选框
006		打开图层并显示该图层
007		关闭图层并不显示该图层
008		显示当前激活图层的属性表
009		在图层显示区显示全图，并以矩形框标识当前显示区在全图的位置
010		打开各图层的点、线、面样式

续表 8-6

011		当前选中图层向上层移动一层（改变图层叠盖关系）
012		当前选中图层向下层移动一层（改变图层叠盖关系）
013		增加新图层
014		删除当前选中的图层
015		按新选中的样式刷新图形
016		点方式选要编辑的图元，要输入属性和编辑浏览属性表需先按此按钮
017		放大图形
018		缩小图形
019		漫游图形
020		在选中的图层上输入文字
021		在选中的图层上按点样式加入点图元



022		在选中的图层上按线样式加入直线图元
023		在选中的图层上按面样式加面线图元
024		框选方式选要编辑的图元
025		在选中的图层上按线样式加入曲线图元
026		测量任意两点的距离（要求当前图形的投影方式为高斯投影）、方向。可连续测量多个距离。若要连续测量多个距离，则第一条线在对话框中要确认，以保证
027		按极坐标、平面坐标、地图绝对坐标参数输入方式在选中的图层上按当前线样式加入直线图元
028		激活菜单图层
029		删除当前选中的图元

续表 8-6

030		取消上次编辑操作
031		恢复上次编辑操作
032		剪切当前选中的图元
033		拷贝当前选中的图元
034		粘贴当前被拷贝、剪切的图元
035		以当前选中的图层为显示区域
036		显示全图
037		弹出图形比例系数对话框,若以原图纸大小显示图形,则输入图形比例尺(例如:1/50000 地形图,比例系数为0.00002)
038		打开文件对话框

039		保存全部图层
040		打开地质路线属性表对话框（必需先选中 GROUTE 图层，然后用点选的方式选中要输入属性路线，选中
041		打开地质点属性表对话框（必需先选中 GPOINT 图层，然后用点选的方式选中要输入属性的地质点，选中后
042		打开产状属性表对话框（必需先选中 ATTITUDE 图层，然后用点选或框选的方式选中要输入属性的产状点，选中后变红，再点击该按钮）
043		打开化石点属性表对话框（必需先选中 FOSSIL 图层，然后用点选或框选的方式选中要输入属性的化石点，选中后变红，再点击该按钮）
044		打开采样点属性表对话框（必需先选中 SAMPLE 图层，然后用点选或框选的方式选中要输入属性的采样点，选中后变红，再点击该按钮）

续表 8-6




045		打开照相点属性表对话框（必需先选中 PHOTO 图层，然后用点选或框选的方式选中要输入属性的照相点，选中后变红，再点击该按钮）
046		打开素描点属性表对话框（必需先选中 SKETCH 图层，然后用点选或框选的方式选中要输入属性的素描点，选中后变红，再点击该按钮）

047		打开地质界线属性表对话框（必需先选中 BOUNDARY 图层，然后用点选或画线方式选中要输入属性的地质界线，线变绿后，再点击该按钮）
048		电子词典目录图标
049		电子词条图标
050		把当前电子词条组合框的编辑框内容填写到选中的编辑框中（先点击编辑框，再点击该按钮）
051		在选中的图层上对选中的图元进行移动，（先选中要移动的图元，然后按下该按钮后，用笔针拖动要移动的图元，不提笔移动，直到指定位置为止）
052		属性表操作按钮。该按钮可直接对已采集（入库）的任一条路线、任一地质点、任一点间点、任一样品、产状、素描、化石、照片的属性表进行操作（编辑、修改）
053		分段实际路线长度、方向计算按钮。先在电子图上画上路线轨迹，使该线段处于选中状态，然后点击该按钮，即可显示该线段的长度、方向、累计距离等，用户可直接在弹出的对话框上，输入该路线上的观测内容注释




2) SKETCH 素描图（见表 8-7）

表 8-7 野外数据采集系统 SKETCH 素描图按钮说明表

序号	图标 样式	功 能 说 明
054		按当前的点样式，在选中的图层中加入点
055		在选中的图层中加入文字（选中该按钮后，再点击位置，在对话框输入文字，按 OK 即可）
056		在选中的图层中加入图像，（选中该按钮后，再点击位置，按对话框提示内容输入参数，按 OK 即可）
057		在选中的图层中加入曲线（选中该按钮后，用笔直接在屏幕画线，不提笔，笔在线末端处双击屏幕，即可结束画线）
058		在选中的图层中加入面图元（选中该按钮后，用笔直接在屏幕画线，笔在线末端处双击屏幕，即可结束画面）
059		在选中的图层中加入直线（选中该按钮后，用笔直接在屏幕画线，提笔点击成线，笔在线末端处双击屏幕，即可结束画线）
060		在选中的图层中加入平行折线（选中该按钮后，用笔直接在屏幕画线，提笔点击成线，笔在线末端处双击屏幕，即可结束画平行折线）
061		在选中的图层中加入 3 条平行折线（选中该按钮后，用笔直接在屏幕画线，提笔点击成线，笔在线末端处双击屏幕，即可结束画 3 条平行折线）
062		在选中的图层中加入矩形（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）

063		在选中的图层中加入圆角矩形（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）
064		在选中的图层中加入椭圆（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）
065		在选中的图层中加入圆（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）
066		在选中的图层中加入菱形（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）
067		在选中的图层中加入等边三角形（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）
068		在选中的图层中加入正方形（选中该按钮后，先用笔点击矩形一角，不提笔拉框，直到满意为止）

续表 8-7

069		在选中的图层中加入 3 线平行曲线，（选中该按钮后，先用笔点击 3 线平行曲线的起点，不提笔画线，直到线的终点，再用笔在线末端处双击屏幕，即可结束画 3 线平行曲线）
070		在选中的图层中加入平行曲线，（选中该按钮后，先用笔点击平行曲线的起点，不提笔画线，直到线的终点，再用笔在线末端处双击屏幕，即可结束画平行曲线）
071		移动选中的图元（先用点选框或框选选中要移动图元，选中后的图元颜色会发生变化，然后按下此按钮，再用笔指着该图元，不提笔拖动图元，直到指定位置提笔即可）

072		移动选中的图元（先用点选框或框选选中要移动图元，选中后的图元颜色会发生变化，然后按下此按钮，再用笔指着该图元，不提笔拖动图元，直到指定位置提笔即可）
073		把选中的闭合曲线转换成面图元（先选中闭合曲线，被选中的曲线改变颜色后，按下此按钮即可）
074		把选中的面图元转换成闭合曲线（先选中面图元，被选中的面图元改变颜色后，按下此按钮即可）
075		把选中的折线转换成曲线（先选中折线，被选中的折线改变颜色后，按下此按钮即可）
076		打开各图层的点、线、面样式
077		按新选中的样式刷新图形
078		输入双线、三线平行线的间隔
079		放大图形
080		缩小图形
081		漫游图形
082		点方式选要编辑的图元
083		框选方式选要编辑的图元
084		数字填图野外数据采集图层集
085	点样式	对某图层下的点图元进行各种编辑工作

续表 8-7

086	线样式	对某图层下的线图元进行各种编辑工作
087	面样式	对某图层下的面图元进行各种编辑工作

088		图层可选框
089		图层打开
090		图层关闭
091		取消上次编辑操作
092		恢复上次编辑操作
093		剪切当前选中的图元
094		拷贝当前选中的图元
095		粘贴当前被拷贝、剪切的图元
096		比例变化当前被选中的图元。该按钮主要功能是先用手针绘制一个大的符号如树叶,这样可以保证所画的图元比较精细。然后用该按钮提供的对话框输入比例变化系数,通常是缩小,即输入小于1的数字。然后用141、142按钮提供的功能进行无数次的复制,再用119号按钮移动该图元到所需要到的位置。注意移动该图元应先用129、130选中该图元
097		删除当前选中的图元
098		以当前选中的图层为显示区域
099		显示全图
100		弹出图形比例系数对话框,若以原图纸大小显示图形,则输入图形比例尺(例如:1/50000 地形图,输入 50000)

(四) 调入图层 (电子手图)

点击手图,选打开,在弹出的对话框中,选 Storage Card

(1 或 2) 中本图幅的目录, 并打开该目录下的工程文件名, 即可操作。

(五) 野外安排路线与路线任务数据采集 (GROUTE 路线图层)

在图层区, 选取 GROUTE 路线图层, 计划安排的路线可事先用电子笔画在电子手图上, 具体操作方法为, 选画线功能, 可选直线、曲线等工具, 直接在电子手图上, 用笔在屏幕上画线。然后, 点路线属性图标, 屏幕弹出路线属性对并输入当天的填图任务、填图人员等信息。

(六) 调入 GPS 操作系统

1) 菜单说明

(1) 击主菜单中的“程序”;

(2) 击“程序”下拉菜单中的“GPS 操作”, 弹出“GPS 操作”对话框;

(3) GPS 操作”对话框

“设置”: 弹出“GPS 和串口设置”对话框

① 选择 GPS 端口

串口 “COM1”: RGP-12

串口 “COM2”: CRUX GPS II

② 波特率: 4800

③ 采样率: 2

④ 连接 GPS, 点击“同步”

弹出对话框: “试图连接到 GPS, 请点 OK 确认”; 若

连接成功，显示“BaudRate 4800Synchronize GPS Successfully!”。

2) “启动”:对话框上方提示当前GPS的状态:V表示GPS数据不稳定;A表示GPS数据有效,已接收到3颗以上卫星。

3) “采点”:将当前接收到的GPS数据点,添加到“采点”图层中;

4) “居中”:以接收到的GPS数据点为中心,移动图形窗口;

5) “停止”:停止GPS数据采集;

6) “数据”:弹出“GPS数据保存与回放”对话框 ①时间间隔:在指定的时间间隔内,“连续轨迹”图层加GPS点; ②距离间隔:在指定的距离间隔内,“连续轨迹”图层加GPS点; ③高程间隔:在指定的高程间隔内,“连续轨迹”图层加GPS点;

7) 记录:记录以上参数设置;

8) 回放:显示文件中的参数;

9) 载入:从指定文件中装入已设置的参数;

10) 保存:将设置的参数存贮在文件中。

(七) 图层图式图例的样式选择

1) 颜色:直接点击要改变颜色的样式,然后,根据弹出的颜色对话框,点击选中的颜色,按OK按钮即可。

2) 符号:按shift键,同时点击要改变符号的样式,被选中的符号会依次循环变换符号,每点击一次变换一个

符号，选中后停止操作即可。

3) 大小：按 Ctrl 键，同时点击要改变符号的样式，被选中的符号会依次循环变换大小，每点击一次变换一次，选中后停止操作即可。

(八) GEOPOINT 地质定点过程操作

在图层区，选取 GEOPOINT 地质点图层,然后选取定点按钮（按钮 021 号）,根据 GPS 显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上，待该样式的颜色变红后，再点击按钮 041 号，屏幕即可弹出地质点记录对话框，先输入结构化信息，然后点击文字描述按钮，即可进行自由文本描述。（见 GEOPOINT 图层）。如果要对已输入过的地质点属性表再进行编辑或浏览，可用按钮 016、024 号选中该点，待该样式的颜色变红后，再点击按钮 041 号，屏幕即可弹出地质点记录对话框。（该方法适合以下各图层）。复制功能见表 8-8。

表 8-8 复制功能说明表

数据库命令集	功 能 说 明
Copy_Pre	对当前数据库操作，按一下显示前一条记录,直至第一条记录
Copy_Next	对当前数据库操作，按一下显示后一条记录,直至最后一条记录

Ctrl+C	复制被选中的文字
--------	----------

续表 8-8

Ctrl+V	粘贴选中的文字
复制	可选任一地质点、点间点的文字描述进行复制
综合	对当前地质点的采集产状、化石、样品、素描、照片的位置、编号及相关内容进行自动复制到当前地质点的文字描述框中
平距	把 026 按钮（可连续分段计算）的距离、方向自动复制到当前地质点的文字描述框中
点间平距	把 ROUTING 图层的距离、方向、累计距离等内容自动复制到当前地质点的文字描述框中

（九）BOUNDARY 地质界线图层过程操作

在野外填图过程中，可直接在野外把观测的地质界限勾画在电子手图上。首先，在图层区，选取 BOUNDARY 地质图层，然后根据界线的特点选取直线、曲线等（可选按钮 025、027、022）来确定画线工具，然后，在电子手图上用电子笔按按钮绘制说明画曲线，该线按当前图层的样式显示在当前的位置上，待该样式的颜色变蓝后，再点击按钮 047 号，屏幕即可弹出地质界线对话框，输入结构化信息（见 BOUNDARY 图层说明）。如果同时绘制几条地质界线，可先画地质界线，然后逐个用 016 按钮选中曲线，再点击按钮 041 号，输入属性。要特别注意按钮 027 的使用

方法。该方法特别适用绘制已知起点、角度、距离的直线。

(十) ROUTING 分段实际路线图层

在地质路线的描述中,常常需要从一个地质点到下一个地质点的分段路线观测描述,在这种描述中,需要分段路线的距离、方向及该分段路线的观测内容。首先,在图层区,选取 ROUTING 图层,然后根据界线的特点选取直线、曲线等(可选按钮 025、027、022)来确定画线工具,然后,在电子手图上用电子笔按按钮绘制说明画曲线,该线按当前图层的样式显示在当前的位置上,该线是某一实际的野外路线轨迹。待该样式的颜色变蓝后,再点击按钮 053 号,屏幕即可弹出分段路线观测描述对话框,即可显示该线段的长度、方向等,用户可直接在弹出的对话框上,输入该路线上的观测内容注释。

(十一) SKETCH 素描图图层过程操作

在图层区,选取 SKETCH 素描图层,然后选取定点按钮(按钮 021 号),根据 GPS 显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上,待该样式的颜色变红后,再点击按钮 046 号,屏幕即可弹出素描图对话框,先输入结构化信息,记录素描图有关参数,然后点击绘制素描图按钮,屏幕弹出素描图绘制程序。具体素描图绘制方法详见素描图程序说明。

(十二) ATTITUD 产状图层过程操作

在图层区,选取ATTITUD产状图层,然后选取定点按钮(按钮021号),根据GPS显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上。要说明的是,在掌上机上,产状只是一个符号,没有按走向显示符号,但在桌面数字填图系统中,则按走向显示符号。待该样式的颜色变红后,再点击按钮042号,屏幕即可弹出产状对话框,输入结构化信息,记录产状有关参数。(见ATTITUD图层说明)。输入产状走向后,可直接用笔点击倾向编辑框,这时,倾向编辑框会自动填入一个加90°的数,若不对,可先用笔点击走向编辑框,然后再用笔点击倾向编辑框(也可从倾向到走向的自动换算),这时,倾向编辑框会自动填复制功能。

(十三) FOSSIL 化石图层过程操作

在图层区,选取 FOSSIL 化石图层,然后选取定点按钮(按钮 021 号),根据 GPS 显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上。待该样式的颜色变红后,再点击按钮 043 号,屏幕即可弹出产状对话框,输入结构化信息,记录化石图层有关数据。(见 FOSSIL 图层说明)。

(十四) SAMPLE 采样图层过程操作

在图层区, 选取 SAMPLE 采样图层, 然后选取定点按钮 (按钮 021 号), 根据 GPS 显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上。待该样式的颜色变红后, 再点击按钮 043 号, 屏幕即可弹出产状对话框, 输入结构化信息, 记录 SAMPLE 采样有关数据。(见 SAMPLE 采样图层说明)。

(十五) PHOTO 照片说明数据图层过程操作

在图层区, 选取 PHOTO 照片图层, 然后选取定点按钮 (按钮 021 号), 根据 GPS 显示的当前位置或直接在电子手图上用电子笔点击此位置即可。该点按当前图层的样式显示在当前的位置上。待该样式的颜色变红后, 再点击按钮 045 号, 屏幕即可弹出产状对话框, 输入结构化信息, 记录 PHOTO 照片采样有关数据。(见 PHOTO 照片采样图层说明)。记录照片有关说明的数据。

(十六) 属性表操作

在工具栏区, 选取属性表按钮 (按钮 052 号), 该按钮可直接对已采集 (入库) 的任一条路线、任一地质点、任一点间点、任一样品、产状、素描、化石、照片的属性表进行操作 (编辑、修改)。同时路线信手剖面、产状统计数据采集、粒度分析数据采集也在此属性表弹出的对话框中选择操作。

(十七) 掌上机数据到便携式计算机的传输操作

- 1)保存当前采集的图形工程,先后点击菜单中“手图”、“保存”;
- 2)退出程序,先后点击菜单中“程序”、“退出”;
- 3)将掌上电脑关闭;取出 CF 卡;
- 4)将 CF 卡装入 PCMCIA 适配器,插入便携机的 PC TYPE II 槽;
- 5)通过 PC 平台的管理程序,读入和备份野外采集信息;
- 6)可通过 WINDOWS 进行文件备份操作(用户先将文件备份在用户自定的文件目录下,再进行 5)的操作。

(十八) 电子词典操作

为提高野外记录效率和术语的规范化,可采用电子词典进行数据录入。野外数据采集系统提供了三种类型词典(项目标准):一般术语字典、野外记录结构化描述字典、规范结构化填空补缺式描述字典,大大加快了野外记录速度。先选择电子目录词典(048 图标)的内容,电子词条组合框会自动对应显示相应的词条。然后在电子词条(049 图标)组合框选择词条,用笔针在需要录入的编辑框点一下,最后用笔针点击 050 图标,电子词条(049 图标)组合框被选择的词条会自动输入到需要录入的编辑框中。

四、野外剖面数据采集系统操作说明

(一)素描图按钮操作说明

参见野外数据采集系统按钮说明中的素描图按钮操作说明。

(二) 剖面数据库操作命令说明（见表 8-9）

表 8-9 剖面数据库操作命令说明表

数据库 库命令集	功能说明
First	对当前数据库操作，显示第一条记录
Pre	对当前数据库操作，显示当前记录的前一条记录
Next	对当前数据库操作，显示当前记录的后一条记录
Last	对当前数据库操作，显示最后一条记录
Del	对当前数据库操作，删除显示当前记录的前一条记录
Add	对当前数据库操作，增加一条新记录
Insert	在当前记录插入一个记录，当前记录向后移动一个记录
Write	对当前数据库操作，保存当前记录
Insert	对当前数据库操作，在当前记录后插入一条新记录
List	对当前数据库操作列表
List_lay	对当前数据库的当前层列表操作
数据备份	保存当前剖面所有数据
清空	清除当前数据库
新剖面	拷贝剖面原型库

(三) 野外剖面数据采集系统操作说明（RGSECTION）

1. 野外剖面数据采集系统界面说明

为保证屏幕显示区最大，请在开始→/设置→/任务栏上的三个可选框打勾，即隐藏屏幕下方的工具条，要用时直接用笔针点击开始的位置即可弹出该工具条。

屏幕从左至右分为以下几个部分：

① 实测剖面总体信息；② 导线测量数据记录区；③ 数据库命令操作按钮集；④ 分层数据记录区；⑤ 素描、照片、化石、产状、采样、分层描述按钮集；⑥ 当前剖面总体信息。

2. 野外剖面数据采集系统操作说明

(1) 打开剖面文件：按下打开剖面文件按钮，屏幕弹出打开文件对话框，用笔针双击要打开的剖面工程文件，即可打开当前的剖面数据文件。

(2) SECTION 实测剖面总体信息过程操作：按下实测剖面总体信息按钮，屏幕弹出打开文件对话框，即可输入实测剖面总体信息。

(3) SURVEY 剖面导线数据录入过程操作：导线测量数据录入界面在屏幕左侧。导线测量数据的录入根据数据库命令操作按钮集的功能进行操作。如 ADD 增加一条新记录。

(4) SLAYER 剖面分层数据录入过程操作：分层数据录入界面在屏幕右侧。分层数据录入根据数据库命令操作按钮集的功能进行操作。其中的导线号自动根据剖面导线当前数据填入。

(5) SKETCH 素描图数据录入过程操作：按下素描图

按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入素描图信息。素描图属性录入完毕,点击素描图按钮,屏幕弹出素描图绘制程序。具体素描图绘制方法详见素描图程序说明。

(6) **SSAMPLE** 剖面采样数据录入过程操作:按下采样按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入采样信息。

(7) **SECATT**剖面产状数据录入过程操作:按下产状按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入产状信息。输入产状走向后,可直接用笔点击倾向编辑框,这时,倾向编辑框会自动填入一个加 90° 的数,若不对,可先用笔点击走向编辑框,然后再用笔点击倾向编辑框,这时,倾向编辑框会自动填入一个减 90° 的数。可反复操作。

(8) **SPHOTO** 剖面照片数据录入过程操作:按下照片按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入照片信息。

(9) **SFOSSIL** 剖面化石数据录入过程:操作按下化石按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入化石信息。

(10) **LAYNOTE** 剖面分层描述操作:按下分层描述按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入分层描述信息。输入完分层描述结构化信息后,即可按下分层描述按钮,进行文本描述。

(11) **GPOINT** 剖面地质点描述:按下剖面地质点描述按钮,屏幕弹出打开文件对话框,即可输入地质点描述信息(与路线观测定点描述相同)。输入完地质点描述结构化信息后,即可按下地质描述按钮,进行文本描述。

(四) 数字剖面系统操作说明

本系统数据来源于掌上机野外数据采集系统所采集的数据（以下称基础数据）。由于基础数据抽象性、数据之间的关系不明确性，因此需要一个后期数据处理系统，按地质专业要求把这些基础数据计算和统计出直观性、可比性强的数据，绘制出剖面图、平面图、柱状图等；保证基础数据的正确性、准确性是确保系统处理结果正确性及精度的关键因素。

掌上机数据到便携式计算机的传输操作：

（1）将掌上电脑关闭，取出 CF 卡；

（2）将 CF 卡装入 PCMCIA 适配器，插入便携机的 PC TYPE II 槽；

（3）通过 PC 平台的管理程序，读入和备份野外采集信息。

1) 剖面室内整理系统按钮说明（表 8-10）

表 8-10 剖面室内整理系统按钮说明

序号	图标 样式	功能说明	序号	图标 样式	功能说明
1		放大图形窗口	34		增加椭圆线
2		缩小图形窗口	35		加点
3		选中图形	36		加注释
4		按工作区显示	37		导出数据
5		全图显示	38		粘贴

6		移动图形	39		点样式
7		面样式	40		打印
8		复制	41		单选
9		剪切	42		上一视图
10		删除	43		旋转
11		计算距离	44		保存
12		删除图层	45		文本样式
13		图层可见	46		查看属性数据
14		图层不可见	47		框选
15		帮助	48		全图缩放
16		按层选择图形	49		平面图
17		画线	50		绘制剖面图
18		图层管理功能	51		化石数据
19		图层平移	52		分层数据
20			53		地质点数据
21		结点编辑	54		产状数据
22		线样式	55		导线数据
23		增加多边形	56		剖面数据
24		增加光滑多边形	57		素描图数据
25		增加矩形	58		采样数据
26		增加圆角多边形	59		照片数据

续表 8-10

27		增加椭圆形	60		最前记录
----	---	-------	----	---	------

28		增加圆形	61		前一记录
29			62		下一记录
30		增加折线	63		最后记录
31		增加光滑曲线	64		编辑
32		增加矩形线	65		取消
33		增加圆角矩形线	66		列表

2) 剖面室内整理系统操作说明

(1) 工作区数据存放说明

(A) 应用程序可随意存放;

(B) 系统数据文件存放;

(C) 工作数据存放: 盘符: \ 数字区调\F50E002014 (图幅号)\ 数字剖面 \ 剖面库 \ 野外剖面 \ 采集日备份\备份库

{	\SECTION	———剖面数据
	\SURVEY	———测站数据
	\SLAYER	———分层数据
	\SECATT	———产状数据
	\SSAMPLE	———采样数据
	\SPHOTO	———照片数据
	\SFOSSIL	———化石数据
	\NOTE	———分层描述
	\IMAGES	———照片图像
	\RESULT	----(剖面结果数据)
{	\GPOINT	----地质点数据
	\SKETCH	----素描图数据
	\LAYNOTE	----分层描述数据

（2）系统操作流程圖

双击系统图标，进入系统，第一界面是系统封面，双击进入工作区图幅接图表界面。

（3）工作区图幅接图表界面

界面左边列出的是工作区所在的省市名称，可用鼠标单击选中，然后按【按工作区显示】按钮，右边视图将显示选定省市的省界，放大你工作图幅所在的位置，视图将显示这个区域的接图表。双击所要的图幅你就可以进入这个图幅剖面数据界面。主要有查询、统计、数据维护和系统维护四个功能模块组成：

A. 【查询】：

可以针对所选图幅的查询，查询条件可任意组合，可以按需求任意输出结果信息；

I. 【选择要查询的数据库】 选择要查询的内容所在的系统数据库，系统总共有十个数据库分别是剖面、测站、分层、分层描述、地质点、素描图、采样、照片、化石、产状数据库；

II. 【要显示的字段】 单击选中结果要显示的字段，也是输出打印要显示的字段；

III. 【运行】 按照条件查询结果；

IV. 【打印预览】 完成打印前的预览工作；

V. 【清除】 清除上次所设的条件，重新再设条件；

VI. 【列出可能的值】 列出所选字段的可能值以便选择；

VII. 【字段名】 选择要作为条件的字段名称。

B. 【统计】

现实对所选图幅的相关内容进行统计。

C. 【日采集数据】

D. 【导入野外剖面库】

操作方法

- a. 在导入界面中，确定野外采集数据存放路径；
- b. 导入日备份库，把日采集数据按日期导入日备份，这样可确定此剖面用几天测量完成；
- c. 导入野外剖面，直接单击[提取信息]，系统将对野外数据的作一个基本的数据合理检查，如果合理，将提取野外采集数据；
- d. 上一步操作完，系统将在导入界面左面出现一目录树，你可以从图幅号，剖面号，导线号，层号一级级确定今天工作的内容级别。
- e. 在导入界面右面出现一列表，内容是相应工作级别的工作内容，双击选中要导入的内容，单击导入的级别，数据就可以被正确导入。
- f. 照片导入，首先要确定这条剖面照片在数码相机的文件名格式，格式分三部分：前部、诒序号位、后部；例如：DSCF0001.JPG，前部：DSCF，序号位：0000，后部：空；[确定设置]将列出此目录下的此格式的所有照片；
- h. 单击[复制照片到野外剖面]，将此剖面的照片复制到相应图幅相应剖面的野外剖面库中；

E. 【系统维护】

- a. **【系统设置】** 完成系统参数的设置

b. 【系统帮助】 提供系统详细的操作说明

(4) 数据编辑界面

对野外剖面数据进行编辑，如果没有错误再将数据导入剖面库；

实现功能【统计】、【数据编辑】、【描述编辑】、【绘图】、【数据处理】、【综合】、【查询】、【打印】：

A. 【数据编辑】

a. 对导入的数据进行通过剖面编号来对相应【剖面】、【测站】、【分层】、【分层描述】、【地质点】、【素描图】、【产状】、【采样】、【照片】、【化石】信息进行列表编辑；

b. 对导入的数据进行以剖面→测站→分层→

{	① 产状数据	用层次状关系进行编辑，直观体现数据之间的归属关系。
	② 采样数据	
	③ 照片数据	
	④ 化石数据	

c. 提供查找测站、分层、产状、采样、照片、化石编号是否有重复，以便修改；

d. 测式结果数据编辑界面；

e. 列表编辑操作

单击【列表】编辑按钮，用鼠标或键盘上下左右键选中要编辑项后，按空格键就可以对相应内容进行编辑，移动到另一个位置，将对所修改的内容进行保存；

B. 【统计】

当前剖面数据采集工作量统计，如按样品类型统计样品采集个数、产状测量个数等。

C. 【绘图】

按设定比例尺及相关参数生成图形，可按设定的图纸高宽生毫米格纸。

a. 【绘制剖面图】利用采集的数据和计算结果绘制剖面的大体的轮廓，图中包括内容：① 测站点的连线，标注测站号；② 分层位置在连线上的点位，标注分层号；③ 产状点位，标注走向、倾向、倾角。

操作说明：

如果是第一次生成图形数据时，必须在剖面基础信息编辑窗口中进剖面方向计算，请单击【剖面方向计算】然后才能进行剖面图绘制；

第一次绘制时，整个过程将没有任何提示顺利进行；如果已作过一次绘制，与绘制剖面图相关的数据没有修改过，你不用重新生成数据。可以选择否（N）；否则，重新生成数据，选择是（Y）；

b. 【绘制柱状图】（把中国地层信息系统软件的剖面柱状图的绘制模块功能移到本系统）。

可以生成 TOPMAP 图形数据格式并提相应的图形编辑功能，完成对生成剖面 and 柱状图的编辑；生成 MAPGIS 图形明码文件；然后在 MAPGIS 平台对剖面图进行更细致的绘制，以便出版发行。

c. 【素描图】 对野外素描图数据进行编辑。

D. 【数据处理】

① **【数据检查】** 对各类数据进行合理性检查。

② **【分层处理】** a. 层分割; b. 层合并; c. 层插入; d. 层删除。

③ **【数据备份】** 对野外数据进行备份。

④ **【导入剖面库】** 把野外剖面导入剖面库。

E. 【综合】

① **【层岩性】** 对每层厚度和层性进行综合。

② **【照片重先编号】** 对照片文件名称进行重先编号。

(5) **TOPMAP 剖面图工程结构设定:**

图层设定

第一层: 剖面导线 (见表 8-11)

表 8-11 剖面导线设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号

第二层: 分层斜线 (见表 8-12)

表 8-12 分层斜线设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号

第三层：产状斜线（见表 8-13）

表 8-13 产状斜线设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	CODE	C	5	产状编号

第四层：产状点（见表 8-14）

表 8-14 产状点设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	CODE	C	5	产状编号

第五层：化石点（见表 8-15）

表 8-15 化石点设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	CODE	C	10	化石编号

第六层：采样点（见表 8-16）

表 8-16 采样点设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	CODE	C	10	样品编号

第七层：照片点（见表 8-17）

表 8-17 照片点设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	CODE	C	10	照片编号

第八层：地质点（见表 8-18）

表 8-18 地质区设定表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	SECCODE	C	5	剖面编号
2	SECPOINT	C	5	测站号
3	LAYCODE	C	5	分层号
4	GEOPOINT	C	5	地质点号

五、数字填图桌面系统

见《数字区域地质调查野外数据采集系统 (RGMAP) 用户操作说明书,中国地质调查局著, 2001》

第九章 野外记录与整理工作要求

一、地质调查野外原始记录格式及内容

1. 野薄记录格式

日期(年月日) 天气(晴、阴、小雨等) 地点(野外基站)

路线: 自_____经_____至_____

手图号:

航片号:

任务: _____岩区(或地层分布区) 主干(或一般) 穿越(或追索) 路线地质调查; 追索_____断层(或层)

人员: _____(记录); _____(手图与航片)

点号: _____(如 0066)

座标:

GPS: 经度_____ 纬度_____ 高程_____

位置: _____村(或高地) NE35°460m 处小路东侧

露头: 人工采场(或天然), 良好(或一般、差等)

点性: 地层界线点、构造观察点、化石点、岩性岩相观察点等

描述: 点 E 为..... (岩性、岩相、古生物、构造、矿化、地貌、生态环境等)

点 W 为..... (岩性、岩相、古生物、构造、矿

化、地貌、生态环境等)

接触关系(依据、性质)

遥感影像图上的特点(仅对要求建立遥感解译标志的地质路线进行遥感影像的描述与记录)

标本(或样品)

照相

(注意:所有主干穿越路线必须有信手剖面,1/3 的点须野外素描或照相;所有的一般穿越路线1/5 的点须野外素描或照相;追索路线视情况而定)

点间:(1) NO0066^{SE+50m}50m: 沿途为.....

(2) 50m^{s+110m}160m: 沿途为.....

于80m处采同位素年龄测试样:(样号如 1006-3)

(3) 160m^{ssw+320m}480m NO0067: 沿途为.....

.

.

.

路线小结:(当日路线结束后必须认真撰写小结,小结含三项基本内容:一是对当日路线工作量统计(路线总长、地质点个数、素描图个数、照相数量、各类标本采集数量);二是对当日路线的地质认识;三是对存在问题及对相邻工作路线的工作

建议。)

2. 野外工作手图勾绘内容

野外工作手图必需标记和勾绘如下内容:

① 地质点(直径 1mm 的小圆)及点号(一般标记在地质点的右下方);

② 地质点上所观测到的岩层产状和各种面理产状;

③ 地质界线(地层单位之间的分界线、断层线、岩性岩相分界线、侵入体侵入界线、含矿层界线、地貌单元之间分界线等,勾绘时需遵循“V 形法则”及野外实际展布情况);

④ 地质体填图单位(各种正式和各种非正式填图单位)代号及岩性岩相代号或花纹;

⑤ 各类样品采集点及编号;

⑥ 地质路线(用绿色虚线标绘)和实测剖面线(用黑色实线标绘)及剖面代号。

3. 野薄记录格式说明

① 每天开始一页应记录日期、工作区、天气状况,其中工作区记录工作站或填图地区。

② 点位应以观察点附近的高程点、村庄或其它固定地物作标志。

③ 记录本的右面作文字记录,左面作素描图、路线剖面或贴附照片,必要时也可作简要文字批注或补充记录。摄影资料记在相应地质观察记录之后,应注意底片编号或数码照相编号、摄像对象和内容及方位,凡图上有路线通过的地点必须有文字记录。

④次日的观察记录或工作小结应另起一页。记录本内不得记与野外地质调查无关的内容。

⑤产状标记方法（记录或信手剖面）

层理 $140^{\circ} \angle 30^{\circ}$ ；次生面理 $50^{\circ} \angle 40^{\circ}$ ，可在产状前注明 S_0 、 S_1 、 S_2 ……或糜棱片理等；断层 $120^{\circ} \angle 45^{\circ}$ ；节理 $320^{\circ} \angle 70^{\circ}$ ；轴面 $A40^{\circ} \angle 50^{\circ}$ ；枢纽 $Fh30^{\circ} \angle 60^{\circ}$ ；线理 $L300^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 等。

二、野外调查阶段原始资料整理要点

1. 野外阶段资料整理的目的在于，把搜集到的零星分散的各种实际资料逐渐进行综合整理，逐渐加以系统化、条理化，并从整理中及时总结经验，逐步认识区域地质规律，并及时发现问题，现场予以解决，使野外调查工作作到心中有数，目的明确，以便指导后续填图工作顺利地进行。

2. 野外工作阶段对调查资料要求作到边调查、边整理和边综合研究。

3. 野外阶段的资料整理工作可按具体工作性质和工作时间周期分为当日、数日观测资料的整理和一条路线或一项专门调查内容资料的整理两种情况进行。当日、数日资料的整理系指每天或数日所收集文字和图件资料的整理和实物资料的整理两个部分（文字和图件资料的整理包括观测点位的校对，检查记录是否系统连续，记录是否作到繁简适宜，系统全面，各种地质体、构造要素的产状及各种参数是否完全并且有代表性，各种必须的样品是否采集

系统完全，并标注在文字记录相应的位置，编号有无错漏，各种素描、剖面图和照片是否都已在文字记录相应位置进行编号说明，如果时间允许应对记录本中所有获取的产状要素等参数及各类数字编号、素描图以及工作手图及时着墨。并及时作好当天地质路线小结，小结内容主要突出新进展或新发现以及存在的问题，解决问题的办法或处理意见。若发现有重大遗留问题应及时组织力量进行复查，对遗留问题进行复查后，记录中应及时进行小结，阐明问题解决的程度和引起的原因，并应将复查结果加注到原路线记录中的相应位置。如果时间较紧或工作条件困难的地区，当日资料整理工作无法进行时，也可改为2—3天集中进行一次，但最多不超过5天。以上整理内容应反映在相应的野外记录本中。实物资料的整理，主要指各类实物标本和各类分析测试鉴定样品的分类包装，清点数量并与记录本上标号逐一进行核对，同时进行填表登记造册。

一条路线或一项专门调查内容资料的整理，也必须在野外及时进行。其内容除前日、数日整理的有关内容外，主要是对一条路线或一项专门调查内容所获得的资料，进行一次比较系统全面的整理，并由作业组对工作质量作一次全面检查，在此基础上，对已作工作作一次比较系统全面的小结，小结内容应包括调查路线上调查内容的各个方面，并应突出对地质构造总体规律和所填图面结构是否合理的认识上，重点总结新发现、新进展的依据和存在的地质问题以及解决处理问题的方案。

4. 每个基站的野外调查工作结束后，项目负责人应检

查原始资料是否齐全，编录是否合乎要求，工作精度和质量能否达到标准，存在的基础地质问题是否得到解决，应加以总结交流，对资料不够齐全，依据尚不充足的地方立即采取措施，及时进行弥补，不能把已发现的问题带到下一个工作基站。

参考文献

- 王乃文、郭宪璞、刘羽, 非史密斯地层学简介, 地质论评, 1994. 40 (5): 482
- 于庆文、其和日格, 1998, 中国西部造山带 1: 25 万地质填图理论与方法的几点思考. 中国区域地质, 1998 年增刊, 10-17
- 于庆文、李长安、张克信、古风宝, 1997. 试论造山带成山运动与环境变化调查方法——以东昆仑 1: 25 万冬给措纳湖幅区调为例. 地球科学, 16, 56~64.
- 房立民、杨振升, 等, 1991. 变质岩区 1: 50000 区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 冯庆来, 造山带区域地层学研究的思想和工作方法, 地质科技情报, 1993. 1 (3): 51-56
- 任纪舜, 牛金贵、刘志刚, 1999, 软碰撞、叠覆造山和多旋回缝合作用. 地学前缘, 6 (3): 85-93
- 许志琴等著, 1997. 中国主要大陆山链韧性剪切带及动力学. 北京: 地质出版社.
- 单文琅、傅照仁, 区域变质岩区填图的构造地层学准则. 地球科学, 1987, 12 (5): 559-566
- 吴浩若、尹集坪、孙亦国, 1982, 西藏南部拉孜县中贝地区的混杂堆积, 中国科学院地质研究所编, 地质科研成果选集 (一), 120-127. 北京: 文物出版社
- 张克信、陈能松、王永标等, 东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探, 地球科学—中国地质大学学报, 1997.22 (4), 343-346
- 罗建宁, 大陆造山带沉积地质学研究的几个问题, 地学前缘, 1994. 1 (1-2): 177-183
- 程裕淇、沈其韩、刘国惠、王泽九, 1963. 变质岩的一些基本问题和工作方法. 北京: 中国工业出版社.
- 陈克强、汤家富主编, 构造地层单位研究. 中国地质大学出版社, 1995. 92
- 高秉璋、洪大卫等, 1991. 花岗岩类区 1: 50000 区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 游振东、索书田、韩郁菁, 等著, 1991. 造山带核部杂岩变质过程与构造解析——以东秦岭为例. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 都城秋穗, 1973. Metamorphism and Metamorphic Belts, London, George Allen and Unwin Ltd. (中译本, 周云生译, 1979).
- 殷鸿福等, 中国古生物地理学, 武汉: 中国地质大学出版社, 1988
- 殷鸿福、张克信、王国灿等, 非威尔逊旋回与非史密斯方法—中国造山带研究理论与方法, 中国区域地质, 1998 (增刊): 1-9
- 赫德伯格, H.D. (编), 1976 (张守信译), 国际地层指南. 北京: 科学出版社, 1979
- 魏家庸等, 1991. 沉积岩区 1: 50000 区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 潘桂棠、陈智梁、李兴振等, 东特提斯地质构造形成演化, 北京: 地质出版社, 1997

附件 1: 各类样品的采集与测试及登记表	190
附件 2: 同位素测年采样和方法选择规则	221
附件 3: 第四纪地质测年方法及取样要求	223
附件 4: 图例、花纹、符号	225
1. 岩石特征成分、结构、构造花纹.....	225
2. 沉积岩花纹	
3. 岩浆岩花纹	
4. 变质岩花纹	
5. 岩浆岩名称符号及其他常用岩石名称符号	
6. 第四纪堆积物成因类型及沉积相花纹	
7. 构造岩相古地理图例	
8. 沉积岩区非正式填图单位图例	
9. 标本和样品符号	
10. 地质构造符号	
附件 5: 年代地层表	
1. 中国年代地层表	
2. 国际地层表	

附件 1 各类样品的采集与 测试及登记表

各类样品的采集与测试是开展新一轮国土资源大调查的重要组成部分和技术支撑之一。充分利用现代先进的分析测试技术，将应采集的各类样品及其测试要求、采样要求、各类登记表格说明如下。各专业调查采集样品种类、数量、分析项目及分析方法等的选择，根据研究内容、调查面积等内容具体确定。

一、各类测试样品

1. 薄片及标本

鉴定要求：确定岩石的矿物或碎屑颗粒的种类、结构、构造、矿物共生组合，对岩石定名分类；测定岩石的沉积、变质变形等显微结构构造特征；鉴定岩石后期交代及矿化；测定矿物的晶形、粒度、构造、蚀变、光性、物理性质等特征等。

采样及制样要求：样品一般采手标本大小（3cm×6cm×9cm）即可，磨片大小 2.4cm×2.4cm，厚度 0.03mm。

2. 光片

鉴定要求：测定不透明矿物的种类及含量，矿物

共生组合。

采样及制样要求：样品采手标本大小，光片一般 $2\text{cm} \times 3\text{cm}$ ，厚 0.5cm ，表面抛光。

3. 岩组分析

(1) 鉴定要求：对矿物颗粒向量进行测量统计，研究应力大小和方向。

(2) 采样要求：采手标本大小，在构造面上标注产状，如节理，磨片厚度 0.04mm 。

4. 人工重砂

鉴定要求：副矿物特征，有用矿物的赋存状态，挑选单矿物作其他测试用。

采样要求：一般在同一露头用拣块法采 $10\sim 20\text{kg}$ 岩石。

5. 粒度分析

鉴定要求：沉积岩粒度概率统计分析。

采样要求：采手标本大小，制薄片。

6. 大化石

鉴定要求：化石定名、特征描述（附照片及素描）、确定时代及对古环境作出判断。

采样要求：样品大小依化石大小而定，尽量采集化石整体；对疏松化石，先作固结处理，再采集；对大脊椎动物化石，应打成 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的格子，对格子编号、照相，按格子整块采集。化石在野外要进行初步整理。

7. 微体化石

鉴定要求：微体化石种属、特征描述（附照片及素描）、统计微体化石的出现率组合及演化、确定时代及对古环境作出判断。

采样要求：一般逐层采集，采样间距一般 5~10m，取掉表面风化物，样品重量一般不少于 1kg，以 1.5~2kg 为适。

8. X-射线衍射分析样

采样要求：一般样品挑几粒至十几粒晶体（X-射线单晶，采用粒径为 0.1~2.0mm 的单晶体），一般需矿物十几克，粘土矿物鉴定采粘土 100g 以上，同一地质体需采三个以上样品测定。

测试要求：

（1）X-射线粉晶：矿物定名，测定结构简单的矿物晶体晶胞参数及格子类型，区别同质多像变体及长石有序度。

（2）X-射线单晶：测定晶胞参数（ a 、 b 、 c 、 α 、 β 、 γ ）、空间群、原子坐标参数（表征晶胞中原子种类、数目和相对位置），分子晶体中分子立方体构型、键长、键角、电荷分布、分子间的距离、离子晶体的配位、构型、离子大小、晶体结构的有序、无序等。

9. 电子衍射法样

测试：测定矿物晶体结构及参数，确定矿物种类。

采样：采手标本大小的块状样品。

10. 红外光谱分析样

测试要求：鉴别矿物种类（尤其是胶体矿物和火山玻璃等均质体）、确定矿物中水的存在形式、区分类质同像和某些同质多像矿物、区分矿物多形结构、阴离子基团配位对称性、原子的有序-无序分布、阳离子配位数、确定沉积岩成熟度和相指标、含油岩层中干酪根的特征和演化，测定海绿石膨胀层含量。

采样要求：挑所需单矿物 2g 左右，液体 1ml，气体 200ml。

11. 激光拉曼光谱法

测试要求：测定矿物及有机物成分、结构；鉴定矿物显微气液包裹体中矿物种类及气体、液体的成分，如 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 等；同位素含量及其比值。

采样要求：固体和粉末样品要多于 1g，液体和气体多于 1ml。

12. 穆斯堡尔谱法

测试范围：鉴定铁、锡矿物种类；确定矿物中铁、锡氧化态（如 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 含量及比值）、电子组态（如低自旋、高自旋），配位对、配位状态及化学键；确定铁、锡离子有序-无序及类质同像置换，含铁、锡矿物的同质多像变体；生油岩成熟度；在不同温压下矿物相转变过程。

采样：200mg 破碎的岩石和矿物。

13. 核磁共振波谱法

测试范围：矿物中水的类型，矿物结构的有序—无序，矿物中扩散、相变、结构缺陷，晶体中电荷分布，化学键的确定，定性确定有机化合物结构、性质，定量测定混合有机物中各组分的量比。

采样：固体 80~160g，液体 1~2ml。

14. 热分析样

有差热分析和重热分析，二者常同时进行。

测试要求：鉴别粘土矿物、铁、铝、氢氧化物等含水矿物以及碳酸盐矿物、胶体矿物、非晶质的种属，鉴定类质同像系列矿物的种属（碳酸盐岩、绿泥石、蛇纹石等），确定矿物的风化、蚀变程度，测定矿物中 CO₂、有机碳等的含量及水的赋存状态，定量测定矿物的反应热，作样品的热分析曲线。

采样要求：单矿物或岩石均可，样重 5g。

15. 矿物包裹体分析样

分析要求：测温，包裹体成分分析。

采样要求：① 测温：均一法，样品采手标本大小，制薄片（粘片用加拿大树脂）；用于爆破法的样品，须是单矿物，纯度高于 98%，粒度 0.5~1mm。② 成分分析：测定对象主要为石英、长石、绿柱石等硅酸盐矿物或部分氧化物，单矿物纯度高于 98%，粒度 0.2~0.5mm，送样重 10~30g。

16. 电子探针微区分析样

分析要求：对矿物微区（微米级）进行元素常量分析（不能区分变价元素价态）和形貌、结构分析。

采样制样要求：采集薄片样，用环氧树脂粘接，不盖玻璃片，载片小于 28mm×50mm；也可采单矿物颗粒。

17. 离子探针微区分析样

分析要求：矿物微区同位素比值测定，元素含量测定（ppm 级）。

采样制样：同电子探针相仿。

18. 投射电子显微镜分析样

分析要求：确定矿物晶体形态，矿物种类，扫描分析矿物微区表面形态（如石英、锆石）及微观结构；鉴定微体古生物种属。

采样制样：采薄片样，减薄至 1×10^{-7} m 左右；粒度小于 $1 \mu\text{m}$ 的颗粒样品，取数毫克可直接测试。

19. 扫描电子显微镜分析样

分析范围：矿物表面微区形貌、显微结构和微晶形态等；通过稳定矿物表面特征（石英、锆石等），分析颗粒的成因和水动力条件；古生物（特别是微古生物）的微细形态和结构的确定；分析岩石成分、结构及石油储油层显微构造。

采样制样：基本与电子探针微区分析样相同，试样大小取决于仪器型号，一般不超过 100mm×30mm×50mm。

20. 激光显微光谱法

分析范围：测定矿物中杂质元素种类；定量测定矿物次要成分，杂质痕量元素含量；确定微细矿物名

称；岩石重砂中副矿物含量的快速统计。

采样：固体样品制成光薄片后测试，液态和粉末样需作处理后才能测定。

21. 岩石化学全分析样

主要有硅酸盐岩石全岩分析，分析项目一般为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 MnO 、 CO_2 、 H_2O^+ 、 H_2O^- ，有时还要加上 S、Cl、F，超基性岩还加上 Cr_2O_3 、 CoO 、 NiO 等；碳酸盐岩石分析，分析项目一般为 CaO 、 MgO 、 MnO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 CO_2 、S、 H_2O^- 、烧失量；铝土和粘土分析，分析项目一般为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 MnO 、 H_2O^- 、S、Ga；石英岩分析，分析项目一般为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 Cr_2O_3 、烧失量。分析要求精确到小数点后第二位。分析结果百分数总和 99.30%~100.70%。

采样要求：拣块取新鲜岩石 2kg。

22. 岩石化学多项分析样

根据需要分析部分项目，分析要求精确到小数点后第二位。

采样要求：拣块取新鲜岩石 2kg。

23. 单矿物化学成分全分析

分析要求：分析项目根据不同矿物理论化学式来确定，分析结果百分数总和 99.30%~100.70%。

也可用电子探针等仪器测定。

挑选单矿物 10~100g；用电子探针分析，采集薄片样即可。

24. 岩石微量元素定量分析

分析要求：分析项目根据样品的用途而定，常分析的元素有：Li、Be、Nb、Sc、Ga、Zr、Th、Sr、Ba、V、Co、Cr、Ni、Cu、Pb、Zn、W、Mo、Au、As、Ag、Sn、Sb、Hg、Bi、F、Cl、B、Rb、Ta、U、Hf、P、Te，精度要求要比元素在该岩类中的丰度值高一个数量级，分析误差不得超过 20%。

采样：新鲜岩石，拣块，500g 左右。

25. 岩石稀土元素定量分析

分析要求：分析稀土元素 15 种：La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y，分析要求精确到小数点后第二位。

采样：新鲜岩石 1~2kg，拣块法。

26. 单矿物微量元素定量分析

分析要求：分析项目依样品的用途而定。

采样：挑选单矿物 2g。

27. K-Ar 年龄样

测试范围：有体积法和稀释法，测定新生代—古生代未受后期热扰动的成岩年龄，热事件年龄。

采样要求：

测定对象常为云母类、角闪石、辉石、斜长石、海绿石、伊利石、霞石、火山玻璃，以及含钾的沉积岩、变质岩、火成岩全岩。

选单矿物重一般 2~50g，全岩样 500~1 000g。

28. ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄样

测试范围及分析要求：样品要在反应堆中经快中子照射，测定氩的同位素比值，经多阶段加热，测定岩浆岩的结晶年龄和后期热事件年龄、沉积岩的沉积年龄和后期热事件年龄、变质作用的年龄、硫化物年龄；提供多阶段加热的氩同位素分析数据、年龄值及年龄频谱图。

采样：测定对象及样品重量同 K-Ar 年龄样。

29. U-Pb 年龄样

测试范围及分析要求：用超微方法分析，测定中生代及其以前的岩浆岩、变质岩、沉积岩的沉积岩年龄、变质年龄、热事件年龄。分析要求提供每个矿物颗粒的 U、Pb 同位素比值及年龄值，多个矿物的一致曲线及年龄。

采样：取新鲜岩石分离、挑选单矿物，主要测定对象为锆石、独居石、磷灰石、晶质铀矿，对锆石含量高的花岗岩取 3~5kg，对火山岩取 10~15kg，对中基性、超基性岩取 20~25kg，一般挑单矿物重量 0.5~2g，纯度 > 98%，每种单矿物按物理性质不同分别测定。

30. 铀系法

测试范围： $40 \times 10^4 \text{a}$ 以内的湖泊沉积物、海洋沉积物、锰结核、盐类、碳酸盐岩（珊瑚、钟乳石、钙结核、贝壳、骨头）、年轻火山岩、自然水的形成年龄。

采样：样重一般为 10~100g，水样 10~20ml，碳酸盐岩和火山岩取新鲜岩石。

31. Rb-Sr 年龄样

测试范围及分析要求：Rb、Sr 同位素质谱分析，精度要高于万分之一，误差小于 5%。测定中生代以前的岩石形成年龄、变质年龄及物质来源信息。要求提供同位素测试数据、等时线图、等时线斜率、截距、相关系数、等时线年龄及误差范围。

采样：测定对象主要为中、酸性岩；全岩等时线样一般采 6~10 块样，每块 1kg 左右，要保证样品的同源、同期、同一封闭体系；全岩—单矿物等时线样和矿物等时线采一块即可，单矿物测定对象同 K-Ar 法；样品要新鲜。

32. Sm-Nd 年龄样

测试范围及分析要求：同位素质谱分析，精度要高于万分之一，误差小于 5%。测定中生代以前的岩石形成年龄、变质年龄及物质来源信息。要求提供同位素测试数据、等时线图、等时线斜率、截距、相关系数、等时线年龄及误差范围。

采样：测定对象主要为超基性、基性岩；全岩等时线样一般采 6~10 块样，每块 1kg 左右，要保证样品的同源、同期、同一封闭体系；全岩—单矿物等时线样采一块即可，单矿物测定对象同 K-Ar 法；样品要新鲜。

33. ^{14}C 年龄样

测试范围：200~5×10⁴a 含碳物质的年龄。

采样：采集对象及重量，木头、木炭、树根、古植物种子等采 25~30g；泥炭、珊瑚、贝壳、淤泥 200~1 000g；土壤 500~2 000g；动物骨骼 1 000~1 500g；水 500~1 000g；样不需破碎，剔除非测定杂质；样品装入塑料袋（不直接装入布袋）；水样应在野外进行处理后，将沉凝物，装入玻璃或塑料瓶中送化验室，通常 100 L 左右的水才能分离出足够数量的沉积物供测定。

34. 古地磁

测试要求：测定岩石的天然剩余磁场，求得样品的平均磁偏角、磁倾角、磁极位置等参数的对比，根据样品的磁极对地层进行划分对比、研究板块的迁移。

采样要求：

（1）间距，垂直走向逐层采集，采样间距一般为 1~5m。

（2）数量，应满足统计的要求，侵入岩在中心取样，不得少于 10 块。

（3）规格，野外采样 12cm×12cm×12cm 大小手标本，并表明层面或构造面的倾向和倾角，对于松散沉积物可采用器具取得定向标本，误差不得超过 1°，室内制成 4cm×4cm×4cm，每块手标本截取四个以上的样。

（4）采样对象为含磁性较高的沉积物和岩浆岩。

（5）采集方法，可在新鲜岩石采集手标本或用手

提式钻机采取。

(6) 送样时附剖面图，写明采样位置及经纬度。

35. 热释光 (TL)

测试范围：测定受热受光样品，如古陶瓷、断层泥和黄土、沙丘等（测石英、长石），测年范围 1 000a~1Ma。

采样：深度 30~40cm，采样避光进行，不透光包装。样重 1 000g 左右。

36. 光释光 (OSL)

测试范围：测定河流相、洪积相、湖相、海相、冰水相、风积物、火山喷发物及断层磨擦生热烘烤的产物及考古样的最后一次暴光或受热以来所经历的年龄，测年范围 2 000a~0.5Ma。

采样：基本同热释光样。

37. 电子自旋共振 (ESR)

测试范围：测定物质内部结构特征；测定第四纪沉积物、火山岩地质年龄及断层最后一次活动年龄等，测年范围几百年—几百万年。

采样要求：① 测定物质结构的样品，单矿物采长度为 2~9mm 的单晶，粉晶采 4~9g，液体需 0.01~0.1ml。
② 第四系测年采集对象为碳酸盐类钙结核、贝壳、珊瑚，磷酸岩类牙齿、骨头、硫酸盐石膏、硅酸盐、火山物质、断层物质、经阳光照射的样品等；采样深度 30~50m；避光处理和保存；样品量一般 50~100g，含石英颗粒松散沉积物一般需 1 000 ~ 2 000g。

38. 裂变径迹 (FT)

测试范围：测定对象主要为磷灰石、锆石、硝石、云母、火山玻璃等。测年范围几百年至几百万年。

采样：样品要新鲜，矿物充分结晶；测抬升速率沿不同高度系统取样，样品量足以保证选出几十个矿物颗粒，送单矿物 100~500 颗，送岩石 2kg。

39. 氧同位素

分析要求：测定样品的 ^{16}O 、 ^{18}O ，计算 $\delta^{18}\text{O}$ (‰) 和同位素平衡温度。

取样：根据用途不同而不同。

(1) 计算成岩温度常采同一世代矿物对，岩石要新鲜，矿物纯度 98% 以上，矿物样重 0.2g；计算碳酸盐岩古海水温度要用腕足类及软体动物贝壳。

(2) 判别岩石物质来源采单矿物（或全岩），岩石要新鲜，矿物纯度 98% 以上，粒径小于 0.3mm。判别水的来源主要用矿物包裹体。

(3) 测定第四纪古气候变化，采集冰块和雪装入玻璃瓶，蜡封，样品体积 50~100ml。

40. 氢同位素

分析要求：测定 δD 值。用于计算温度，判别物质来源，结合氧同位素研究地下水成因。

采样：测定对象主要有云母、角闪石、蛇纹石、天然水，测定包裹体的矿物有石英、萤石、硫化物、碳酸盐等；样重，单矿物 20~50g，水 10~15ml。

41. 硫同位素

分析要求：分析硫同位素组成，计算 $\delta^{34}\text{S}$ ，计算

矿物的平衡温度。

采样：测定对象主要为硫化物，测定温度取矿物对，挑单矿物 0.5g 左右。

42. 碳同位素

分析要求：测定碳同位素组成， $\delta^{13}\text{C}$ ，用于计算温度，判别有机碳和无机碳、淡水和海水碳酸盐岩。

采样：采样对象主要为碳酸盐岩、含石墨变质岩及含碳地下水、气体和植物，样重 0.5g，气体 5~10ml；测定包裹体碳同位素组成的矿物主要有石英和硫化物，样重 150g。

43. 铅同位素

分析要求：分析 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 的比值。计算模式年龄，判别成因。

采样：测定矿物主要为方铅矿、闪锌矿、钾长石，样品要新鲜，取矿物重 1~2g，同一地质体应取三个以上样。

44. 金属矿和非金属矿采化学分析样

分析项目：根据矿石成分作基本分析和必要的组合分析，确定矿石中有益组分和伴生组分及有害元素的含量。

采样原则：根据自然分层和矿化情况连续拣块系统取样，在一层内以样长 0.5~1m 垂直矿层连续刻槽采样，沿矿化走向至少布置两条以上采样线。

45. 金属矿和非金属矿采光谱全分析样

了解矿体及围岩的元素含量情况。

46. 金属矿和非金属矿采自然重砂样

分析要求：重砂矿物定性定量分析。

采样：采集重量 15~30g，经野外粗淘后不应少于 10~15g。

47. 非金属矿物理性能及工艺性能测试样

测试项目及采集方法与矿种及用途不同而确定。

48. 采煤层煤样

刻槽法（10cm×10cm~25cm×25cm）直接在煤层上系统取样，作半工业分析（水分、灰分、挥发分）、全硫、磷、发热量及元素分析（C、H、N、O、S）等。

49. 生油样

分析项目为有机质含量、元素分析、沥青族组分分析、氯仿抽提物等。

采样对象有油页岩、沥青质岩、煤、浅色碳酸岩等，采集新鲜岩石，要系统采集，样重一般为 300~1 000g。

50. 储层样

分析项目包括孔隙度、渗透率、含油饱和度、含水饱和度。

采样规格 6cm×6cm×7cm，采样岩石为油页岩、含油砂岩、含油碳酸盐岩。

51. 盖层样

测定孔隙度、渗透率及岩石突破压力实验。

52. 水样

主要有简分析水样、全分析水样、专项分析水样和现场分析水样，水样的采集、分析项目与密封见有关规范。

53. 土壤样

分析与矿产、农业、牧业、林业、污染、环境生态有关的元素和成分。

样品采集系统采集有机层、淋积层、母质层，样重 100~150g。

54. 植物样

分析微迹化学元素。

主要取植物器官和腐殖质，样重 150~200g。

二、测试登记表格

1. 样品登记表格式

样品采集登记表

图幅名称：

样品类别：

工作单位：

第 页

序号	野外编号	采集地点或经纬度	采样层位	样品重量(kg)	块数或袋数	采样人	采样日期	填图单位及时代	鉴定定名	分析要求	备注

填表人：

填表日期：

2. 送样单格式

(1) 岩矿鉴定样品送样单格式

岩矿鉴定样品送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采集层位	岩石名称	填图单位或时代	鉴定要求	备注

(2) 化石送样单格式

大化石送样单

图幅名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	野外名称	填图单位或时代	采集层位	块数	包数	鉴定要求	备注

注：需磨片类分开填写

(3) 微体化石送样单格式

微体化石送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采集层位	样品岩性描述	填图单位或时代	袋数(或块数)	鉴定要求	备注

(4) 微区分析送样单格式

微区分析送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	岩石名称	矿物名称	填图单位或时代	分析要求及分析项目	备注

(5) 岩矿分析送样单格式

岩矿分析送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	岩石名称 (或矿物名称)	填图单位 或时代	分析要求及 分析项目	备注

(6) K-Ar、 ^{40}Ar - ^{39}Ar 、Rb-Sr 等同位素年龄测定送样单格式

同位素年龄测定送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采样层位	样品块数 (或重量)	样品岩性描述 及薄片岩矿鉴定结果	填图单位或推 测时代	测试对象及方法	分析要求	备注

(7) 碳（¹⁴C）样品送样单格式

碳（¹⁴C）样品送样单

野外编号		室内编号	
采样地点（含经纬度、海拔高度）			
样 品 名 称		包装及重量	
采 样 日 期		收样日期	
送样单位及地址			
样品物性描述			
采样点地层和地貌描述			
样品在野外或室内可能受污染情况说明			
样品估计年龄及测年意义			
测 定 结 果	半衰期 5 586a	半衰期 5 730a	
测 定 单 位		测定日期	

(8) 光释光 (OSL)、热释光 (TL)、电子自旋共振 (ESR) 送样单格式

光释光 (OSL)、热释光 (TL)、电子自旋共振 (ESR) 送样单

野外编号		实验室编号	
采样地点 (含经纬度、海拔高度)			
样 品 名 称		包装及重量	
采 样 日 期		收样日期	
送样单位及地址、联系人			
样品物性描述; 采样点 地层简述			
样品在野外或室内可能受污染情况说明, 是否受放射性污染 (半径 30cm 内); 样品与地下水位关系			
样品估计年龄及测年意义			
测 定 结 果			
测 定 单 位		测定日期	

(9) 裂变径迹 (FT) 样品送样单格式

裂变径迹 (FT) 样品送样单

野 外 编 号			实 验 号		
样 品 名 称			包装及重量		
样 品 类 型	断层泥		岩 心	露 头	
采 样 日 期			收样日期		
送样单位及地址、联系人					
采样地点 (含经纬度)					
现地温梯度					
海拔高度					
样品物性描述; 采样点地质概述					
分析目的及要求					
测 定 结 果	中子 通量	P_s	P_i	P_s / P_i	年龄
测 定 单 位				测定日期	

(10) 稳定同位素送样单格式

稳定同位素送样单

图幅名称： 样品名称： 送样单位：

送样人： 送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采样层位	样品岩性描述	矿物名称	岩矿鉴定结果	填图单位或时代	测试要求	备注

(11) 非金属矿产物化性质送样单格式

非金属矿产物化性质送样单

图幅名称： 样品名称：

送样单位： 送样人： 送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采样层位	岩石或矿物名称	填图单位或时代	块度	颗粒	数量	测试要求	备注

(12) 煤质分析送样单格式

煤质分析送样单

图幅名称： 样品名称： 送样单位：

送样人： 送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采样层位或深度(m)	岩性	填图单位或时代	煤层时代	厚度(m)	样重(kg)	测试要求及分析项目	备注

(13) 石油、天然气分析送样单格式

石油、天然气分析送样单格式

图幅名称： 样品名称：

送样单位： 送样人： 送样日期：

序号	野外编号	采集地点	采样深度(m)	岩性	填图单位或时代	样品重量(kg)	测试要求及分析项目	备注

(14) 水分析送样单格式

水分析送样单

图幅名称:

样品名称:

送样单位:

送样人:

送样日期:

序号	水样编号	采集地点	水源种类	水样体积(1)	透明度	颜色	气味	测试要求及分析项目	备注

(15) 土壤分析送样单格式

土壤分析送样单

图幅名称:

样品名称:

送样单位:

送样人:

送样日期:

序号	野外编号	采集地点	采样深度(cm)	采样层位	样品描述	采样介质	样重(kg)	测试要求及分析项目	备注

（16）植物分析送样单格式

植物分析送样单

图幅名称：

样品名称：

送样单位：

送样人：

送样日期：

序号	样品编号	采集地点	植物名称及器官	样重(g)	测试要求及分析项目	备注

（17）岩矿样标签格式

岩矿样标签

图幅名称			
样品编号			
样品名称			
分析项目			
袋（块）数			
采集地点			
采集人		采集日期	
备注			

(18) 水样标签格式

水样标签

图 幅 名 称			
孔 (泉) 号		样 品 编 号	
取 样 地 点			
取 样 深 度		水 源 种 类	
岩 性		浊 度	
水 温		气 温	
取 样 日 期		取 样 人	
化学处理方法			
分 析 要 求			
备 注			

3. 主要测试成果登记表

(1) 薄片鉴定成果登记表格式

薄片鉴定成果登记表

薄片 编号	填图 单位	图幅 名称	成分 简述	结构 构造	鉴定名称	鉴定人

(2) 重砂鉴定成果登记表

重砂鉴定成果登记表

样品 编号	填图 单位	图幅 名称	矿物种类及含量					主要 特征	鉴定 单位

(3) 化石鉴定成果登记表

化石鉴定成果登记表

样品 编号	图幅 名称	地层单 位及采 集层位	野外 名称	鉴定 名称	时代 意义	指相 意义	采集 人	鉴定 人	鉴定 单位

(4) 岩矿成分分析成果登记表格

岩矿成分分析成果登记表

图幅名称：

送样单位：

送样日期：

样品 编号	样品 名称	填 图 单 位	样品 描 述	成 分 及 含 量														测 试 方 法

测试单位：

测试日期：

(5) 地质年龄测定成果登记表

地质年龄测定成果登记表

样品 编号	样品 名称	样品 产 地	填 图 单 位	测定年龄 (Ma)	测试 方法	测定单位	测定 日期	备 注

附件 2 同位素测年采样和方法选择规则

测年方法	测年对象	采样要求	简单评述
Rb-Sr 等时线	岩浆岩	岩石新鲜、无蚀变单个样品量约 2kg	作为 70 年代主导测年方法,近年来研究发现, Rb、Sr 具强的活动性, 可能造成年龄的偏老或偏新, 另外同源要求很难达到要求
Sm-Nd 等时线	岩浆岩	同上	Sm、Nd 具较强的活动性, 很难满足同源要求, 同时存在假等时线、视等时线等问题。但矿物内部等时线方法是一个值得推荐的方法
微量锆石 U-Pb 法	中-酸性岩浆岩中的锆石	无明显蚀变, 样品量 >40kg	微量锆石 U-Pb 法年龄无法剔除混合锆石年龄存在的可能, 对样品中锆石成因简单的样品仍适用
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 蒸发法	同上	同上	利用测定单颗粒锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 比值计算年龄, 采用逐层蒸发可以获得锆石核及环带的年龄。方法在普通 Pb 扣除上不尽完善。但是在测定年代较老的地质体时往往可以获得比较可靠的年龄

同位素测年采样和方法选择规则（续）

测年方法	测年对象	采样要求	简单评述
单颗粒锆石 U-Pb 法	同上	同上	该方法是目前国内外应用最为广泛的测年方法，可以获得单颗粒锆石的三组表面年龄信息和不一致线与一致线的交点年龄。除锆石外，还可以测试金红石、石榴石等矿物的年龄
离子探针质谱法	中—酸性岩浆岩中的锆石	无明显蚀变，样品量 >40kg	单颗粒锆石离子探针质谱法是目前单颗粒锆石测年最先进的测年方法，它可以单颗粒锆石不同部位的年龄。目前国内实验室正引入该设备
^{40}Ar - ^{39}Ar 测年	角闪石、黑云母、钾长石等	岩浆岩变质岩	利用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 比值计算年龄，从获得的几组坪年龄还可以分析热扰动历史，在确定事件的时代方面有广泛的应用
^{40}Ar - ^{39}Ar 激光	同上	同上	将 ^{40}Ar - ^{39}Ar 测年扩展到微区分析

注：1、选取测年方法和采取同位素样品的前期必须对测年的地质体进行详细的野外地质研究。

2、对采集的同位素样品进行详细的岩石学研究，所有的同位素样品都需经薄片鉴定。

附件3 第四纪地质测年方法及取样要求

第四纪地质测年方法及取样要求简介(一)

方法		半衰期(ka)	测年范围(ka)	适用材料及样品重量(g)		取样要求	应用
¹⁴ C		5.730	β 衰变法: 0.2-40 AMS: 0.2- 65	木 质(树木、竹子、木板等) 50--100 炭 质(木炭、草炭、碳化木) 20--50 生物体(种子、棉、兽皮毛等) 100 泥 质(泥炭、淤泥、土壤等) 500--2000 贝 壳(螺、蚌、蛎牡、珊瑚等) 100—200 骨 质(牙齿、角及骨骼等) >1000 碳酸盐类(石灰华、钟乳石、石 100 笋、钙板、泉华、钙结核)		注意排除现代碳的污染。	用于各种考古、第四纪地层、环境变迁、构造活动测年
铀系法	²³⁰ Th/ ²³⁴ U	75.40	α 计数: 2.0-200 TIMS:2.0-400	火山岩; 碳酸盐(石灰华、钟乳石、石 笋、泉华、珊瑚、贝壳); 湖积物; 海洋沉积物等	n--100	样品“新鲜”, 封存后没有发生放射性元素的迁出和带入。	年轻火山岩, 湖、海沉积岩
	²³¹ Pa/ ²³⁴ U	34.30					
	²³⁴ U/ ²³⁸ U	245.00					
K—Ar 法		1.25×10 ⁶	>10. 0	岩浆岩含钾矿物(白云母、黑云母、锂云母、金云母及钾微斜长石、角闪石等)及也可用全岩; 火山岩中黑云母、透长石、斜长石、辉石等, 也可用全岩; 沉积岩中常取其海绿石、钾盐及砂粒和粘土; 陨石	1--10	云母中不含放射性元素的副矿物; 角闪石未发生蚀变; 钾长石没有条纹长石化、高岭土化、绢云母化; 海绿石不能铁化, 应呈深绿色等;	主要用于年轻火山岩、海相沉积物的测年
热释光(TL)法			陶片等焙烧物: 0.01-n 风积物: 0.1-n×10 ²	焙烧物(砖、陶片、窑炉等) 100 风积物(黄土、沙丘砂等) 300 碳酸盐(溶洞方解石、方解石脉) 250 构造热事件(断层泥等) 300		1)地面下埋深约 30cm 左右; 2)取样应在深色布幕的遮蔽下进行, 以避免样品曝光; 3)尽可能采集大块状样品应以黑布袋或黑纸包裹	第四纪沉积地层测年。
光释光(OSL)			0. 1-n×10 ²	同上, 还有河、湖、海沉积物 >300			

第四纪地质测年方法及取样要求简介(二)

方法		半衰期(ka)	测年范围(ka)	适用材料及样品重量(g)		取样要求	应用
电子自旋共振 (ESR)			n--n×10 ⁴ (10--10 ² 较好)	化学沉积物(石灰质、硅质、盐等) 100—200 生物化石(珊瑚、贝壳、骨头等) 20—100 碎屑沉积物(石英及长石颗粒) 500—1000			
宇 宙 核 元 素	¹⁰ Be		n×10 ² n×10 ³	深海红粘土、湖相淤泥、黄土、石英等	AMS： 10—200g 纯石英	暴露面不应有强的侵蚀，地 面向下 50cm 内。	海洋沉积物测年，石 英的暴露年龄，陨石 着地年龄，冰川定年， 地下水年龄等
	³⁶ Cl		n×10 ⁴ - n×10 ³	盐湖沉积物、火山岩风 化壳、石英等			
	²⁶ Al		n×10- n×10 ³	深海沉积物、湖积物等			
	³² Si		n×10 ⁻¹ - n	海、湖相淤泥等			
古地磁			<5.0×10 ³	含铁磁性矿物或磁化率较高的岩石，如基性岩、超 基性岩；中酸性岩中以玄武岩、安山岩、火山凝灰 岩、玢岩等为好；沉积岩类如红色或紫红色细砂岩、 粉砂岩、泥页岩、泥灰岩及红壤、黄土、古土壤、 古沙丘沙等均可		采样时必须测量并标明上、 下和正北方位。上、下方向 的样品绝对不能倒置。定向 一般应用罗盘测定即可。取 样量一般用 2×2×2cm 为 宜，如果用圆柱体采样器来 采 集 ， 则 要 求 直 径 为 2. 25cm×2cm(高度)	连续的河、湖、海相 地层，黄土地层等
裂变径迹(FT)			0.1-10 ⁶ (>10 ² 效果较好)	凡含铀量高的矿物，如钻石、榍石、磷灰石、云母、 辉石、橄榄石、独居石、石榴石、绿帘石、石英、 玻璃等天然单矿物及黑曜岩；凝灰岩、火山玻璃、 陨石等；考古样品如陶瓷、砖瓦及灰烬层、被烧过 的石头、土壤等有过加热烘烤过的物质均可		单矿粒度要>30fm，且结 晶要好；样品应未经风化、 污染的新鲜物质；样品在储 存、运输相处理过程中，切 忌受热，也不能与放射性物 质接触	火山岩、深成岩年龄； 含有火山玻璃、玻璃 陨石，磷灰石、方解 石等自生矿物，硅化 木和化石骨架的沉积 岩年龄。