目 录

绪论 …… (1)
第一章 地质填图的基础知识 …… (6)
第一节 地形图的国际分幅 …… (6)
第二节 地质填图的基本类型 …… (9)
第三节 不同煤炭资源勘探阶段对地质填图精度的要求 …… (10)
第四节 地质填图工作的阶段划分及主要工作 …… (11)
第二章 路线踏勘及地质填图设计书的编制 …… (14)
第一节 路线踏勘 …… (14)
第二节 地质填图设计书的编制 …… (18)
第三章 实测地质剖面 …… (21)
第一节 实测地质剖面的目的、要求 …… (21)
第二节 实测地质剖面的选线原则和比例尺的确定 …… (22)
第三节 实测地质剖面的一般程序、内容和工作方法 …… (23)
第四节 实测地质剖面原始资料的整理和图件编制 …… (28)
第四章 填绘地质图 …… (40)
第一节 填图前的准备工作 …… (40)
第二节 地质观测线和观测点的布置 …… (42)
第三节 野外地质观察与记录 …… (46)
第四节 野外手图的使用 …… (50)
第五节 简易水文、生产矿井和老窑调查及轻型山地工程 …… (52)
第六节 野外填图阶段的室内整理 …… (65)
第五章 最终室内整理和地质报告的编写 …… (66)
第一节 原始资料的室内综合整理 …… (66)
第二节 成果图件的编制 …… (67)
第三节 地质报告的编写 …… (76)
第六章 地质填图实习报告的验收和实习成绩的评定 …… (79)
第一节 地质填图实习报告的检查和验收 …… (79)
第二节 实习成绩的评定 …… (81)
第三节 地质填图实习成绩评定细则 …… (83)
第七章 岩石的野外观察与描述 …… (86)
第一节 岩浆岩的野外观察与描述 …… (86)
第二节 沉积岩的野外观察与描述 …… (92)
第三节 变质岩的野外观察与描述 …… (105)

第八章　主要构造形态的野外观察、描述与研究 …… (111)
第一节　褶皱 …… (111)
第二节　节理 …… (115)
第三节　断层 …… (117)
第四节　不整合 …… (123)
第九章　航空地质填图的一般方法 …… (125)
第一节　航空地质填图的基本知识 …… (125)
第二节　岩石和构造的解译 …… (130)
第三节　航空地质填图的一般工作程序 …… (135)
第十章　计算机在地质填图工作中的应用 …… (141)
第一节　地质填图工作中的常用计算 …… (141)
第二节　地质图件的绘制 …… (147)
附录 …… (162)
附录一　主要实习基地简介 …… (162)
附录二　野外地质素描与摄影 …… (183)
附录三　地质罗盘的检校和使用 …… (193)
附录四　附表 …… (199)
参考文献 …… (214)

绪 论

一、地质填图实习的性质、目的与要求

地质填图实习又称地质测量实习，是学生学完《岩石学》、《古生物地史学》和《构造地质学》等主要专业基础课之后，进行的一次综合性的野外现场实习。它是继"地质认识实习"之后，一个较高层次的野外实践活动。由于学生在专业方面仅仅完成了上述专业基础的理论学习，尽管课堂教学也作了必要的实习、实验，或者一定的野外考察，但总体上仍处于理性认识阶段，很少或没有实践经验。因此地质填图实习是以教师的野外现场讲课、示范、指导为主，学生边学边实践并逐步过渡到学生独立实践为主的教学过程，且它是在学校特地选择的、不受生产制约的适宜场所而进行的理论与实践相结合的教学实习。

地质填图实习的主要目的是通过学生在实地进行地质填图的全过程，培养学生具有开展野外地质调查工作的观测、判断和综合分析能力，掌握从事野外地质调查必须具备的基本理论、基本知识和基本技能，加深对已学理论知识的理解与运用，养成勇于探索，热爱地质事业，为后续课程的学习及今后所从事的地质工作打下较牢固的基础。

通过本次实习应达到的具体要求如下：

(1) 掌握实习区内各类岩石、古生物化石的野外鉴定、描述和命名。

(2) 掌握实习区地层的层序、岩性、岩相、厚度、标志层、接触关系，以及它们的变化规律和地层对比方法。

(3) 在野外学会，对各种地质构造现象进行观察、判断、描述、素描，以及对其研究方法。

(4) 掌握路线踏勘、实测地质剖面(包括剖面位置选择、比例尺确定、测制技术、标本采集、资料整理、绘制实测地质剖面图和实测地层柱状图)的方法和技能。

(5) 根据填图比例尺的不同，掌握观测点、线的布置原则，观测点的标定、记录，以及野外勾绘地质界线和资料整理的基本方法和技能。

(6) 学会进行老窑、生产矿井、矿点、岩溶、井泉、河流、水库等的调查工作。

(7) 在广泛实践的基础上，将所搜集的各种地质资料和数据进行整理、归纳和分析，在所学理论的指导下，按照要求编写地质填图实习报告，掌握编制地形地质图、地质剖面图，综合地层柱状图等主要地质图件的编制方法和技能。

(8) 在有条件地区，应进行航空野外地质调绘，以及开展计算机在填图工作中的应用。

二、地质填图实习的内容、方法和步骤

在煤炭资源地质勘探的不同阶段，按其工作程度的要求不同，所采用的勘探方法、勘探手段虽然不同，但都必须超前进行地质填图工作。这是因为地质填图工作是在充分利用地面露头资料的基础上，再配合其它勘探手段，达到查明地质情况的一种最经济的手段。因此，地质填图是资源勘探各阶段的一项基础地质工作和基本手段。作为一名地质人员，应掌握这一手段。

不同勘探阶段对地质填图工作要求的精度不同，但在工作内容、方法和步骤上大体一

致，即准备工作阶段、野外工作阶段和最终成果总结阶段。地质填图实习应对这三个阶段的工作内容进行全面学习和系统实践。但由于教学的特殊性，不可能完全进行。如准备工作阶段，在时间上不允许让每个学生都去收集资料，做各项准备工作；在知识面上，也不具备做准备工作的条件。所以，重点应放在后两个阶段。根据教学规律，结合地质填图的三个阶段，可将实习阶段划分为四个阶段，即：准备工作阶段；教学基本训练阶段；野外独立实践阶段；最终成果总结提高阶段。

（一）准备工作阶段

准备工作做的是否充分，直接影响到地质填图实习的质量和学生对知识掌握的程度，以及实践能力的培养，所以从教师、教研室主任和系领导都要给予足够的重视。大量的行政、业务准备，主要是在系的领导下由教研室组织教师完成；对每个学生，主要通过学习明确地质填图实习的目的、要求，掌握实习区的地质资料，了解实习的内容、方法和步骤，作好思想、业务及物质上的准备；此外，树立在教师指导下，学生应模范遵守各项规章制度，积极主动地学习，不怕困难勇于实践的信心。为此，在实习出发前应利用1～2天时间进行准备，准备的主要内容包括以下三点：

（1）召开实习动员大会，由系主任介绍实习的目的与要求、日程安排、宣布实习组织，以及实习中的注意事项。在动员的基础上，组织讨论。

（2）由指导教师介绍实习区地质情况，并组织学习包括实习指导书在内的有关资料，参观实习区的各种标本、照片、图件，有条件的可组织收看实习区的录相或幻灯。

（3）领借实习有关资料、图表、仪器、工具等，准备好图书、文具纸张、生活用品及行李等必须携带的物品。

（二）教学基本训练阶段

教学基本训练阶段是地质填图实习的最关键阶段，一般应保证实习总周数的1/3。坚持在教师的指导下，统一认识、统一工作方法的原则，可采用教师口授、示范、提问，以及共同讨论的讲练结合方式，由教师指导为主，逐渐过渡到以学生自己观察、操作为主。野外填图的实践环境与学校内的学习环境有着较大的差异，学生在新环境的适应过程中，政治辅导员与教师一定要坚持寓育人与教学之中，为人师表教书育人，切实加强思想政治工作，保证实习任务的顺利完成。

教学基本训练阶段所进行的主要工作如下：

1. 路线踏勘

路线踏勘是在教师带领下，根据地质填图实习的要求，按实习计划中规定的路线进行，目的是对实习区作全面而概括的了解。对实习区的地层层序、岩石的岩性和岩相、厚度、古生物化石、地层接触关系、构造特征、岩浆活动、变质作用、水文地貌，以及矿产等情况进行了解和研究。学会识别运用地形图，对岩石、构造的观察、素描、记录及罗盘使用的方法，选择实测剖面的位置。路线踏勘结束之后，在个人总结的基础上组织讨论或由教师进行阶段考核，并记入成绩。

2. 实测地质剖面

在总结路线踏勘的基础上，在地层齐全、能反映该区地层特征的地段选择一定数量的实测地层剖面，对构造复杂地段实测构造剖面。通过此项工作，应掌握实测地质剖面位置的选择、剖面方向和比例尺的确定、实测地质剖面的方法要求及各项工作内容、掌握实测地质剖

面的绘制技术、确定填图单位、选择标志层等。

3. 填绘地质图的方法训练

填绘地质图一般要求由学生独立完成，为使学生很快掌握填图方法，在正式进行小组独立填图之前，利用 1～2 天的时间，由教师带领对野外填图的工作方法，进行实地操作训练，使学生能够会进行一般的路线布置、选定点、记录、填绘野外草图，进行当日室内整理。

（三）野外独立实践阶段

野外独立实践阶段主要以填图小组为单位，独立进行填图工作，教师巡回检查指导。各小组根据教师所下达的填图任务和要求，依据各小组的计划安排每天工作，除完成填绘地质图的任务外，还应进行废弃老窑、生产矿井、井泉、河流、水库的调查，如实习区有槽、井探工程时应进行素描，坚持当日完成室内整理工作，小组要进行自检，并纠正发现的问题，及时作好小组间的野外接图。此外，教师要作好指导、抽查和阶段检查。

各小组填图任务完成后，经过较系统的整理，提请指导教师验收，验收合格后即可转入下阶段工作。

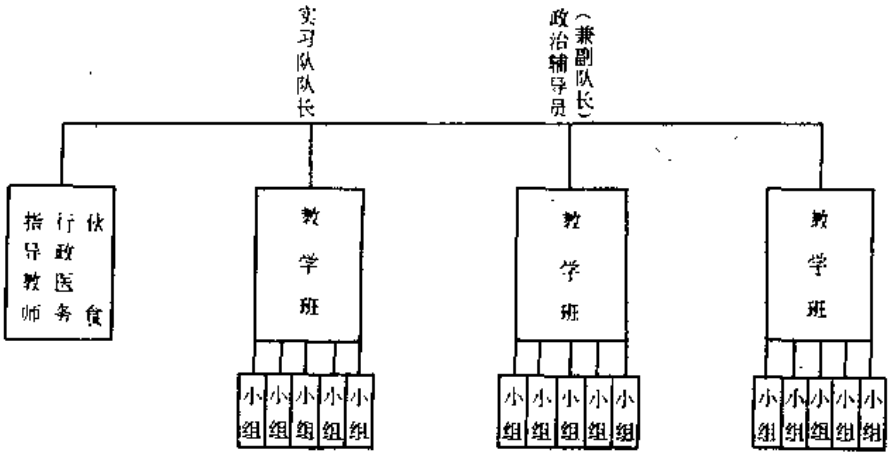
（四）成果总结提高阶段

成果总结提高阶段是学生实习的收获阶段，因此要保证足够的时间，一般应在一周左右。主要任务是学生对原始资料进行系统整理，在整理的基础上，编制图件、撰写文字报告。文字报告必须充分利用原始资料，通过综合分析上升到一定的理论高度，教师要有针对性的加强指导，最后向指导教师提交一份完整的实习报告。根据实习报告和教学基本训练阶段的考核，再综合评定成绩。

三、地质填图实习组织及准备工作

（一）实习组织

地质填图实习是地质类各专业中实习时间较长、内容广泛、学生集中、要求较高的一次教学实习。因此组织好这次实习，对加强学生的专业思想教育、理论联系实际，以及强化工程实践能力的训练方面都具有重要的作用。总结各校的经验，实习队应以教师、干部为核心，学生为主体来组建。确定 1～2 名指导教师担任实习队队长和副队长，全面负责实习队的行政业务工作，所有指导教师分配到学生班负责该班级的整个实习工作，学生干部应继续履行各自职责。每个教学班划分若干小组(图绪-1)，每组 4～6 人且设小组长 1 人，政治辅导员或班



图绪-1　实习队的组织系统

主任专职做思想政治工作。根据条件和需要，尚应配备随队医生、行政炊管人员、运输车辆等。

（二）实习准备工作

根据教学计划和实习大纲对地质填图实习的安排和要求，系和教研室应提前2～3个月做好实习准备，准备工作主要包括以下七个方面的内容：

1. 落实人员

按每个学生自然班（一般30人），至少配备2名指导教师，并选派有教学经验和组织能力且具讲师以上职务的教师为带队负责人，指导教师的组成一般应是《构造地质学》、《矿物岩石学》、《古生物地史学》的任课教师，以便他们更好地结合课堂教学、理论联系实际，达到提高学生的学习效果，促进教学质量的提高。对于有些实习基地需要配备医生、行政炊管人员、运输车辆的，需提前与校内有关部门联系落实。

2. 选择实习基地

实习基地是进行地质填图实习的场所。基地选择是否合适，直接影响实习效果和教学质量的提高。在选择实习基地时，应遵循下列原则：

1）地质条件适宜　系指地质复杂程度中等，既不复杂又不过于简单，填图范围不大但地质现象集中，地质研究程度较高且具有一定的典型性，适宜学生充分利用所学理论较好地完成实习规定的要求。具体要求的条件如下：

（1）以沉积岩为主的三大类岩石齐全，煤系地层发育良好。

（2）露头清楚、褶皱、断裂构造类型齐全，可供直接观察的各种地质现象较多。

（3）地层发育较全，界线清楚，标志层明显，古生物化石丰富。

2）交通便利　一般应有公路和铁路通过，水电充足，食宿方便，有一定的学习环境和简单的文体活动场所。

3）靠近学校　实习基地应尽量选择在距学校较近的地区，以利于同学校联系，减少经费开支。

实习基地的选择和确定是一件非常慎重而细致的工作，一定要经过反复调研、对比和论证，保持相对稳定。一旦成熟，应考虑进行必要的建设，如对建筑实习用房应进行一些必要的工程揭露等。目前不少学校都有可供使用的基地，学校和当地部门联合或学校间联合进行必要的建设，这是比较可取的建设实习基地的办法。

3. 教师野外集体备课

地质填图实习作为实践性教学，它和理论教学一样，教师要吃透教材，研究教学内容，选择教学方法，做到精心设计。所有参加指导的教师，事先应当集体备课。备课的目的主要是熟悉实习基地的地质情况，根据实习大纲要求选定实习内容和教学方法，达到统一认识、统一步骤、统一要求。集体备课应在有经验且熟悉实习区地质情况的教师组织下，经过集体野外观察取得共同认识。对于某些暂时不能统一的问题，可商榷一个暂时统一的意见或客观的向学生介绍其观点和思路，让学生特别是优秀学生参与研究。

4. 编写实习有关资料

实习资料包括二个方面：一是教师用资料；二是学生用资料。教师用资料的作用相当于教师上课的教案和讲稿，除包括实习区地质情况、有关前人研究成果及目前存在的地质问题外，对实习各阶段的内容、要求、方法和步骤要作出统一的规定。学生用资料一般应比教师的

简单，具有概略性和指导性的特点，切忌内容过细，以利于学生注意野外观察，亲自取得第一手资料，从而提高学生的实践能力。

此外，应选择适宜比例尺的地形图及各种表格（如实测地质剖面记录表、实测地质剖面计算表、记录簿或观测点卡片；老窑及生产矿井、井泉河流水库调查表；标本样品登记表、标本签等）。

5. 用品计划

编制各种劳保用品、实习用具、文具用品计划，分送学校有关部门准备，以便领借或购买。

6. 经费预算

根据各校经费使用的有关规定，本着勤俭节约的原则，进行实事求是的预算，并呈报有关部门审批。

7. 制定地质填图实习执行计划

地质填图实习执行计划主要包括日期、内容要求、参加人和负责人。从实习开始到结束，需简明扼要一目了然。执行计划应由教研室主任、主管教学的系主任批准。

第一章　地质填图的基础知识

第一节　地形图的国际分幅

地形地质图是利用地形图作为底图，在野外进行填绘地质内容，最后对地形线适当简化缩制而成。每一幅正规的地形图都有国际分幅编号。如 1∶200000 的北京幅地形图的编号为 J—50—〔3〕。若已知一幅地形图的编号，就可知它的范围大小及比例尺；反之，若知道一个测区的经纬度，就可以计算出该区不同比例尺地形图的编号。因此，了解地形图的国际分幅及编号，对于查阅和收集地形图就非常必要。

地形图的国际分幅及编号，是以 1∶1000000 的地形图为基础，按比例尺由小至大进行分幅和编号。

一、1∶1000000 地形图的分幅及编号

1∶1000000 地形图的分幅，是从地球赤道起，向南、北两极到 88°止，每隔纬差 4°为一列，把南北两半球各分为 22 个横带，依次以拉丁字母 A、B、C、……、U、V 表示(图 1-1)。从经度 180°起，自西向东，每隔经差 6°为一行，把地球表面分成 60 个纵带，依次用阿拉伯数字 1、2、3、……、60 表示。自经度 180°起向东至格林威治子午线之间的纵带编号为 1、2、3、……、30，自格林威治子午线继续向东至经度 180°之间的纵带编号为 31、32、33、……、60。这些行

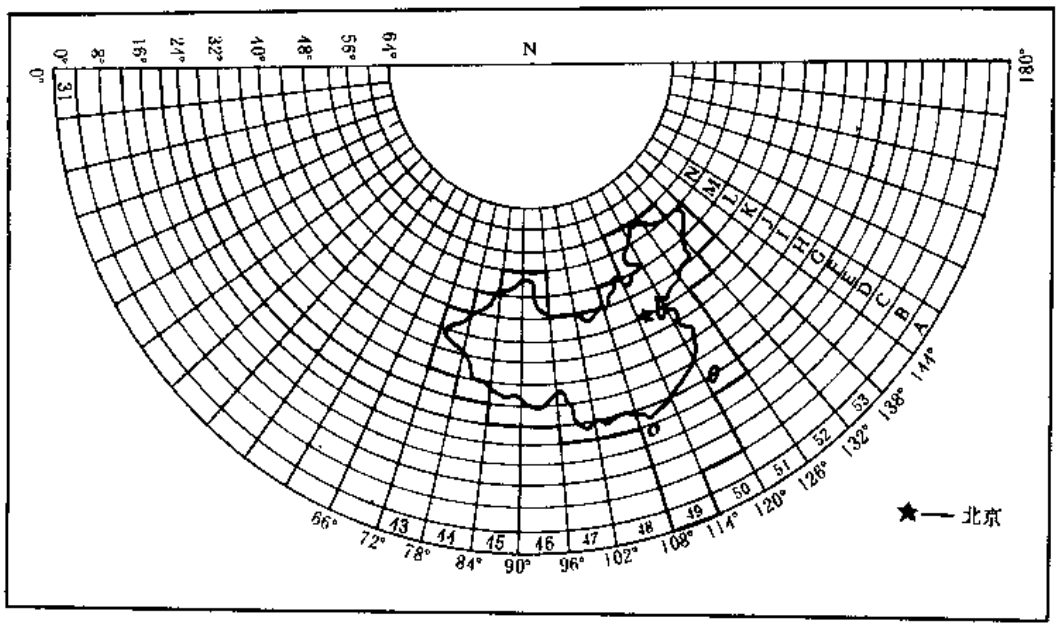


图 1-1　1∶1000000 图幅的划分和编号及我国图幅所在位置示意图
(据谢仁海)

和列纵横交织划分成许多梯形，每一个梯形就是一幅 1∶1000000 的图幅，每幅 1∶1000000 地形图的编号是以它的“横列号—纵列号”表示的。为了表示图幅是在北半球或南半球，还需要在图幅前加写 N(北)或 S(南)以示区别。由于我国全部领土均在北半球，因此编号前的 N 可以省去。例如，北京某点的地理坐标为东经 116°28′13″，北纬 39°54′23″，则其所在 1∶1000000 地形图的编号为 J—5。

由于在纬度 60°以上的图幅所包括的面积大大缩小，因此规定在纬度 60°～76°范围内，每 1∶1000000 图幅的纬度差为 4°，经度差为 12°；纬度在 76°以上，每幅 1∶1000000 图幅的纬度差则为 4°，经度差为 24°。它们的编号是把代表横带的字母仍然写在前面，而把所横跨的几个纵带的数字代号依次写在后面。如北纬 80°～84°、东经 60°～84°的图幅编号为 U—41、42、43、44。

二、1∶500000、1∶200000 和 1∶100000 地形图的分幅及编号

1∶500000、1∶200000、1∶100000 地形图的分幅和编号都是在 1∶1000000 地形图的基础上进行的，概括说明如表 1-1 所示。

将一幅 1∶1000000 的图幅，按纬度差 2°和经度差 3°，等分为 4 分幅，并以拉丁字母 A、B、C、D 予以编号，即为 1∶500000 的图幅。如 1∶500000 的北京幅(图 1-2)，编号是 J—50—A(北京)。

表 1-1　　1∶1000000 图幅内各种比例尺图幅数及编号法

比例尺 1∶x	图幅大小		相当于百万分之一图的图幅数	编号方法	北京所在图幅编号
	纬距	经距			
1000000	4°	6°	1	以横带拉丁字母和纵带阿拉伯数字组成	J—50(北京)
500000	2°	3°	4	分别以 A、B、C、D 注于 1∶1000000 图号后面	J—50—A(北京)
200000	40′	1°	36	分别以数字〔1〕、〔2〕、〔3〕、……、〔36〕注于 1∶1000000 图号后面	J—50—〔3〕(北京)
100000	20′	30′	144	分别以 1、2、3、……、144 注于 1∶1000000图号后面	J—50—5(北京)

将一幅 1∶1000000 的图幅，按纬度差 40′和经度差 1°，等分为 36 分幅，并用带中括号的数字〔1〕、〔2〕、……、〔36〕予以编号，即为 1∶200000 的图幅，如 1∶200000 的北京幅(图 1-2)，编号是 J—50—〔3〕(北京)。

将一幅 1∶1000000 的图幅，按纬度差 20′和经度差 30′等分为 144 分幅，并用阿拉伯数字 1、2、3、……、144 予以编号，即为 1∶100000 的图幅。如 1∶100000 的北京幅(图 1-2)，编号为 J—50—5(北京)。

三、1∶50000、1∶25000、1∶10000 地形图的分幅及编号

1∶50000、1∶25000、1∶10000 地形图的分幅和编号都是在 1∶100000 地形图的基础上进行的，概括说明见表 1-2。

表 1-2　　1∶100000 图幅内各种比例尺图幅数及编号法

比例尺 1∶X	图幅大小		相当于十万分之一图的图幅数	编号方法	编号举例
	纬距	经距			
50000	10′	15′	4	分别以 A、B、C、D 注于 1∶100000 图号后面	J—50—5—B(北京)
25000	5′	7′30″	16	分别以 1、2、3、4 注于 1∶50000 图号后面	J—50—5—B—4(北京)
10000	2′30″	3′45″	64	分别以(1)、(2)、(3)、……、(64)注于 1∶100000 图号后面	J—50—5—(24)

将一幅 1∶100000 的图幅，按纬度差和经度差等分为 4 个分幅，并用拉丁字母 A、B、C、D 予以编号，即为 1∶50000 的图幅。其编号方法是：在 1∶100000 图幅编号后加上分幅编号。如 1∶50000 的北京幅(图 1-3)，编号是 J—50—5—B(北京)。

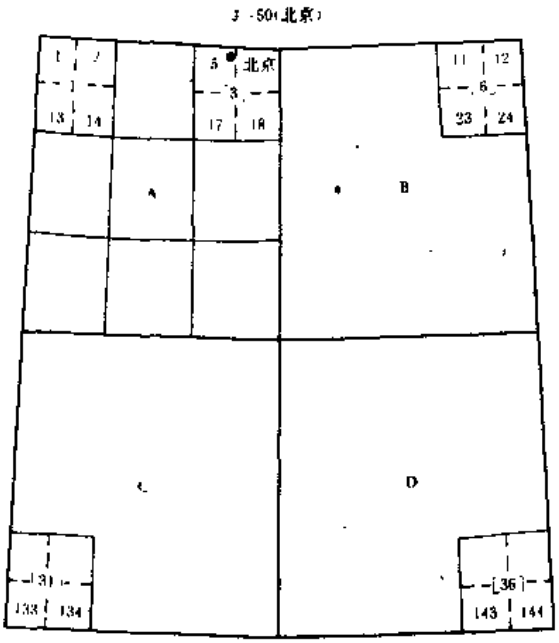


图 1-2　1∶500000、1∶200000、1∶100000 的分幅和编号示意图

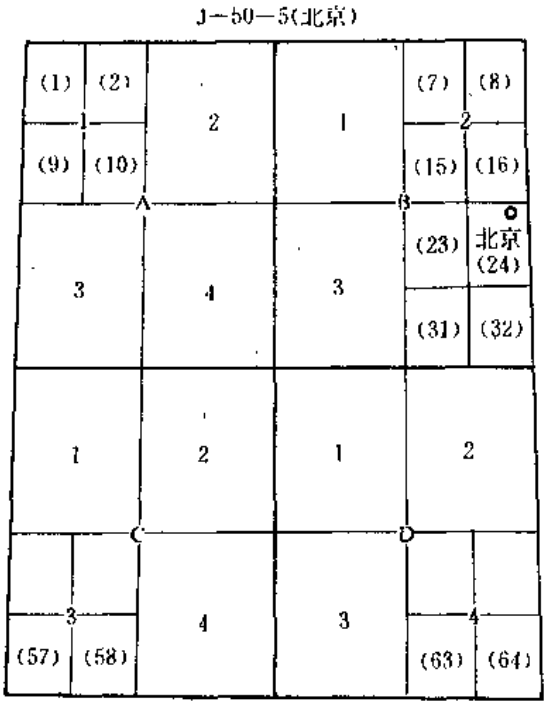


图 1-3　1∶50000、1∶25000、1∶10000 图幅的分幅和编号示意图

在 1∶50000 的图幅基础上，又按纬度差和经度差等分为 4 个分幅，并用阿拉伯数字 1、2、3、4 予以编号，即为 1∶25000 的图幅。其编号方法是：在 1∶50000 的图幅编号后加上分幅编号。如 1∶25000 的北京幅(图 1-3)，编号是 J—50—5—B—4(北京)。

将一幅 1∶100000 的图幅，按纬度差和经度差等分为 64 个分幅，并用加括号的阿拉伯数字(1)、(2)、(3)、……、(64)予以编号，即为 1∶10000 的图幅。其编号方法是：在1∶100000 的图幅编号后加上分幅编号，如北京某地 1∶10000 的编号是 J—50—5—(24)(图 1-3)。

四、1∶5000、1∶2000 地形图的分幅及编号

1∶5000 和 1∶2000 地形图是在 1∶10000 地形图的基础上进行分幅编号的。将 1∶

10000 图幅分成 4 幅 1∶5000 的图幅，其编号方法是在 1∶10000 图幅编号后加上分幅编号(a、b、c、d)。如北京某地 1∶5000 的图幅，其编号是 J-50-5-(24)-b。

将 1∶5000 图幅分成 9 幅 1∶2000 的图幅，并用阿拉伯数字 1、2、……、9 予以编号。其编号方法是：在 1∶5000 地形图编号后加上分幅编号。如北京某地 1∶2000 地形图的图幅编号为 J-50-5-(24)-b-4。

五、矩形分幅及编号

大比例尺地形图的图幅通常采用矩形分幅，一般规定 1∶5000 的地形图纵、横各 40cm，即实地为 2km×2km。一幅 1∶5000 的地形图分为 4 幅 1∶2000 的地形图，一幅 1∶2000 的地形图分为 4 幅 1∶1000 的地形图，一幅 1∶1000 的地形图分为 4 幅 1∶500 的地形图，它们的图幅大小都为 50cm×50cm。

当测区与国家控制网连接，并采用国家统一坐标系统时，矩形图幅的编号由图幅所在投影带的中央子午线经度和图幅西南角以公里(km)为单位的纵横坐标两项构成。如图幅编号“116－438.0－36.0”，表示图幅所在投影带的中央子午线经度为 116°，图幅西南角坐标为 $x=+438.0\text{km}$，$y=+36.0\text{km}$。

当测区未与国家控制网相连，而采用独立坐标时，矩形编号只由图幅西南角坐标构成，并在图廓下方左边注明测区坐标起始点。

第二节　地质填图的基本类型

根据地质填图的目的、任务、比例尺的大小，以及地质调查研究的详细程度，可把地质填图工作划分为以下几种类型：

一、踏勘性地质填图

踏勘性地质填图又称小比例尺地质填图。常用的比例尺为 1∶1000000 或 1∶500000。这种地质填图通常是在未进行过地质调查的区域进行的，目的在于初步了解区域内的地质情况和矿产远景，所以又称概略性地质填图。

二、区域地质填图

区域地质填图又称中比例尺地质填图。常用的比例尺为 1∶200000，少数地区用 1∶100000。这种地质填图通常是在已经做过踏勘性地质填图的地区进行的，目的在于了解该区域内较详细的地质情况、矿产分布及其价值。

解放后我国进行了大规模的 1∶200000 区域地质填图，以及 1∶1000000、1∶500000 踏勘性地质填图。目前我国除少数地区外，广大地区已完成了 1∶200000 的区域地质填图任务，这为进一步研究我国区域地质规律，寻找急需矿种，为国民经济建设服务等方面起了重要作用。

三、详细地质填图

详细地质填图又称大比例尺地质填图。常用的比例尺为 1∶50000 或 1∶25000，这种地质填图通常是在已经做过 1∶200000 地质填图的地区，在含矿或有利成矿地段，或者在理论上有意义的地区进行的。目前我国已经在部分省、市全面开展 1∶50000 地质填图工作，它对于查明矿产的储量、质量(或品位)、赋存条件等具有重要的意义。

四、专门性地质填图

专门性地质填图一般也属于大比例尺地质填图。常用的比例尺是1：50000、1：25000、1：10000、1：5000，甚至为更大的比例尺，它是为满足不同部门的特殊需要而进行的。例如，为搞清某区地下水的赋存情况，进行水文地质填图，填绘水文地质图；为寻找石油的储油构造而进行的专门构造填图，编制构造等值线图；在煤田普查勘探中的煤田地质填图。

上述四种类型的地质填图，反映了对一个区域的地质规律的认识逐步加深的几个阶段。由于目前我国1：200000地质填图已基本完成，并正在进行1：50000地质填图。所以在对一个地区进行资源普查和勘探时，不必依次进行，可以根据测区的具体情况和工作需要灵活掌握。

第三节　不同煤炭资源勘探阶段对地质填图精度的要求

一、煤炭资源勘探阶段的划分及填图比例尺的选择

根据地质工作的特点，煤炭资源勘探划分为找煤（初步普查）、普查（详细普查）、详查（初步勘探）和精查（详细勘探）四个阶段。在一般情况下应按这四个阶段循序进行，但有时可根据煤炭资源条件和开发建设需要，可以提前进入某一勘探阶段。如有进一步工作价值的找煤区，在普查范围与原工作范围没有大的变动且连续施工时，不提交找煤报告就可以从找煤直接进入普查。一般来说，一个煤田的开发往往要经历远景规划、矿区建设开发总体设计和矿井初步设计三个阶段。为满足煤炭工业建设的需要，煤炭资源勘探工作与其相对应的阶段是：在煤田范围内进行找煤或普查；在矿区范围内进行详查；在矿井范围内进行精查。

找煤是在煤田预测或区域地质调查的基础上进行的；其主要任务是寻找煤炭资源，并对工作区有无进一步工作的价值作出评价。普查是在找煤的基础上，或在已知有勘探价值的地区进行的；其主要任务是对工作地区有无开发建设的价值作出评价，为煤炭工业远景规划和下一阶段的勘探工作提供必要的资料，该阶段需要绘制1：50000、1：25000或1：10000的煤田地质图。

详查是在普查的基础上，根据煤炭工业布局规划的需要，选择资源条件较好，开发比较有利的地区进行。详查的主要任务是为矿区建设开发总体设计提供地质资料，其成果要保证矿区规模，井田划分不致因地质情况而发生重大变化，并要对影响矿区开发的水文地质条件和其它开采技术条件作出评价。该阶段需填绘1：25000、1：10000或1：5000的煤田地质图。

精查一般是在矿区建设开发总体设计的基础上进行的。精查的主要任务是为矿井初步设计提供地质资料，其成果要满足选择井筒、水平运输巷、总回风巷的位置和划分初期采区的需要，保证井田边界和矿井设计能力不致因地质情况而发生重大改变，保证不致因煤质资料而影响煤的既定工业用途。该阶段需填绘1：10000或1：5000的煤田地质图。

二、1：50000煤田地质填图的精度要求

（1）了解地层层序，填图单位到“组”，有条件的地区应当到“段”。

（2）确定含煤地层时代和分布范围，初步了解含煤地层厚度、含煤层数和煤层厚度等。

（3）了解地质构造形态，初步查明地层断距大于100m，或出露长度大于1000m的断层的地面位置。

(4) 初步查明长度大于 2000m 的褶皱轴迹的地面位置。

(5) 初步了解岩浆侵入体的种类、名称和大致出露范围。

三、1：25000 煤田地质填图的精度要求

(1) 详细划分地层、填图单位到"段"。

(2) 确定含煤地层时代和分布范围，详细了解含煤地层厚度，初步了解可采煤层层数、层位、厚度、结构及可能的变化情况，实测主要可采煤层露头位置。

(3) 了解地质构造形态，初步查明地层断距大于 50m 或出露长度大于 500m 的断层的地面位置。

(4) 查明长度大于 1000m 的褶皱轴迹的地面位置。

(5) 了解岩浆侵入体的种类、名称、时代和出露范围。

四、1：10000 煤田地质填图的精度要求

(1) 详细划分地层，含煤地层的填图单位到"段"，有条件的地区应当到"亚段"，非含煤地层可根据实际需要适当加密或放宽。

(2) 详细研究煤、岩层对比，查明可采煤层层数、层位、厚度、结构及其变化情况，初步了解老窑采空区范围，实测主要可采煤层露头位置。

(3) 初步查明地质构造特征，查明地层断距大于 30m 的断层及长度大于 200m 的褶皱轴迹的地面位置及性质。

(4) 初步查明岩浆侵入体的种类、名称、时代、产状及出露范围，初步了解其对煤层的影响。

五、1：5000 煤田地质填图的精度要求

(1) 详细划分地层，含煤地层的填图单位到"段"或者"亚段(带)"，非含煤地层可根据实际需要适当加密或放宽。

(2) 详细研究煤、岩层对比，查明可采煤层层数、层位、厚度、结构及其变化规律，了解老窑采空区范围，实测主要可采煤层露头位置。

(3) 查明地质构造特征，查明地层断距大于 20m 的断层及出露长度大于 100m 的褶皱轴迹的地面位置及性质。

(4) 地层断距小于 20m 的断层均应填绘到地质图上，并尽可能查明其地面位置及断层性质。

(5) 初步查明岩浆侵入体的种类、名称、时代、产状及出露范围，初步了解其对煤层的影响。

第四节　地质填图工作的阶段划分及主要工作

地质填图工作一般划分为三个阶段，准备工作阶段、野外工作阶段和最终成果总结阶段。

一、准备工作阶段

准备工作是保证野外工作顺利进行的重要前提，是保质、保量按时完成填图任务必不可少的步骤。准备工作的充分与否，直接关系到野外工作的质量和工作效率，甚至影响整个地质填图工作的成败，因此必须予以足够的重视。准备阶段的主要任务如下：

（一）组队

当接到地质填图任务后，应及时做好各种准备工作：抽调地质技术人员、管理人员和后勤工作人员进行组队；向全队进行思想动员，布置具体任务，明确填图工作的要求、重点及其重要性；组织地质技术人员做好具体的业务准备工作；组织管理人员及后勤工作人员做好设备、物资和生活管理方面的准备工作。

对于地质填图实习来说，该阶段主要是对学生进行思想动员，明确该次实习的目的及其重要性，并宣布实习组织和纪律及各注意事项。

（二）收集资料

应根据填图任务，全面收集本区和邻区的以往地质资料，包括：各种原始资料、地质矿产资料及有关文献，索取地形图、航片、卫片、各种测量成果，以及有关自然地理和经济发展概况等。

（1）通过地质资料的收集、阅读、分析和研究，全面系统地了解本区和邻区的地质情况，包括：地层的划分；各时代地层中岩层的厚度、岩性岩相特征、所含的标准化石；地层间的接触关系；地质构造特征；岩浆岩体的岩性、岩相、产状和形成的时代；煤层和其它有用矿产的特点和分布情况。

收集资料时，包括本区和邻区的资料在内，凡能收集到的都应尽量收集，主要是地质、遥感、物化探、勘探等资料，以便了解本区和邻区以往地质调查研究的历史和详细程度、存在的地质问题，以及各家争论的分歧意见。

如果收集的资料十分丰富时，对资料的阅读、分析和研究应遵循一定的程序：先本区后邻区，先读概括性资料，后读专题性资料。这样利于在较短时间内就能掌握区内地质全貌，对全区有一个清晰的轮廓概念，便于进一步有目的的深入阅读、分析和研究资料；反之有可能漏阅一些重要的资料和文献，把一些局部的地质现象和片面结论当成了全区情况，给今后工作带来不应有的困难。

煤炭资源地质勘探规范中明确规定，“凡有条件时均应开展航空地质填图，并要积极应用遥感方法配合地质填图”，故在收集资料时，应尽可能收集这方面资料，索取航片和卫片。极据不同需要对航片和卫片进行处理，并进行地质解释。

对于前人的成果，应认真研究这些资料，这样可以避免重复别人的工作，吸取他们工作中的经验教训，能在前人工作的基础上有所发现，有所前进。由于当时地质理论、技术、设备及研究手段的局限性，前人的资料可能存在一定的问题，因此对其可靠性和结论的正确性应持慎重态度，必须进行认真的分析，特别对存在的问题和疑点应给予充分的重视，以便在后期的野外工作中研究解决。

阅读资料时应认真做好摘记，可以把内容摘录在笔记本上，也可以制成卡片。卡片的优点是便于把问题归类，但要防止散失。主要的地质图件应索取或复抄一份，各种图表、照片和数据应当装订成册。此外，还要观察和阅读前人采集的岩、矿和化石标本及测试资料。

阅读资料以后，应当根据阅读、分析和研究后的认识，新编一套地质图件，包括：地质图、柱状图、构造纲要图、矿产分布图、地质物探成果图、遥感解释图等；标出基岩露头，自然剖面、坑道、钻孔、化石点等的位置，并编写一份地质概述，供编制地质填图设计使用。

（2）在准备阶段，还应了解本区的地形、地震、气候、水系分布、交通和居民点分布、民族风俗习惯，劳动力构成和工农业经济发展情况，这些资料与填图前编制可行的工作计划和经

济预算、配备人员和装备物资等都有极大的关系。例如，地形平坦、交通方便、工程施工条件简单，工作效率就会大大提高；在野外工作阶段，应尽量了解气候的变化（如雨、雪和严寒、酷热季节的长短），这直接影响野外纯工作时间的长与短；居民点、住房、劳动力和经济状况，直接影响到生活安排和山地工程的施工。

（3）地质图是以地形图作为底图来填绘的。地形图的质量和精度，直接影响地质图的质量和精度，所以，应当尽量收集或了解本区所有的地形图，选择其中精度较高的作为地质填图的底图。地形图的比例尺一般要比地质填图的比例尺大一倍；在条件不具备时，至少应该选择和填图比例尺相同的地形图，这样才能够保证地质图的质量和精度。

对于地质填图实习，该阶段主要任务是让学生认真阅读实习指导书，复习该次实习所涉及到的岩石、地层、古生物、构造等内容，领取野外用品等。

（三）地质仪器和备品

准备好野外使用的地质仪器，如地质罗盘、地质锤、放大镜、照相机、皮尺或测绳、盐酸、望远镜、水准仪、标本袋等；此外，还需根据野外条件及气候条件准备好生活用品，如帐篷、蚊帐、床、被等。

（四）野外踏勘及《地质填图设计书》的编制

野外踏勘及《地质填图设计书》的编制，详见第二章。

二、野外工作阶段

野外工作阶段是地质工作者获得实际材料的最主要阶段。通过对每个野外露头的观测、记录，可以详细地收集各种地质和矿产实际资料，这些都是编制地质图件的依据，它直接影响到地质填图最终成果总结的质量。如果收集的第一性资料全面、准确、真实，则得出的结论就会比较正确，对填图质量的提高就有了可靠的保证。因此，必须十分重视野外工作阶段的工作。

在野外工作应作的工作主要有：野外踏勘；实测地质剖面、开展山地工程（如探槽、探井、浅钻）和进行地质编录；进行生产矿井和老窑调查；填绘地质图。

三、最终成果总结阶段

野外工作全部结束后，便要转入室内进行最终成果的整理。这一阶段的工作，对于充分反映已有的地质认识程度，提高"地质填图总结"的质量，具有重要意义。

本阶段的中心任务是提交地质填图的最终成果，具体任务是：野外标本和样品化验资料的进一步整理，正式定稿图件的编制，以及"地质填图总结"文字的编写。此外，最后还要组织有关人员，对最终成果要进行检查和验收。

第二章　路线踏勘及地质填图设计书的编制

路线踏勘及地质填图设计书的编制，属于准备工作阶段地质技术人员的工作内容。本章主要针对如何作好这两项工作加以阐明。

第一节　路线踏勘

路线踏勘又叫野外踏勘。它是在收集前人资料的基础上，经过阅读分析研究和整理对填图区的地质情况有了一个初步了解的基础上，在队地质技术负责人组织下，全体地质技术人员集体赴现场进行实地考察，概括性了解、验证和深化通过资料阅读所获得的认识，达到统一思想认识，统一工作方法，为编制地质填图设计书和今后填图工作的顺利开展，提供较坚实的实践基础。

一、路线踏勘的目的和任务

进行路线踏勘的主要目的可以概括为：概略了解填图区内自然地理和经济概况，通过路线踏勘对全区基本地质特征（包括岩石、地层、古生物、构造、岩浆活动和矿产等）有一个轮廓性的认识，并对主要地质问题和基本工作方法取得共同认识，使地质填图设计书的编制更符合实际，以保证上级主管部门对填图工作各项技术要求的完成。其具体的工作内容如下：

（1）一般应安排一条踏勘路线，通过区内的主要制高点对全区进行眺望，鸟瞰全区地形、主要交通干道和居民点分布。核对准备使用的地形图质量和精度，并实地了解区内气候、工农业生产状况，选择主要居民点进行访问，为填图基地的选择、工作和生活安排等提供依据。

（2）根据已有地质图，选择几条能够控制全区的踏勘路线进行观测，对以下地质情况要有一定的了解和掌握。

a. 了解和掌握测区内正常的沉积地层层序、岩层的岩性组合、所含化石、厚度及其变化，提出实测地层剖面的条数和位置，可能动用的山地工程；初步确定地层界线、标志层和填图单位；在岩浆岩和变质岩发育区，还要了解岩浆岩和变质岩的分布范围、种类、活动时期等。

b. 主要构造特征。包括地层主要产状、接触关系、褶皱、断层的主要特征（含展布方向、规模、性质、相互间关系等）。在构造复杂区，初步确定实测构造剖面的位置。

c. 了解测区内主要含煤地层时代及层位，在有生产矿井或废弃老窑的地区应进行访问，了解煤层厚度、煤质、瓦斯、矿井水，以及生产状况。如有其它矿产，也应对其矿种、矿体形态及开采利用情况进行了解。

d. 第四纪覆盖层的分布及水文地质的简单情况，如河流、水库、岩溶、井泉，以及主要含水层和隔水层、地表水与地下水的关系。

（3）为了取得资料、加深印象、方便研究，要采集一定的岩石、地层、化石、矿层和构造等标本，必要的应照相、素描并编号。

(4) 根据路线踏勘所掌握的情况，结合前人工作的成果，提出本次工作的重点和所要解决的主要地质问题。在踏勘中一时尚难以统一的地质问题，应商定一个较为合理的意见，取得暂时的统一。但当经过填图工作的进一步研究、证实暂时统一的意见有错误时，应及时修正。

(5) 为配合实测地层剖面和填图工作，需要动用山地工程时，要初步估计出工程土方量及所需劳动力，并进行初步落实，以便提前动工争取时间。

由于各地区地质情况不同，不同地质队的人员组成也有差异，再者不同填图比例尺的要求也不一样，因此路线踏勘工作中的具体内容不可能千篇一律。上述内容只是一般性的概括，需要根据具体情况灵活掌握，特别是对工作区地质情况熟悉、有着丰富实践经验的地质工程技术人员来说，就更应因地、因人而异了。

二、踏勘路线的选择

经过室内对收集到的各种地质资料的阅读、分析及正式进行路线踏勘工作之前，一般应在地形图上进行踏勘路线的初步选择和设计。路线选择和设计原则应是：以最短的时间、尽量少的路线，达到对测区地质情况全面了解的目的。路线的选择和设计，既要考虑测区内地层和构造方面的代表性，同时也要照顾到踏勘路线在测区内空间分布的均匀性。为了使踏勘路线上所观察到的地质现象出露清楚，一般多选择在河谷切割及人工露头较多处布设。至于踏勘路线之间的间距多大比较合适，没有统一规定，一般应布置几条穿越全区的主导路线，在此基础上根据野外实际情况再逐渐加密。对于因测区范围或地质出露情况的限制而达不到要求者，应该在邻区特别是有典型剖面的地区进行路线观测，以便同本区对比，指导本区的地层划分和其它地质问题的认识。

三、路线踏勘的方法和要求

(一) 路线踏勘的两种基本方法

由于不同填图比例尺的精度要求不同，所以对踏勘的方法和要求也有所不同，但基本的路线踏勘方法有以下两种：

1. 垂直主要地层走向和主要构造线方向的路线穿越法

垂直主要地层走向和主要构造线方向的路线穿越法是最常用的路线踏勘方法。由于它经过的距离最短，观察到的内容最多，所以可在较短的时间内对全区的地质情况有一个概略的了解，特别是对于查明各种地质体在纵向上的特征，如地层的分界和厚度及接触关系、褶皱和走向断层或斜交断层的存在等，有着较好的观察效果。这种路线的布置往往兼顾通过测区内的制高点，是主导踏勘路线经常采用的一种方法。

2. 平行主要地层走向和主要构造线方向的路线追索法

这种踏勘路线多用于大比例尺地质填图，一般是在进行了多条第一种踏勘路线的基础上，为追索地层、构造在横向上的延伸变化而布设的。路线追索法相对于路线穿越法，在整个测区内的数量相对较少。

在路线踏勘工作中，上述两种路线踏勘方法中的每一种在实际工作中不可能单独使用，有时为了求得问题的解决，在以一种路线为主的情况下，常常是相互配合穿插进行，以达到野外踏勘的目的。布设的踏勘路线应该根据路线观测的内容，以符合人们的认识规律(如先观测地层后观测构造)；路线间的主次或按一定顺序等原则编号，以便按路线编号顺序进行观测。

（二）路线踏勘中观测点的选择

观测点是踏勘路线上观察露头、收集各种地质资料的基本工作点，只有通过观测点上对地质现象的观察，才能汇集一条踏勘路线的工作成果，所以它们是由点到线的关系。由此可知，观测点的数量不同，资料收集的详细程度也不同。不同填图比例尺的踏勘路线、不同观察内容的踏勘路线，观测点的密度都有所不同。那么，应当本着什么原则布设和选择观测点呢？一般地说，应按下列原则进行观测点的选择：

（1）在不同时代、不同组（或段）的地层分界线，以及地层不整合接触的界面上。

（2）在岩性、岩相、厚度有显著变化的层段，以及可能作为标志层或化石比较丰富的层位。

（3）褶皱、节理、断层发育的部位。如褶皱的轴部、倾伏端、产状急剧变化处，以及断层的破碎带等。

（4）侵入体与围岩的分界线，矿化带或有益矿产（如煤层）赋存的层位，以及其它有地质意义的地点。

应当指出，踏勘路线不同于地质填图中的观测路线，虽然它们都是通过路线的观察来取得第一性资料，但前者是在填图工作初期，以概略了解全区情况为目的的先行工作，而后者则是填图工作中为取得全面详细地质资料而进行的具体工作。因此两者在目的要求、详细程度上有着显著的区别，如路线踏勘中的观测点一般不要求标定在地形底图上，但有时为了控制地层或构造也可以定点，由于还没有进行正式填图，所以一般不赋于统一点号，而填图中的观测点都要进行统一编号；但两者间又有密切的联系和相似之处，如踏勘中及填图中在地质问题没有出入的情况下，填图时可以利用踏勘路线中的某些观测点。此外，踏勘和填图时都是通过观测点的观察来达到路线观测的目的，所以都应做好野外记录。

（三）路线踏勘中的记录与素描

在路线踏勘中应将观察到的所有地质现象清楚地记录在野外记录簿中，其记录的内容、格式和要求与地质填图中的记录要求基本相同，请参阅第四章第三节野外地质观察与记录。为了弥补文字描述的不足，给读者一个直观的感觉，对一些有意义的观测点常常采用实地素描，这些素描图是最终室内整理时编写文字报告所附插图的主要来源。因此不论在路线踏勘还是在野外填图工作中，地质人员都十分重视这一工作。关于素描图的种类和素描方法，在本书的附录二野外地质素描与摄影中专门作了介绍，这里仅介绍素描图中的信手地质剖面和信手路线地质图的作图方法。

1. 信手地质剖面的绘制方法

为了了解岩石性质、地层层序和地层接触关系，展示构造特征，建立整体的概念，在路线穿越时，一般应作连续的信手地质剖面图（简称信手剖面）。信手剖面图是在野外边观察边绘制而成的，不允许回到室内绘制，其方法和步骤如下：

（1）确定信手剖面方向和起点终点。信手剖面的起点和终点一般是一条踏勘路线的第一个和最后一个观测点，一般应标定在野外手图（地形底图）上，起、终点连线应该垂直主要地层和构造线的方向，因此信手剖面图多在路线穿越法中使用。踏勘路线开始即信手剖面开始，开始之前应大量实测地层产状，以使信手剖面的方向确定的比较合理。虽然信手剖面方向与踏勘路线一致，但它不等于穿越路线时具体走路的方向，因为那样剖面线方向变化太大，折线太多，不利于剖面的连续性，同时也可以避免因视倾角的换算而带来不必要的麻烦。

如若因地形、地物或地层出露不好等原因，也可沿地层走向平移剖面线或改变剖面的方向，但应尽量减少平移和剖面方向的改变，且应在剖面图的相应部分予以注明(图 2-1)。

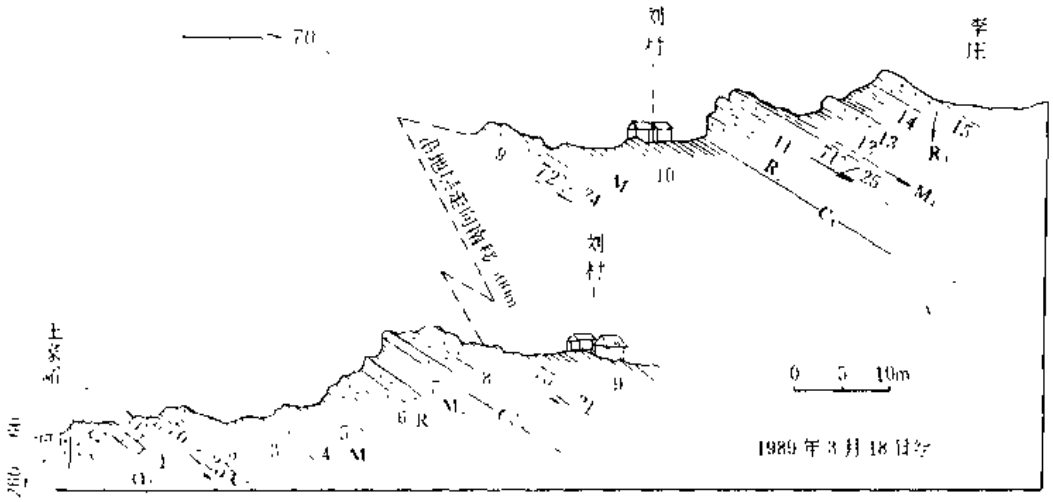


图 2-1 信手剖面示意图

1、2、3、……—分层号；B_1、B_2、……—岩样采集点及编号；M_1、M_2、……—化石采集点及编号；

$\frac{71°}{\angle 20°}$—地层倾向 71°、倾角 20°；C_3、C_2^2、C_2^1、O_2—地层代号；

(2) 确定绘图比例尺。比例尺的确定，要根据每条路线的长度视实际情况而定，不要求每条路线的信手剖面比例尺都一样。总的原则是所绘出的信手剖面图应尽量完整地展示在记录簿的同一页上，如因各种原因不能满足时，也要尽量减少页数，以达到完整、系统的效果。关于纵、横比例尺，一般情况下应保持相同，只有在地形高差很小而难以清楚反映地质特征时，可适当放大垂直比例尺。

(3) 确定各点间的水平距离和各点的高程。第一个信手剖面起点标定在地形图上后可读出该点高程，第二个点的高程也可用同样办法得知，根据图上该两点的平距和高程差，按比例尺内插求出二点间所需的不同高程点，相邻等高点间的联线即为地形线；以此方法类推直至整个剖面作完。对于有经验的地质工作者来说，完全可以抛开地形图，目测斜距和坡度角，信手勾绘地形线；对于初学者来说，可以放慢速度，用步测距离和罗盘测坡角按比例尺勾绘，只要经过一段时间练习，是会很快掌握的。

(4) 平移剖面线。当地层出露不全或因地形、地物等原因而不能连续进行信手地质剖面绘制时，可沿地层走向平移剖面线，但必须注明平移的方向和距离，其剖面应视平移距离的大小分段或连续勾绘。

(5) 量取地层产状，并根据踏勘路线中观测点标注地质特征。在观测点上要测定有代表性的产状标在剖面的相应位置上，并填绘岩性符号，同时注记分层号、地层时代代号等。此外，如有褶皱、断层、岩体等，应及时将其形态特征绘出；对各种有关矿产和特征地质现象也应加以表示，有些情况下允许加注必要的文字、以弥补符号的不足或使其更加醒目。

(6) 标出标本采集层位和标本编号。

(7) 最后在剖面上方写出剖面名称、标出比例尺和剖面方向，以及主要地物和绘图者及绘图日期等。

2. 路线地质图的绘制方法

路线地质图是概略地质调查工作中经常采用的方法。在路线踏勘中，根据需要也可作路线地质图。它是在沿路线观测过程中，随手将路线上的各种地质情况，以平面图的形式表达的一种图件，因此又称信手路线地质图。路线的方位是用罗盘测出，路线的距离采用目估或步测，各点高程可参照地形图或用气压测高计读数获得，将所见的岩性、岩层分界、各种褶皱和断层等按走向用符号加以表示，并注明产状、标本采集地点及其编号。对于断层和其它有意义的地质现象，在路线地质图上无法表示时，可另附局部素描图或辅以必要的文字说明（图 2-2）。

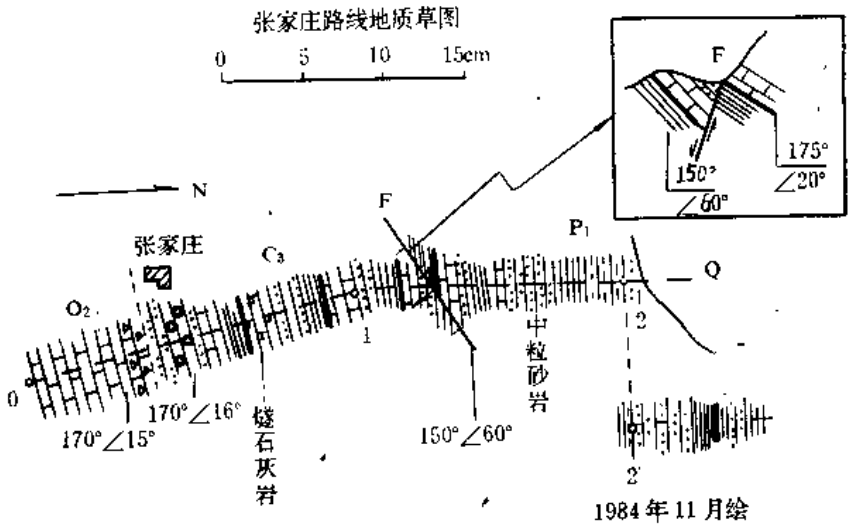


图 2-2 信手路线地质图示意图

信手剖面图和路线地质图，是路线踏勘工作中经常使用的两种素描图，它们对系统了解踏勘路线上所观测的内容具有相互联系的整体概念，尽管也规定了比例尺，但由于没有对距离进行详细丈量，而是采用目估法信手而作，因此它们的精度较差。但在表示内容上比较灵活，可以根据需要进行选择，在概略了解路线上的地质特征时，从定性研究的角度上看，仍不失一个简单、迅速的好方法，这也是一位工程技术人员应该具备的基本功。

第二节 地质填图设计书的编制

在搜集前人资料和在进行了野外踏勘的基础上，根据上级下达的任务和地质填图规程的要求，应编制地质填图设计书，作为地质填图工作的依据。地质填图设计书的内容，概括起来主要有二个方面的内容：一是基本工作条件和基本地质情况的介绍；二是工作任务、质量要求和工作方法。其具体内容主要有以下各项：

一、前言

主要包括：填图的目的、任务（填图范围、面积、比例尺等）和完成日期；自然地理及经济地理概况，主要叙述地形、水系、气候、交通、行政区划、居民点分布、工农业生产概况、矿产开发利用情况，并附交通位置图；以往地质工作情况，一般以时间为序扼要叙述所取得的主要成果和存在的主要地质问题等。

二、地质概况

包括测区的地层、构造、水文地质概况、岩浆活动和矿产，并附小比例尺地质图或地质草图、地层柱状图和构造纲要图等。

三、工作方法和工作量预计

主要说明地质填图的工作方法。工作量包括实测地质剖面、山地工程、采样、观测点等数量要求，以及生产矿井、老窑、简易水文调查等。

四、技术要求和质量标准

主要根据地质填图规程，并结合测区实际情况，制定出本次填图的技术要求和检查的质量标准。如观测点、线的布置原则、点和线密度和距离要求、点位精度要求，以及标志层、实测地质剖面、山地工程、井泉调查等要求。此外，也可列出对某项工作的要求提纲，如观测点描述提纲等，以保证各项工作的质量。

五、人员组织、工作流程和时间安排

主要介绍人员组成、分组情况，对于整个填图工作要统筹布置。根据填图工作各阶段的要求及时间安排，制定合理的工作流程，质量保证措施具体可行，做到工作有绪、留有余地，工作上协调配合，衔接恰到好处。

六、预期完成的地质成果

提出工作结束应提交的文字、图件资料(含图名、比例尺、份数)。其中，文字部分可列出编写提纲。最后，应附一系列表格，作为设计书文字的补充或附件，如预计工作量一览表、设备仪器备品一览表、财务预算一览表等。

地质填图设计书，对下列主要内容应该给予明确的反映。如什么地区或什么范围的地质填图设计书、填图比例尺、承担的单位、项目负责人、技术负责人、设计书编制人员，以及编制日期及批准单位和批准日期等。上述内容一般反映在地质填图设计书的封面及扉页，其参考格式如图 2-3 所示。

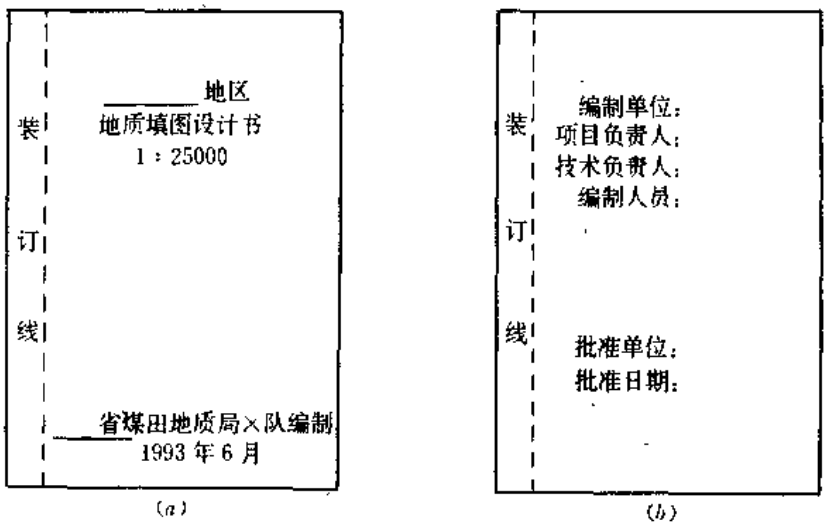


图 2-3　地质填图设计书封面及扉页格式

a—封面；*b*—扉页

地质填图设计书是开展地质填图工作的指导性文件，是进行工作和检查验收工作的主

要依据。设计书文字要力求简明扼要、突出重点，且抓住主要问题。切忌长篇大论，能够用图表说明问题的尽量采用图表表示。当设计书经上级批准后，应该遵照执行。如果在实际工作过程中，需要改变原设计内容时，必须提出充分理由和依据，经批准机关同意才能改变。地质填图设计未经批准时，不能全面开展工作。

第三章　实测地质剖面

实测地质剖面是根据地质研究的目的，按照一定的要求，在地表沿某一选定的方向，将不同岩层、岩体、接触关系、各种构造形态、岩层产状等进行实测记录，并采集标本，然后按照一定的比例尺和用不同的岩性花纹、符号及各种注记，绘制实测地质剖面，这就是实测地质剖面的全部工作。根据不同的地质研究目的，对实测地质剖面的目的要求、选线原则、比例尺大小，以及研究内容和图件的表述等方面有着一定的差异。

第一节　实测地质剖面的目的、要求

根据不同的地质研究目的，实测地质剖面可以分为实测地层剖面和实测构造剖面两种，统称实测地质剖面。

一、实测地层剖面的目的、要求

实测地层剖面工作是野外地质调查中最基础的地质工作之一。它一般是在野外路线踏勘之后，正式进行地质填图工作之前进行。根据对地层研究的侧重点不同，实测地层剖面又可分为全层实测地层剖面和重点层段实测地层剖面。

全层实测地层剖面，指对填图区内所出露的全部地层进行详细的分层研究，系统地获得不同地层中岩石的颜色、成分、结构、构造、厚度，以及所含古生物化石、岩性组合、接触关系、煤层及其它矿产情况，并逐层采集地层标本和部分岩矿标本和化石标本，以便进行室内鉴定，经过分析研究建立该区的代表性地层剖面，确定填图单位。由于地壳运动所引起的古地理环境和沉积作用的差异性，在岩性、厚度等各方面，不同地段都可能有所变化，因此实测地层剖面的数量应视研究区范围、填图比例尺大小，以及地表出露和通行条件等的实际情况，合理布置一定数量的实测地层剖面，一般应不少于1～3条。

重点层段实测地层剖面，是侧重于含煤地层，尤其是煤层赋存部位及其上覆500～700m地层进行分层研究，重点了解煤层、各填图单位的标志、厚度、岩性等的变化。所谓含煤地层的上覆500～700m地层，是指自地表至含煤地层的顶界之间的铅直距离达500～700m的一段地层(图3-1)。



图3-1　含煤地层与上覆500～700m地层关系图

二、实测构造剖面的目的、要求

实测构造剖面在两种情况下需进行：一是进行专门性构造地质填图；二是在地质填图中构造比较复杂时需进行。实测构造剖面可分全区实测构造剖面和局部地段实测构造剖面两种。

全区实测构造剖面的目的，在于查明填图区内总体构造特征和空间组合分布规律，以及

不同期次、不同序次之间构造的相互关系，为探求填图区内的构造特征及其构造的演变历史提供第一性资料。在构造复杂区，尤其是变质岩地区，岩石的原生构造往往被各种不同类型的构造所破坏，正常的地层层序被隐蔽。通过实测构造剖面，详细研究各种构造现象，对于查明正常的地层层序，顺利开展地质填图工作，将起到积极的作用。

实测构造剖面对于地层划分、岩性分层无需像地层剖面那样详细，主要应侧重各种构造现象（如地层产状、褶皱各要素、断层产状、断距、构造岩特征，断盘相对位移方向及旁侧构造、节理、劈理、不整合等）的观察、测量和研究，并应采集定向构造标本。构造标本的采集，对于断层来说，通常在垂直断层走向方向上，分别在断层影响内的不同分带中采集；对于褶皱，应在核部及两翼同一岩层中采集，以便进行室内的显微组构分析，实测构造剖面尚应注意对有规则几何形状的应变物进行测量统计，并进行野外素描和照相。

实测构造剖面，在专门构造地质填图中，应在路线踏勘之后正式填图之前进行；面地质填图中对构造比较复杂区段所测制的构造剖面，一般放在地质填图的后期。

第二节　实测地质剖面的选线原则和比例尺的确定

一、实测地质剖面的选线原则和比例尺的确定

1. 实测地层剖面的选线原则

实测地层剖面的选线，系指对野外实测地层剖面的具体位置的选择。因此它是在野外路线踏勘之后，结合已有地形地质图确定的，其选线原则应遵循以下三个方面：

（1）实测地层剖面的剖面线方向，一般应垂直于主要地层走向，最理想的剖面线是一条直线。但在野外实际测量过程中，往往由于各种因素的影响（如植被覆盖、沟谷阻挡、地层走向的变化等），迫使剖面不能完全沿着某一既定方向通过而改变方向。为保证一定的精度要求，一般要求剖面方向和岩层走向的锐夹角不能小于 60°。尽管如此，也不能无限制的展转改变方向，只能是在实无办法的情况下才能这样做，要在尽量取直线的原则下加以控制；否则，将给作图带来许多麻烦。

（2）实测地层剖面的位置应注意选择在地层齐全、出露良好、层序清楚、化石丰富、构造简单、接触关系明显，且有一定代表性的地段。一般可沿自然的沟谷，由于沟谷切割后岩层裸露易于观察；此外，应充分利用在修建铁路、公路、水库、灌渠、矿山开采等人工揭露的有利地段。当一些主要地质现象被浮土、碎石覆盖时，尚应动用一定的山地工程加以揭露，或在附近出露良好的地段实测一些短剖面进行补充，但应注意其准确性，防止层位的缺失和重复。

（3）实测剖面的位置要注意选择在通视、通行良好的地段，注意避开高大植被、水体覆盖等影响的不良地段。

2. 实测地层剖面比例尺的确定

实测地层剖面比例尺的大小，是衡量地层研究程度的一项指标，它和地质填图的精度要求密切相关。因此一般常根据地质填图比例尺的大小来确定实测地层剖面的比例尺，其基本原则是实测地层剖面的比例尺要大于地质填图比例尺。如 1∶50000 和 1∶25000 的地质填图，通常选用 1∶10000 或 1∶5000 的比例尺；1∶10000 的地质填图，通常选用 1∶2000 的比例尺；1∶5000 的地质填图，通常选用 1∶1000 或 1∶500 的比例尺。

二、实测构造剖面的选线原则和比例尺的确定

实测构造剖面一般是在野外填图工作的后期进行。这是因为经过路线踏勘、野外填图，对填图区内的构造展布特征、复杂程度等有了一定的了解，使实测构造剖面更具有针对性，从而有利于对构造进行深入研究。选择实测构造剖面应遵循下列原则：

(1) 实测构造剖面的方向应垂直于区内主要构造线的方向。当为全区实测构造剖面时，同实测地层剖面一样以取直线为原则，尽量减少因方向改变而出现剖面线转折的现象。单一构造的实测构造剖面，应取垂直构造线的方向。

(2) 露头良好、构造发育，便于观察和追索，能反映一个地区或局部地区构造特征的地段。

实测构造剖面的比例尺与实测地层剖面比例尺的确定原则相同，以大于地质填图比例尺和以能充分反映构造特征为前提。

第三节　实测地质剖面的一般程序、内容和工作方法

实测地质剖面的测制，一般分为野外工作和室内整理两个阶段。本节主要讨论野外工作阶段的一般程序、内容和工作方法。

一、实测地质剖面的准备工作

在正式开展实测地质剖面工作之前应做好充分准备，以便协调、快速、优质地完成该项工作。准备工作的内容包括实测地质剖面的目的与方法的业务准备、人员分工、材料工具的准备等。

1. 业务准备

事先应对实测地质剖面的有关内容进行学习，听取教师有关实测地质剖面的讲课，在路线踏勘的基础上，选择可供实测的剖面位置，确定测制的比例尺。

2. 人员分工

学生以小组为单位，一般 5～6 人为宜，具体分工和主要任务如表 3-1 所示。

表 3-1　　实测地质剖面人员分工简表

职　务	人　数	主　要　工　作　任　务
地质观察员	1～2	对地层进行分层、描述，判断和确定构造形态和位置，测量各种要素产状，丈量各分界点的斜距，协调全组工作，决定导线是否前进
前、后测手	2	选择导线测点，拉测绳或皮尺，测量导线的方位角、坡度角、导线斜距，将剖面起终点标定在地形图上
记录员	1	根据表 3-3 所列内容，填写各种野外实测数据，进行地质描述
剖面草图绘制员	1	根据各种实测数据，现场绘制平、剖面图，注意标注各种数据和地形的细微变化及其标志物
标本采集员	1	负责采集各种岩矿、化石、地层和构造岩等标本，量读采集位置，对标本进行编号、定名并包装

上述人员分工可视具体情况适当变动和调整，以不遗漏各项工作，每人工作饱满且工作协调一致为前提。在剖面测制过程中，可能出现各项工作忙闲不均的情况。如地质观察员、记录员较忙，前、后测手较轻闲等。地质观察员要发挥全组人员的积极性，做好调度和协调工作，切忌各行其事。对于某一地质问题可能有不同认识，在一时难以取得统一认识之前，以客观、真实反映为前提，先按某一种意见暂定，事后再作深入探讨或请指导教师帮助解决。为了全面锻炼学生的实践能力，在完成本人所分任务的同时，应积极了解和熟悉其他人员不同分工的工作内容。工作进行一段以后，各不同分工应进行适当轮换，使每个学生都有实践的机会，都能胜任测制剖面中的各项工作。

3. 工具、材料

为了保证实测地质剖面工作的顺利进行，对剖面测制过程中所需的有关资料、工具、材料，按人员分工分别准备和携带，以便到野外就能有条不紊地开展工作。各组一般应配备表 3-2 中所列物品，根据各校的实际情况也可做某些调整或替代。

表 3-2　　实测地质剖面所需各种备品一览表

序　号	名　　称	单　位	数　　量	序　号	名　　称	单　位	数　　量
1	地形图	幅	1	11	半圆仪	个	1
2	地质罗盘	个	3	12	图板或讲义夹	个	2
3	地质 锤	把	3	13	绘图纸(方格纸)	张	适量
4	测绳(皮尺)	条	1	14	实测剖面记录表	张	适量
5	气压测高计	个	1	15	铅笔	支	3
6	钢卷尺	个	1	16	胶布	卷	2
7	记录本	本	2～3	17	包装纸、标本袋		
8	照相机	台	1	18	油漆、木桩、毛笔		
9	比例尺	个	1	19	铁锹、手镐	把	各 1
10	三角板	付	1	20	标本签	本	1

二、实测地质剖面的工作内容和方法

（一）实测地质剖面位置的初步选择

通过路线地质踏勘，对填图区的地层、矿产、构造、地形地貌等已经有了一个概略的了解，实测剖面位置选在哪里应该已经有了一定的考虑，大体位置基本可以确定下来。为了使实测地质剖面工作顺利进行，提高工作效率并达到质量要求，在正式实测之前，一般应进行比路线踏勘更加详细的观察，如剖面通过的地点、导线方向，地层的岩性、层序、化石层位、煤层(矿层)、标志层，接触关系，构造形态，确定分层界线点并树立标记。对于实测构造剖面，则应对各种构造形态的要素、特征及其确定依据和相互关系进行观察。为了加深印象供实测时参考，可作信手剖面(参见图 2-1)。

（二）导线的布设与工作内容

由于地形地质条件复杂多变，实测地质剖面的目的、要求不同，因此实测的方法也有多

种，如直线法、网格法、导线法等。其中，通常以导线法多为生产部门所采用。所谓导线法，系指按既定剖面的方向，随着地形起伏连续实测，在平面上为一反复转折的导线。它的优点是可以适应多种变化的情况，野外测制方法简单易行速度快；其缺点是剖面为非直线时作图麻烦，精度较其它方法稍差。

1. 导线布设原则

采用导线法进行实测地质剖面时，首先必须进行导线布设。导线布设应遵循实测地质剖面的选线原则，具体应注意以下三个问题。

(1) 所有导线应尽可能沿同一方向，并垂直主要地层走向或主要构造线方向。如若因某些因素致使导线必须转折，则转折应尽量减少，且总体导线方向(导线起终点相连)要保持与主要地层(或主要构造)走向垂直，单一导线与地层走向线的锐夹角不小于 60°。

(2) 每条导线的端点(导线点)应布置在地形起伏变化处，同一导线之内的地形坡度要基本稳定。当地形明显变化时，一定要设点控制变化的地形。需要指出，每一导线长度不一定相等，或等于测绳(皮尺)的长度；此外，导线点不一定是地层的分界点，但为了统计和作图的方便，在有条件统一时应尽量取得一致，而不能以地层或构造分界作为确定导线点的依据。

(3) 导线通过的地段，一般应是露头良好、各种地质现象明显、通行条件好的地段。如果重要地质现象不清楚而需要人工加以揭露，且揭露后仍不能得到连续剖面时，可采取沿地层某一界面走向平移导线的方法，但平移距离不宜过长，一般控制在 20～30m 以内。当导线平移时，一定注意沿地层某界面走向平移，而不是垂直导线方向平移(图 3-2)，这样才能保持地层的正常层序，不致因导线平移而使地层重复或缺失。要做到这一点，必须要有充分证据，确认导线平移前后两对应点属于同一岩层界面，而且高程基本相同，同时要真实记录平移的方向和距离。导线平移要从严控制，只有在无其它办法的情况下才能谨慎使用。这是因为平移导线实际上是两个剖面对接在一起，特别是在陆相或过渡相地层中，岩性、岩相横向变化较大，因此平移距离要加以限制。

2. 导线上的工作内容

导线法实测地质剖面，是剖面测制小组集体的成果，其工作内容是由组成人员在明确分工的前提下，由个人完成。导线上应完成的工作内容，统一反映在"实测地质剖面记录表"中(表 3-3)。现将导线上的工作内容，即实测地质剖面记录表中各项内容的取得及其有关问题叙述如下：

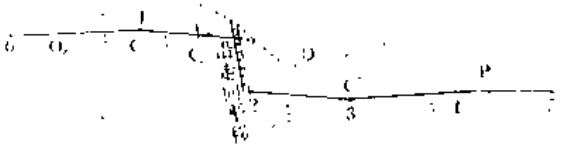


图 3-2 导线平移与地层关系示意图

1) 导线号 以剖面起点为 0，地形变化的第一个点即第一测绳终点为 1，导线号记录为"0～1"；第二测绳起点 1 至第二测绳终点 2，导线号记录为"1～2"；其余类推。

2) 导线方位角 指每一条导线前进方向的方位角。如 0～1 导线的方位角，就是后测手由 0 点对前测手 1 点测读的方位角。如果所有导线的方位角都相等，剖面线则为一条直线；如果各导线的方位角不等，则剖面线为折线。导线的方位角由前、后测手提供，为了保证所测方位角数值的精度，最好采用前、后测手对测。当读数相差 180°时，说明所测方位角准确，以后测手的读数填入表中。如果虽经多次测读，前、后测手的读数仍有一定误差时，取其最接近

的一组读数将其误差平均分配，作为后测手的读数记入表中。

表 3-3　　实测地质剖面记录表

剖面编号：　　剖面位置：

导线号	导线方位角	导线斜距 L_n	导线平距 D_n	坡度角		导线高差 h_n	累计高差 H_n	岩层产状				分层厚度 m_j	累计厚度 M_j	分层号 j	标本号	分层斜距 l_j	分层平距 d_j	野外描述	备注
				仰角(+) β_n	俯角(−) β_n			斜距 L_n	平距 D_n	倾向	倾角								

3）导线斜距　导线斜距是指导线起、终点间沿地表的长度，一般采用以“米(m)”作为计量单位。为使测得的导线斜距准确，前、后测手应事先对测绳或皮尺进行检查，检查测绳(或皮尺)是否完整无损。后测手一方的刻度应为 0，当前、后测手身高大体相同时，手放在同一位置(如放在肚脐处)拉紧拉直测绳，这时测绳所读长度因平行且等于地面斜距，所以其读数即为导线斜距(图 3-3)；如前、后测手身高相差较大，可调节拉测绳手的高低，使其测绳与地面平行，这时导线斜距的读数是由前测手向记录员报告。

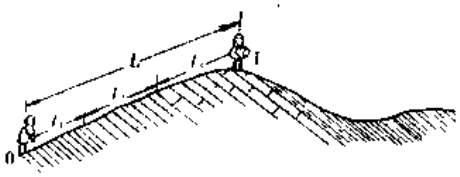


图 3-3　导线斜距与分层斜距关系

0—导线起点；1—导线终点；L—导线斜距；l_2、l_2、l_3——分层斜距；$L=l_1+l_2+l_3$

4）分层斜距　同一导线内不同岩性的分界点在导线上的距离，称分层斜距。同一条导线上各分层斜距之和，等于该导线的导线斜距(图 3-3)。当同一岩性分层分属二条导线时，应分别量测。

如果是一个断层破碎带，它同岩性分层一样，即在导线上量测它的斜距。当破碎带内可详细分带时，也应分别量测，它们的斜距记录在分层斜距栏内。有时同一岩性或断层带中构造岩的宽度较小，受剖面比例尺的限制面不能反映时，可以在文字描述栏内加以叙述，同时在剖面草图的相应位置上绘制出局部放大图。

对于实测地层剖面，属于下列情况之一者，可量测分层斜距。

(1) 按实测地层剖面比例尺的精度要求，分层厚度在图上等于或大于 1mm 的单层。

(2) 岩石颜色或成分显著不同。

(3) 岩石的结构、构造(如碎屑岩的粒度、层理、岩石单层的厚度)有明显变化。

(4) 岩性相似，但所含化石种属不同。

(5) 岩性不同、厚度不大的岩层作有规律的重复出现时，可作为一套互层；如果厚度差异较大，则将薄层视为这一大层中的夹层。分层斜距分别量测其互层或大层斜距，其特点应

叙述在文字描述栏内。

(6) 标志层、化石层，以及矿层或其它分布广、在地质研究中具有意义的薄的伴生矿层应独立分层，如果表示在剖面上它们的厚度小于 1mm 时，在绘图时可夸大按 1mm 表示。

5) 坡度角　导线经过地段的地面与水平面之间的夹角，称该地段的坡度角。它以导线的前进方向为准，仰角为正，俯角为负。

6) 地层产状及产状位置斜距　地层产状一般只量测倾向和倾角。具体多远距离测量一个产状没有具体的规定，一般在产状有变化、不同时代地层分界的上部和下部地层，以及断层的两盘、褶皱的两翼、枢纽倾伏端等部位一定要测量产状。为客观地反映构造形态，准确确定地层厚度，避免作图及研究剖面时产状数据不足，在剖面实测过程中应尽量多地测量产状，如果通过整理发现产状过多，可以舍去不必要的产状，以防止由于少测而再次补测。

产状位置斜距是指沿导线测量产状的地点与该导线起点间的斜距。当导线经过的地段不宜直接测量产状时，可在导线的旁侧测量，但不宜过远，它的产状位置斜距是将测量产状的位置沿岩层走向(或断层走向)平移到导线上读其斜距。

7) 分层号　从剖面起点开始，对实测各岩层的分层由 1 开始顺序编号。如某一分层在前一条导线中已经测过一部分并编了分层号，第二条导线中续测的部分不应再另编新号，应采用前一导线的编号。

8) 标本的采集与编号　对于实测地层剖面应逐层采集标本，即每一分层都应采集标本。如果分层是互层或是夹层时至少应采集 2 块标本，以反映互层或夹层的实际情况。标本的大小应有统一的要求，一般规格为 2cm×5cm×8cm 或 3cm×6cm×9cm。岩矿、地层标本一定要有代表性，并具新鲜面；化石标本以完整为原则；构造岩标本要采集定向标本。所谓定向标本，就是指在标本未采集前，首先选择一个几何参照面(如断层面)，并测量该面的产状，然后用白漆涂抹或将白胶布贴在拟采的构造岩上，并用红漆或色笔将参照面产状要素按实际的方位在白漆或白胶布上标画清楚，最后采集。构造岩标本应选择有代表性的，如果能够分带，应分带采集。

标本的编号方法很多，一般采用剖面号-分层号-标本块号的编号方法。如Ⅱ-10-2，表示填图区内第二条实测地质剖面第十分层第二块标本。此外，也有的采用和分层号相同的临时编号，回到室内再重新编号。不论采用哪种方法，切记一定要及时编号，以防错乱，并将标本编号随时报告记录员和草图绘制员。岩矿、化石、构造标本编号，一般在编号的后边用括号加注汉字的方法表示，如Ⅱ-10-2(化)、Ⅱ-12-1(岩)等。

9) 画剖面草图　它是在剖面实测过程中边测边作，当剖面实测完毕后草图即告完成。剖面草图是依据实测的各种数据，按照规定的比例尺，由起点到终点，将地形起伏、导线编号、斜距、分层界线、产状、标本位置及其编号等标于图上的一份供剖面记录整理和正式作图时参考的图件。剖面草图不同于正式实测地质剖面图，它既有比例尺的限制但又不很严格，面且具有一定的示意性和灵活性。如岩层倾角可用真倾角直接作图，岩性符号也不一定都填满，斜距和平距不一定严格换算等。有时为了加深印象，补充记录表格中的一些不足，也可标注一定的文字或放大局部剖面进行详细素描(图 3-4)。

制作剖面草图，有着一定的意义。如在不影响整体剖面质量的情况下，有时对于一些微小的地形变化在布设导线时不予考虑，但有时却是反映岩性、构造等一些重要标志，遇到这种情况如在剖面草图中表示出来，在正式作图时可据此进行修正，防止由于人为作图而失

实测地质剖面图草图

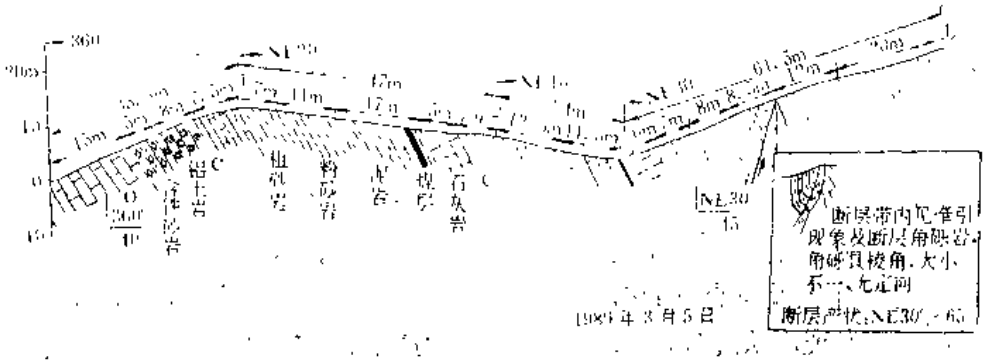


图 3-4　野外剖面草图的绘制

真。又如在考虑作图方法时能使图面布局合理，帮助回忆野外情况，纠正记录错误，帮助小组讨论研究问题等许多方面，都有着不可低估的作用，特别是对于初学者来说意义更加重大。

剖面的起、终点要准确标定在地形底图上，用直径 2mm 的小圆圈表示，圆心为其具体位置。在一般情况下，剖面的起终点往往是确定剖面总方向的依据，起、终点联线应和剖面的总长度相等。剖面的起点到终点的方向一般应是岩层的倾斜方向，即地层由老到新的方向。这种测制顺序对于熟悉地层层序，判断地质构造，建立地质演化等方面都有一定的作用。

三、实测地层剖面的野外校核

实测地质剖面测完后，应进行野外校核。野外校核的主要内容包括地层划分、岩性特征描述的准确性和质量，以及主要地层分界、煤层或其它矿层的厚度和位置、构造形态、岩层产状等进行检查；对于地面坡度、斜距和方位角等数据，针对可疑点进行部分抽查。检查时要把文字记录和剖面草图结合起来，经过核查达不到质量要求的应考虑局部或全部重测；如果检查无误或经过核审已作了改正，就可以结束实测地质剖面的野外工作，然后转入剖面的原始资料整理和图件的编制。

第四节　实测地质剖面原始资料的整理和图件编制

一、野外原始资料的整理

野外原始资料的整理主要以实测地质剖面记录表、剖面草图、标本样品进行对照检查，如发现问题应分析原因及时改正。在全面对照无误后进行下列工作：

（一）标本的整理和补充描述

标本是实测地质剖面中最直观的实际资料，为了缩短野外工作时间，有时常采用临时性的编号（如顺序编号）。标本整理必须按规定的编号方法进行统一编号，在标本的一角涂上 20mm×10mm 矩形白漆，用防水墨汁在白油漆上写上标本统一编号；同时填写标本签（表 3-4），一联留作存根，一联与标本包在一起，并填写标本登记表（表 3-5）。对于各类标本，在野外描述的基础上应进行室内补充描述，需进行镜下鉴定或送验的标本应填写送样表。最后，按不同类型标本分别包装装箱，装箱时应填写标本装箱清单（表 3-6），一份存查，一份装入箱内。

表 3-4　　标 本 标 签 格 式

剖面或露头号		标本号	
层号			
名称			
描述			
时代			
产地			
	采集人		日　期

装订线

剖面或露头号		标本号	
层号			
名称			
描述			
时代			
产地			
采集人		日　期	

表 3-5　　标本登记表　　第　　页

标本编号	采集人 / 采集日期	采集地点	标本名称	薄片编号	光片编号	样品编号	备　注

填表：　　年　月　日

表 3-6　　_____地区第_____号地层剖面_____标本装箱清单

木箱编号：

标本编号	标本名称	地层层位	岩层分层编号	标本特征说明

装箱人：　　日期：

（二）数据换算和厚度计算

1. 数据换算

在实测地质剖面记录表中，除了在野外实测中直接取得部分数据外，还有一部分数据是在室内经过换算或计算而来。如导线平距、分层平距、岩层产状平距、高程差和累计高程差、视倾角、分层厚度和累计厚度等。其数据的换算公式和方法如下：

1）导线平距　指每条导线在水平面上的投影长度。导线平距

$$D_i = L_i \cos\beta_i \tag{3-1}$$

式中　L_i——导线斜距；

β_i——坡度角。

导线平距是用投影法绘制导线平面图不可缺少的数据。如果剖面为一条直线，采用直线法作图，可以不换算此项数据。

2）分层平距　分层斜距在水平面上投影的长度称分层平距 d_j。导线平距等于该导线各分层平距之和。如果剖面为一条直线，且采用直线法作图，则和导线平距一样可以不换算此项数据。分层平距的换算公式为

$$d_j = l_i\cos\beta_i \tag{3-2}$$

式中　l_j——分层斜距；

β_i——坡度角。

3）岩层产状平距　岩层产状斜距在水平面上的投影长度，称岩层产状平距 D_k。岩层产状平距的换算公式为

$$D_k = L_k\cos\beta_i \tag{3-3}$$

式中　L_k——岩层产状斜距；

β_i——坡度角。

4）高程差和累计高程差　分别简称高差 h_i 和累计高差 H_i。高差系指某一导线起点与终点的标高差，其公式为

$$h_i = L_i\sin\beta_i \tag{3-4}$$

式中　L_i——导线水平距；

β_i——坡度角。

当导线起点的绝对高程在没有测定之前，可以先假设起点为 0，待高程测定后再在各导线点上加起点高程得出各点的绝对高程。

累计高差是指某一导线终点标高与剖面起点间的标高差，其公式为

$$H_i = \sum_{i=1}^{i} L_i\sin\beta_i \tag{3-5}$$

式中　L_i——导线斜距；

β_i——坡度角。

5）岩层视倾角　野外实测的岩层倾角一般应是真倾角，但当作图的剖面线方向与岩层走向的夹角等于或小于 80°时，应采用视倾角作图。在实际工作中，通常用查表法进行换算（附表六倾角换算表），也可通过公式计算、赤平投影求解等多种方法。

2. 厚度计算

岩层厚度包括岩层的分层厚度 m_j 和累计厚度 M_j，计算方法有多种，现介绍于下：

1）公式法　用公式法计算岩层厚度必须已知四个参数，即：岩层倾角、地面坡度角、分层斜距及地层走向与剖面线间锐夹角。通过野外测量和上述数据换算，已经直接获得了前三项，第四项实际上是导线方位角与地层走向之间的锐夹角。分层厚度 m_j 可根据下列公式计算求出：

$$m_j = l_j(\sin\alpha_i\cos\beta_i\sin\omega_i \pm \sin\beta_i\cos\alpha_i) \tag{3-6}$$

式中　l_j——分层斜距；

α_i——岩层倾角；

β_i——坡度角；

ω_i——导线方位角与地层走向间的锐夹角。

式(3-6)正负号的取用原则是：当岩层倾向与地面坡向相反时用“＋”号；当岩层倾向与地面坡向相同时用“－”号，计算结果为负值时则取绝对值。

上述公式法的计算过程，完全可以通过计算机来实现，利用计算机计算岩层厚度，具有省时、准确的特点。

2）表格法　为保证岩层厚度计算的准确、迅速，便于检查计算过程，通常采用剖面数据计算表（表 3-7）。这种表格的原理和公式法完全一致，只是将不同项目分列于表中，将厚度公式法计算步骤表格化、系列化，使其一目了然。

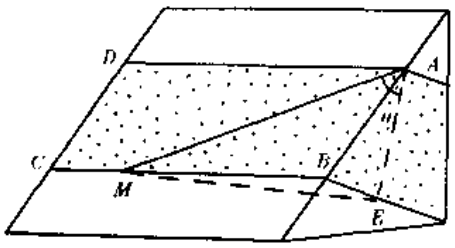


图 3-5　倾斜岩层立体透视图

3）赤平投影法　利用赤平投影法可简便地计算岩层厚度。如图 3-5 所示，P 为地面，AD 为倾斜岩层的上层面，BC 为下层面，AM 为分层斜距（即沿剖面线的岩层斜坡宽度），AE 为岩层面的法线，则 $AE \perp ME$，$\angle AEM = 90°$，$\triangle AEM$ 为直角三角形，故 $AE = AM\cos\theta$。因此，只要已知 AM 和 θ，则可求出分层厚度 AE。分层斜距 AM 在剖面实测中已经获得，现主要是求出 θ 角，根据 θ 角的大小利用赤平投影方法容易求出岩层厚度。

设：已知岩层产状约为 30°∠30°，分层斜距为 l，导线方位角为 240°，坡度角 20°，求 θ 角。其求作步骤如下（图 3-6）：

（1）作岩层产状 30°∠30°的极点 E。

（2）作导线 240°、坡度角 20°的极点 M。

（3）过 E、M 作大园弧 $AMEB$，ME 在该大园弧上的角距即为 θ 角值，$\theta = 45°$。

（4）将 θ 角代入公式 $AE = AM\cos\theta$，即可求得岩层的真厚度 AE。

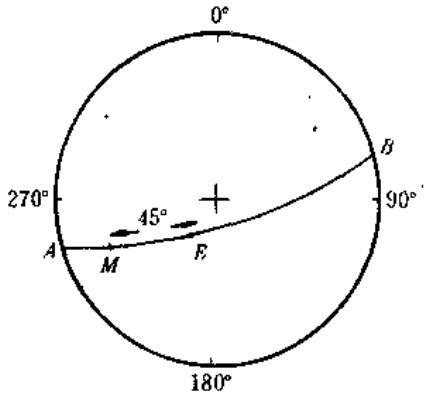


图 3-6　赤平投影方法求岩层厚度

累计厚度系指剖面起点至某一分层厚度之和，其计算公式为

$$H_j = \sum_{j=1}^{j} m_j \tag{3-7}$$

式中　m_j——岩层厚度。

二、实测地质剖面图的编制

实测地质剖面图的编制方法，由于在实测过程中的具体情况不同、具体要求不同以及人们的习惯不同，所以有着不同的编制方法。归纳起来，可分为直线法、展开法和投影法三种。

（一）直线法

由于剖面导线始终保持一个方向，实际上整个剖面导线是由各分导线组成的一条直线，故称直线法。

直线法适用于构造简单、岩石裸露，以及地形平坦、通行条件好的地区。直线法的特点是：导线始终保持一个方向，并且大致垂直地层或构造线的走向，沿剖面线只有地形的起伏而无其它因素干扰。因此用直线法作图具有方法简单、误差小，能真实反映地表地质情况的优点。但由于它仅能使用于导线始终保持一个方向的剖面，满足这种条件的往往是一些短剖面，对于多数实测剖面方向有一定变化的长剖面来说，直线法作图已解决不了实际问题。

表 3-7

剖 面 数 据 计 算 表

导线编号	导线方位角	导线斜距 L_n	岩层倾角		坡度角 β_i	地层走向与剖面线夹角 ω_i	$y=\sin\alpha_i\cos\beta_i\sin\omega_i\pm\cos\alpha_i\sin\beta_i$									地形累计高差 $H_i=\sum_{i=1}^{i} L_n\sin\beta_i$	导线平距 $D_i=L_n\cos\beta_i$	分层厚度 $m_j=l_jy$	分层号	累计厚度 $M_j=\sum_{j=1}^{i} m_j$	岩层产状平距 $D_k=L_k\cos\beta_i$	分层平距 $d_j=l_j\cos\beta_i$
			直倾角 α_i	视倾角 α_i'			$\sin\alpha_i$	$\cos\beta_i$	$\sin\omega_i$	积	土	$\cos\alpha_i$	$\sin\beta_i$	积	y							

组长： 检查者： 计算者： 年 月 日

剖面图的绘制一般是在方格计算纸上绘制。首先应该根据剖面的长度和高度，按制图比例尺缩小后，留足图名、比例尺、图例、责任表等所占面积，选裁足够大小的绘图用纸，然后根据实测地质剖面记录表的数据和内容作图，其步骤如下(图 3-7)：

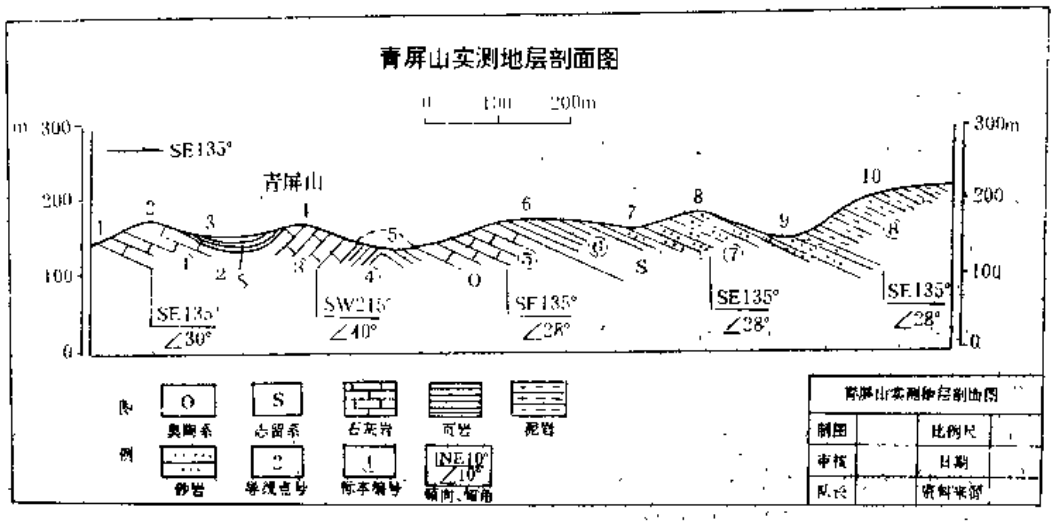


图 3-7　直线法绘制剖面图

1. 绘制地形线

(1) 根据所测剖面的总水平距、最高导线点与最低导线点间的高程差、剖面图的纵、横比例尺(一般纵、横比例尺应一致)，首先画出剖面图的基准线(水平线)，在基准线的两端垂直向上作垂直比例尺，基准线的位置要比最低导线点的高程略低，以能够表示岩性、构造及产状、标本等各种注记为准。垂直比例尺的高度要比最高导线点的高程相等或略高，终止高程应是垂直比例尺的整刻度。

(2) 依据各导线点的水平距和累计高程，分别作出各地形点，然后顺序联结各点，同时参考剖面草图勾绘的地形细节，画成一条圆滑的地形线，并在地形线上注明各导线点的位置。

此外，绘制地形线也可根据导线斜距和相应的地形坡度角资料，直接在图上投点，然后联结各点画出地形线。这种作图方法比较简单，无需换算导线平距和高程，当地形线画好以后，根据剖面起点的高程合理确定剖面基准线和垂直比例尺的起、终点。但这种方法的缺点是容易产生累计误差，如剖面的实际长度和高程与作图长度和高程不符的现象；再者不易做到计划用纸，图面结构布局也不合理。

2. 填绘地质内容

按分层平距垂直投影到地形线上，找出岩层分界点的位置，根据岩层在剖面线方向上的视倾角绘出分层界线。如果剖面线方向与岩层走向所夹锐角大于 80°时，可直接用岩层真倾角绘出岩层分界线，不需进行视倾角的换算。各分层依据岩性描述的内容，选择相应的岩性符号将其绘出填满，注明分层编号、产状、地层代号、标本采集地点及其编号。为了醒目起见，通常岩层分界线比岩性符号线稍长，地质时代界线要比岩层分层界线稍长。

对于实测构造剖面或实测地层剖面中有地质构造时，应注意首先将断层在地形线上的位置找出，按断层走向与剖面方向的夹角换算断层面的视倾角画出断层面界线，然后再绘岩层分界线。当遇到不整合时，则应首先将不整合面画出，具体绘制时应先画上覆地层，然后再

画下伏地层。对于平行不整合，要用规定的线条加以表示。在断层线两侧，应表示它们在该剖面上的相对位移方向、断距及其断层产状。对于被剥蚀的褶皱，可选择适当层间界面用虚线将其相连，以反映构造形态的完整性。一条复杂的构造剖面，一定要注意成层岩层无论受何种构造影响，都能追踪找到它们的脉络。各种构造的特征、组合、形成先后等，都能从理论上和作图时得出统一的解释。

3. 整饰

填绘好地质内容之后，应进行一次详细的自查，核实无误后便可对图面进行整饰。整饰工作主要包括：清除制图过程中的辅助点、线，修正线条的宽度和色调轻重，断层线改用红色，标注剖面方向、产状、分层号和标本位置及编号，书写图名、比例尺，绘制图例、责任表，以及图框等。

图名要求使用美观、大方的字体书写在图的上方居中位置，或图幅内上方的适当位置。比例尺可视情况用数字比例尺或线条比例尺表示，一般放在图名下方正中位置。其中，垂直比例尺一定采用线条比例尺；当水平比例尺与垂直比例尺不一致时，图名下方的比例尺应分别加以表示。剖面方向要用方位角标于剖面两端垂直比例尺或竖直线的顶端，也可在剖面的一端用箭头表示。图例一般放在图的左下方，用大小统一的长方形小方框画出，按一定顺序排列并用文字标注。责任表放在图的右下方位置。有时因剖面的长度、地形变化等各种因素，为使图面布局合理，上述各项的位置可以适量灵活掌握，但必须符合剖面图的图式要求。

（二）展开法

在实测剖面过程中，由于各种因素影响，剖面导线不可能始终保持一个方向而多呈反复转折。因此作图时需采用将导线拉直，犹如一个呈折线摆放的屏风，使之展开为一平面，这种作图方法称展开法。

展开法作图的优点是制图方便，不影响分层厚度的计算，就其每条导线内部来说，其地层、构造情况完全与真实情况相一致。但从展开以后的整体来看，地质体的形象有时却受到了一定程度的歪曲，如加大了地质体的实际长度，同一产状不同导线段视倾角不同，甚至会出现人为的褶皱、断层或不整合现象等。

展开法作图简单，不论剖面导线如何变化，一律拉成一条直线，每条剖面导线都按直线法作图，最后对接在一起构成一条完整剖面，并在对接处注明剖面方位，其它图素和整饰内容同直线法(图 3-8)。

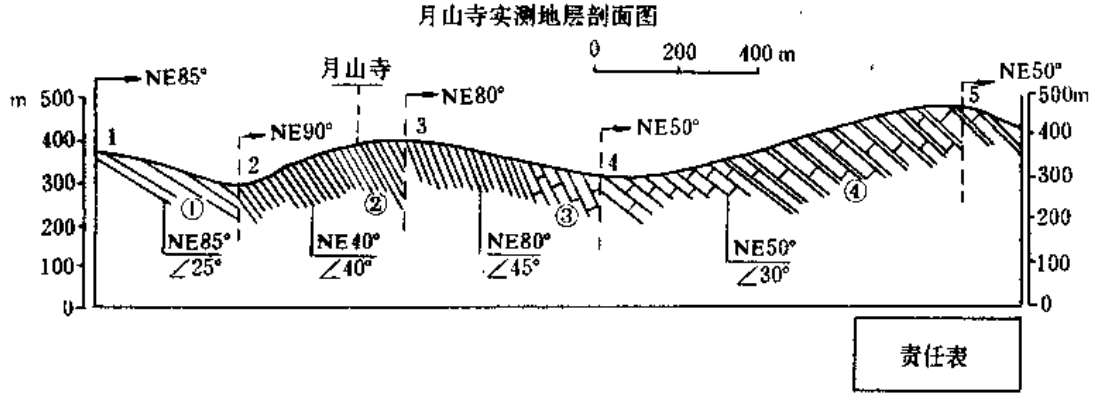


图 3-8　用展开法作实测地质剖面示意图

（三）投影法

投影法是剖面导线方向不断转折的另一种制图方法。它是将实测的导线点、岩性分界点、地层界线点、岩层产状、断层、岩体界线点等垂直投影到水平面上，然后再投影到重新确定的剖面总方向线上，最后绘制剖面图的一种方法(图 3-9)。由于投影法作图比较复杂，图面的构成与直线法和展开法不同，除了图名、比例尺、图例和责任表等外，它通常由平面图和剖面图两大部分组成(图 3-10)。

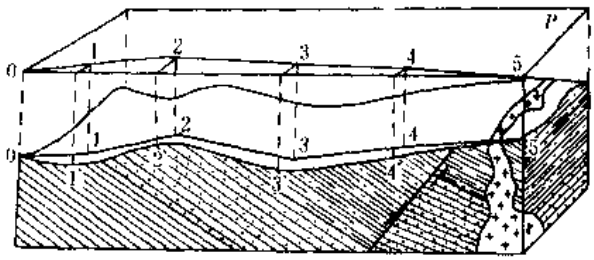


图 3-9　投影法作剖面的立体示意图

P——水平面；0、1、2、3、4、5—沿地面实测时的各导线点；0′、1′、2′、3′、4′、5′—地面实测时各导线点在水平面上的投影；0′、5′—选定的剖面总方向线；1″、1″、2″、3″、4″、5″—按剖面总方向线所反映的地质剖面

1. 导线平面图的绘制

按照各剖面导线的方位角和换算后的导线平距，由起点开始，按所定比例尺，逐段连续地画出平面图(如有平移，亦应按比例绘出)；然后把岩性、地层分界点、岩层产状、断层、岩体、不整合等实测位置标在平面图的相应位置上，并用各种符号、数字加以注记。

在导线平面图绘制过程中，应注意以下几个问题：

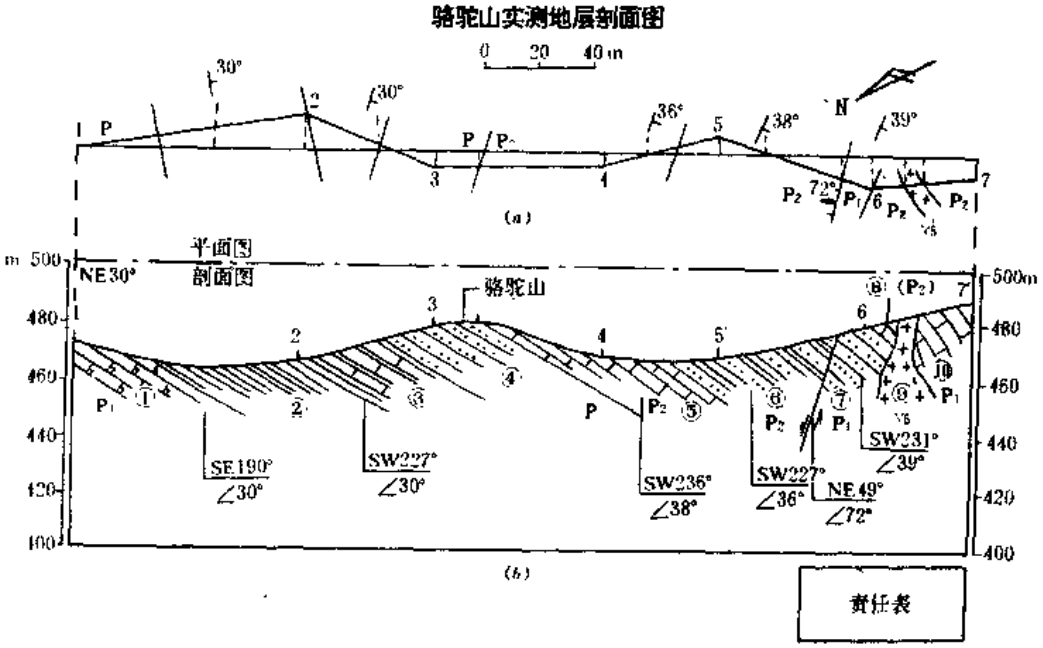


图 3-10　投影法绘制实测地质剖面图示意图

a—平面图；*b*—剖面图

1、2、3、……—导线点编号；①、②、③……—岩层分层编号

(据谢仁海等)

1）剖面总方向线的选择　一条地质剖面是沿一定方向的铅垂剖面，该铅垂剖面的方向称剖面的方向。由于实地测量的各导线方向，因地形、产状等各种因素影响而有所变化，为使作图方便，往往首先选择剖面总方向线(即导线的总方向线)，它是实际作图的剖面线。剖面总方向线的选择原则有：剖面总方向应尽量垂直大多数岩层的走向；剖面总方向线应尽量靠

近多数导线段；剖面总方向线至少应通过起、终点中的一个点。

根据上述原则，一般选择导线的起、终点的联系作为剖面的总方向线，即作图的实际剖面线。当导线起、终点联线偏离垂直大多数地层走向或不能靠近多数导线段时，才选择通过导线起、终点中的一点，通常选择通过起点的方法(图 3-11)。

2) 导线平面图指北方向的确定　为使图面结构合理、作图方便，一定要使剖面总方向线与剖面水平基线平行，因此指北方向在多数情况下不是上北下南，而是任意的。通常借助野外草图和主要岩层倾向数据反推指北方向，然后根据初步确定的指北方向先绘制一张导线平面草图，在草图上确定剖面总方向线，并放平来确定图中的正北方向。

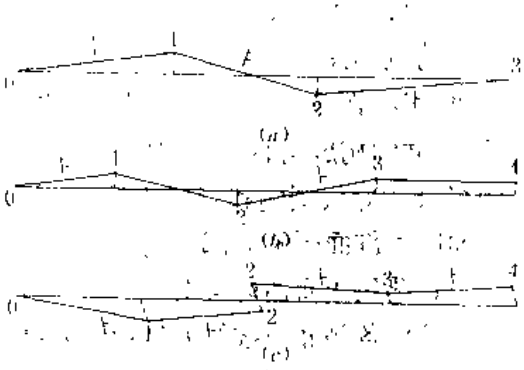


图 3-11　选择剖面线总方向的几种情况

3) 投影方法的选择　在剖面总方向线确定之后，作图的剖面线位置即已确定，但该剖面线上的实测数据不多，主要依靠各导线上的实测资料来作，也就是说借助导线上的实测资料来反映剖面线通过地段的地层、构造。由于剖面总方向线与各导线偏离不大，所以基本上能反映该剖面线通过地段的实际地质情况。但如何借用导线上的实际资料来反映剖面通过地段的地质情况，这里就有一个作图方法问题，常用的作图方法有以下两种：

a. 垂直投影法

系指将各导线点、岩性分界、地层分界、产状、断层、岩体位置一一垂直投影到选定的剖面总方向线上(参见图 3-10)。垂直投影法是一种经常采用的方法，它的特点是绘图简单，可直接投影作图。当地层厚度、产状在横向上有变化时，仍按原剖面导线的比例分配，不重新产生因投影而造成的厚度误差，导线平面图上剖面总方向线与所作剖面长度一致，图面协调美观。不足之处是当剖面在实测中有过导线平移时，经垂直投影后可出现地层重叠或空缺，因而不得不采取一些补救措施，但却不同程度地歪曲了真实情况。

b. 走向投影法　系指将剖面导线上的各点：岩性分界、地层分界、产状、断层、岩体位置等，沿地层走向或构造线走向投影到选定的剖面总方向线上(图 3-11c)。走向投影法一般适用于沿实测剖面方向各岩层产状基本一致；特别是在处理剖面导线平移问题有独到之处，它克服了垂直投影法中因制图方法而出现的人为重叠或空缺问题。但当剖面线不是首尾相联，则平面图的长度与剖面图的长度在铅垂方向上会出现不等长现象，从而影响整体图面的协调，且当产状变化较大或偏离导线较远时，失真较大。

一般情况下，通常采用垂直投影法作图，只有剖面导线出现平移时才选用走向投影。也有人将上述两种方法结合起来作图，这只有在很熟悉工作区地质情况并熟练掌握作图方法的情况下才能使用；否则，将造成更大的人为误差而怡误工作。

2. 剖面图的绘制

剖面图是投影法作图的第二组成部分。一般放在平面图的下方，剖面图的长度应和平面图的长度相等，剖面总方向线平行剖面图的水平基线。由于导线平面图作好之后，剖面总方向线已经确定，剖面导线各点及其地质点已投影到剖面总方向线上，这时已具备了直线法作

图的条件，因此它的作图方法和直线法作剖面图的方法完全一样。如果全部采用垂直投影，亦可直接从剖面导线上各点直接投影到剖面的各相应高度上，按绘地形线、填绘地质内容、整饰的步骤进行，这里不再重述。

投影法作图尽管在解决实测地质剖面方向反复转折的情况下是一种比较实用的作图方法，这是因为剖面连续完整、地质内容歪曲较少，避免了展开法的缺点。但该法计算较麻烦，原始实测数据经过二次投影有些改变，特别是岩层厚度、产状、构造复杂多变的地区，将会产生一定的歪曲，所以在实测过程中要求尽量不改变方向。通常在具有一定长度的实测地质剖面的剖面方向始终不变的情况很难实现，就在这种情况下投影法作图仍不失是一个较好的作图方法，因此投影法作图使用比较广泛。要想自如地应用这种方法，减少因作图而造成的误差，初学者必须把两次投影的概念搞清，树立清晰的空间概念，才能独立处理各种复杂多变的情况，并避免机械地作图。

三、实测地层柱状图的编制

地层柱状图可以分为实测地层柱状图和综合地层柱状图两种。其中，综合地层柱状图的编制方法将在第五章介绍，这里主要介绍实测地层柱状图的编制方法。

实测地层柱状图是根据野外实测地层剖面所获得的资料，经整理按新、老地层的叠置关系恢复成水平状态，编制而成的一种表格式的柱状图件(图 3-12)。地层柱状图实际上也是一种剖面图，或称柱状剖面图。实测地层柱状图仅反映该实测地层剖面上的岩性，以及地层的层序、时代、厚度、接触关系及其它地质现象。每条实测地层剖面都应编制该剖面的实测地层柱状图，以便掌握和对比填图区内地层在横向上的变化规律。实测地层柱状图的编制方法和步骤如下：

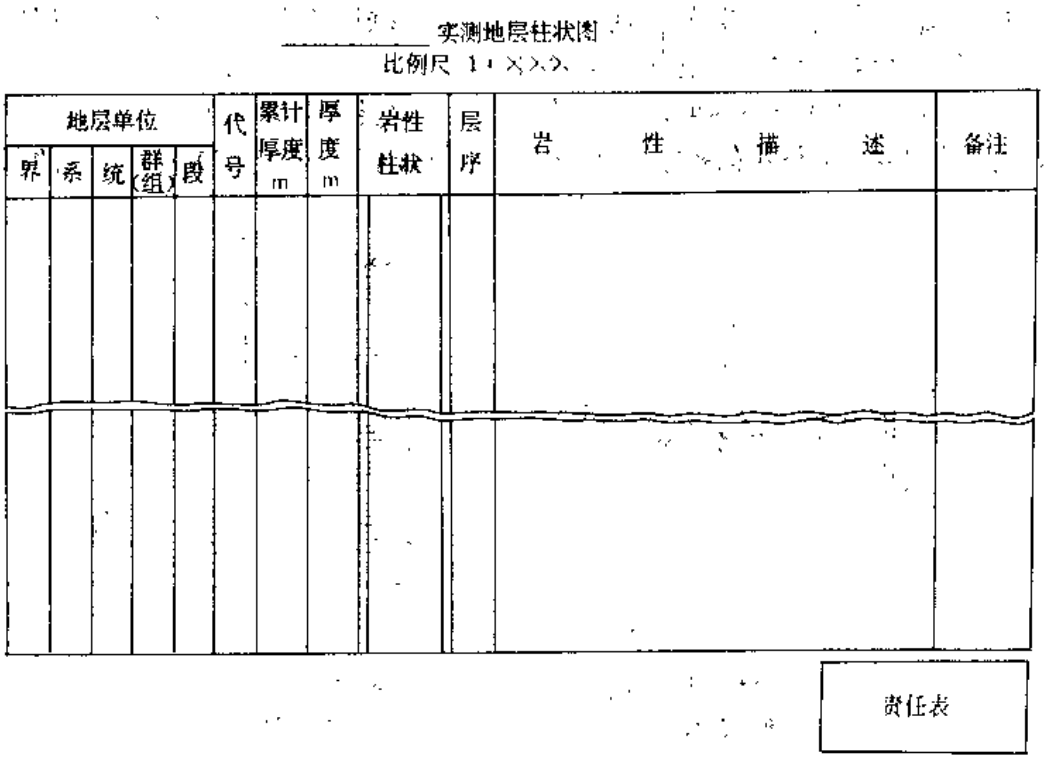


图 3-12　实测地层柱状图图示

1. 厚度的计算和整理

厚度计算一般在实测地质剖面原始资料整理时同步进行。其计算方法请参阅本章第四节，这里不再重述。但在厚度资料整理和计算过程中应注意以下几个问题：

(1) 对于遇有断层的实测地层剖面，由断层引起的地层重复应予去掉。如图 3-13 中，h_1 与 h_2 同属$\in_3$地层(断层 F 引起的地层重复)，由于 $h_1 > h_2$，应取 h_1 厚度作为该地层的厚度，不能把 h_1 和 h_2 的厚度之和作为$\in_3$的厚度。当由断层引起的地层缺失，则是以所见的地层厚度作为该层的厚度，并在地层柱状图中表示和说明断层的存在。

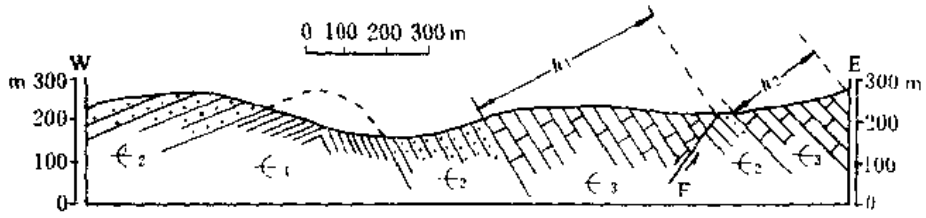


图 3-13　有褶皱和断层的实测地质剖面岩层厚度的取舍示意图

(2) 实测地层剖面中有褶皱构造发育时，应计入褶皱一翼的厚度。如图 3-13 中$\in_3$砂岩出露于褶皱的两翼，东翼砂岩厚度完整，应取东翼的砂岩厚度作为该砂岩的厚度。

(3) 根据实测地层剖面的资料，由老到新自下而上分别整理出各岩性、层组及不同时代地层的厚度，然后相加累计成总厚度。厚度以米(m)为单位，小数点后取二位。

(4) 第四系是不整合在下伏各时代地层之上的一套地层(图 3-14a、b)，不能根据实测地层剖面中所见第四系的位置，按整合岩层计算厚度并放在成层岩层之中，造成在地层柱状图中第四系被夹在老地层之中的不正确画法(图 3-14c)。

(5) 岩浆岩侵入体不计算厚度，也不能在某一层位地层柱状图中画出。但呈岩床产出的岩浆岩，可以在地层柱状图中的相应层位于以反映，但其厚度一般应与被侵入岩层的厚度相吻合。

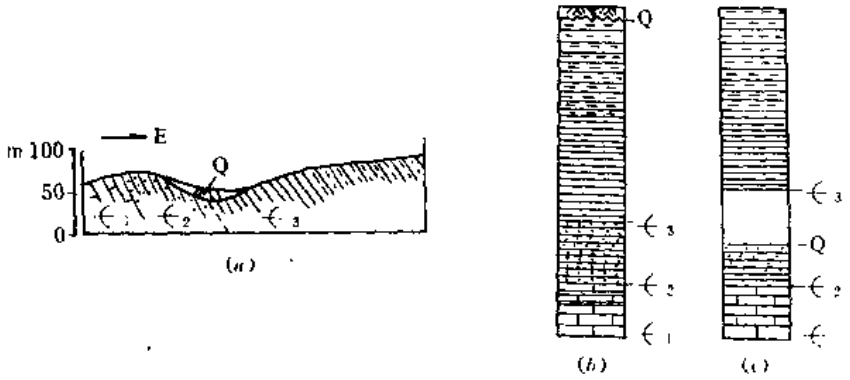


图 3-14　根据实测地层剖面所作的两种地层柱状图

a—实测地层剖面；b—正确的地层柱状图；c—不正确的地层柱状图

2. 确定比例尺及设计地层柱状图的格式

实测地层柱状图的比例尺应等于或大于实测地层剖面的比例尺。在这种原则下，所选用

的比例尺对主要岩性特征，特别是标志层的特征在地层柱状图中能够得到清楚反映。根据地层总厚度及制图比例尺，计算出柱状图的总长度，并合理确定柱状和各栏的宽度，使整个图面成一竖长的矩形。一般总长以不超过 1m 为宜，岩性柱状宽度保持在 2cm 左右，其余各栏视需要面定。但地层单位、代号、厚度、累计厚度、层序、岩性柱状、岩性描述等基本栏一定要有。对于地层单位划分到什么程度，可根据填图规程和实际需要而定。

为了使图面布局合理，少出差错，初学者应先作一张草图（岩性花纹可以从略），然后再正式作图。有时为了使图面成一竖长矩形，对于厚度大且岩性单一的层段可以使用省略符号以减少柱状的长度，但在厚度栏内要标注实际厚度。

3. 编制实测地层柱状图

（1）根据岩性柱状总长度和各栏目的总宽度，首先绘出图框，上、下要留出图名、比例尺和责任表的位置，然后按已定格式绘制各栏目。

（2）填绘岩性柱状。岩性柱状自下而上由老到新，为确保精度使作图误差得到合理分配，根据各级地层单位的总厚，逐级画出各自的地层单位界线，然后根据岩性厚度再细分，以便保证总长度不变，防止按顺序累计绘制出现总长度超长或不足的现象。待检查无误后，即可填绘岩性符号。当有不整合接触关系时，则应画出相应的接触关系符号；对于煤层和有特殊意义的岩、矿层，由于比例尺限制而表示不出时，可适当夸大加厚，予以表示。

（3）根据岩性柱状的岩性地层分层向两侧延伸横线。由于各岩层厚度不一，有时相差较大，直线延伸将会造成岩性描述、地层单位名称等文字容纳不下或字数过稀，致使文字书写过于拥挤和过于稀疏并存，在整体上显得不够美观，这时应充分利用岩性柱状两侧的空白窄缝（引线空格），引斜线进行适当调整，并使其它栏目的上、下分界线均保持水平，求得图面结构布局合理。

（4）填写各栏中的数字和文字。文字书写要工整，各种数字、代号要规范，层序、累计厚度由下而上顺序编号和累计。

（5）岩浆岩在地层柱状图中的表示。对于火山喷发岩，一般将其厚度纳入地层厚度，并根据岩性采用规定的岩性花纹符号绘入岩性柱状中。对于侵入岩体在地层柱状图中的表示方法有两种意见：一种意见认为对侵入岩体在岩性柱状中不予表示，可在岩性描述或备注栏中的相应位置予以说明；另一种意见则主张表示在岩性柱状的右侧，根据确定的侵入时代将侵入体在岩性柱状的右侧画到未被侵入地层的下部。对于多期侵入的岩体则应表示出相互穿插关系，岩体在柱状图中的大小、形状应参照岩体在野外的实际产状。应当指出，岩性柱状应以岩性地层为主，岩体不要占据过多的空间，其宽窄以不超过柱状宽度的 1/3 为宜，同时在文字描述中亦应作出相应地说明，一些需要注明的问题可放在备注栏中。

（6）检查整饰。实测地层柱状图作图完毕，应进行全面的复核检查，在认定没有问题之后书写图名、比例尺和责任表。由于地层柱状图中有岩性描述一栏，故无需再附图例。

第四章 填绘地质图

经过实测地层剖面、对工作区出露的地层、矿产等进行详细的研究以后，就可以转入野外地质填图阶段。所谓野外地质填图，就是地质人员在工作区内沿预先设计好的观察路线，对各种地质体和地质现象进行全面系统的观测、研究和编录，并将各种地质界线和地质体标绘在地形底图上，完成野外地质图的全部工作。

第一节 填图前的准备工作

一、填图工作的人员组织与分工

野外填图工作在队的统一领导下，根据填图设计书的要求，主要以填图小组为单位进行。每个填图小组以 2～3 人为宜。至于划分几个小组，则要根据任务的大小和人员的多少及要求完成的时限而定。地质填图实习应根据学生人数和指导教师多少酌情划分填图小组。一个教学自然班划分为 5～6 个小组，每组 5～6 人，配备 2 位指导教师是比较理想的组织形式。随着填图工作的展开，在学生基本掌握填图方法之后，为增加学生的动手机会，也可以再划分为 2～3 人再小一级的小组。

每个填图小组应设组长一人，负责本小组的业务和协调工作。在野外工作中，小组成员应有明确的分工，分别负责选点、定点，勾绘地质界线与观测路线、观察记录和素描、测量产状、采集标本等工作。填图小组人员较多时，应定期轮换，使每个学生都能够掌握填图工作的各个环节，全面锻炼和提高野外工作能力。

同一填图区，填图小组之间的合理分工和有机配合，是关系到能否保证填图质量和如期完成任务的首要问题。它涉及填图范围的大小、填图小组的多少，以及地形地质条件的复杂程度、距离基地的远近等多种因素。此外，还要充分考虑学生的全面锻炼这一重要因素。结合上述因素，一般是将填图区合理划分为几个区段，区段之间在图上保持一定宽度(2cm)的重叠区(图 4-1)。各填图小组负责一个区段，按期完成本组范围内的填图任务。对于周边重叠区，凡属本组范围以外的区段也要认真观察进行填图和记录，但可以不正式标定观测点，这样既保证了填图质量，又不致造成观测点的重复或过密现象。

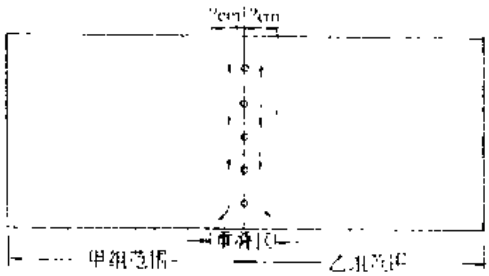


图 4-1 填图小组之间重叠区示意图

由于各填图小组分区填图，整个填图区的地质图是由各小组所填地质图经拼接而成，因而存在着小组与小组之间的接图问题，即小组接界处的同一地质体或地质界线是否正常连续延伸。为了消除因接图而造成的人为误差，常采用两种不同的接图方法：一是重叠区平行推进法，这种方法是二组共同从分界处统一定点填图，取得共同认识后左右分开，再各自填图；二是各

小组分别填图，但各组均应超出本组填图范围在图上 2cm 的距离(即重叠区相邻小组的填图内边界)，超出本组范围的部分可不正式定点，但必须勾绘地质界线。每隔一定时间在室内进行一次接图，如果地质界线连接不起来，则需约定时间共同到野外实地解决。

二、确定填图单位及选择标志层

1. 填图单位的确定

填图单位是在野外踏勘、实测地层剖面以后，详细研究工作区地层出露情况，建立起全区地层系统的基础上，根据填图比例尺的精度要求，结合工作区具体情况，在地质图上划分出基本地层单位。填图单位又称填图单元。

一般情况下，根据填图比例尺的不同，按照规范要求，选择不同地层单位(表 4-1)，如系统、组、段等作为填图单位。

表 4-1　　不同比例尺填图单位划分要求

比例尺	填图单位	基本要求
1∶50000	组或段	了解地层层序
1∶25000	段	详细划分地层
1∶10000	段或亚段	详细划分地层
1∶5000	段或亚段	详细划分地层

注：据煤炭工业部《1∶50000、1∶25000、1∶10000、1∶5000 地质填图规程》，1979。

在确定填图单位时，还应考虑以下原则：

(1) 每个填图单位都要有明显的识别标志，如颜色、成分、结构、构造。

(2) 要有特定的岩性或岩性组合，如巨厚的单层、复杂的互层、完整的沉积旋回等。

(3) 要有一定的厚度和露头宽度。填图单位的最小厚度，以在地质图上表示的宽度不小于 1mm 为原则。对于特殊或具重要意义的矿体、标志层等，如在地质图上达不到 1mm，也可单独划分出来，并在地质图上放大表示。

(4) 一个填图单位内不能含有明显的沉积间断。

(5) 当岩浆侵入体的长、宽大致相等，其面积在地质图上达到 1～2mm² 时，应作为一个填图单位表示在地质图上。

在填图过程中，填图单位允许修改或变动。因此开始填图时，允许将填图单位划分细些，以后可根据需要或图面情况适当加以合并。要尽量避免开始时划分过粗，一旦需要变细时再去补做大量的野外工作。

2. 标志层的选择

标志层又称标准层，系指岩性特殊、层位稳定、分布广泛、厚度不大的岩层。可以作为标志层的岩层，除满足上述各项条件外，一般还选择具有以下一种或几种特征的岩层：

(1) 含有丰富标准化石或化石组合的岩层。

(2) 地层剖面中与相邻岩层岩性有明显不同的岩层，如碳酸盐岩地层中夹的硅质岩岩层。

(3) 具有特殊沉积构造的岩层，如含大量铁质结核的泥岩层等。

(4) 具有特殊颜色或含某种杂质的岩层，如紫红色页岩、含沥青质灰岩等。

在上述条件和特征中，以厚度小而稳定、分布广易识别的岩层为最理想的标志层。标志层不仅可以作为划分对比地层的依据，当某个填图单位出露宽度过大，不能很好地反映工作区构造形态时，位于该填图单位中的标志层也可以和填图单位的界线一样填绘在地质图上，以清楚地反映构造发育情况。因此，寻找和选定标志层具有重要的意义。如果没有全区发育的标志层，可以寻找局部区域标志层或辅助标志层。有些情况下，层状的沉积矿层(如煤层)也是很好的标志层。

三、地形底图的选择

野外地质填图是在地形图的基础上进行的，也就是利用地形图作为标绘和控制各种地质内容的底图，故称地形底图。为了确保野外工作中各种实际材料的准确标绘和成果图的精度要求，必须搜集精度高或国家正式出版的地形图作为地形底图。

各种不同比例尺地质填图所用的地形底图比例尺，应大于填图的比例。如 1：50000 的地质填图，在野外工作中需使用 1：25000 或 1：10000 的地形图作为底图。如果没有大于填图比例尺的地形图，也可选择质量高的相同比例尺的地形图，但决不允许用小于填图比例尺的地形图，以保证填图质量。如果测区无地形图，则应考虑先测制地形图，或在填图过程中，同步测制地形图。

在野外填图阶段，一般应准备 4～5 份地形底图，一份作为野外使用的手图，一份作为室内转绘用的清图，一份用作实际材料图，还需留有 1～2 份备用。为了野外使用方便，避免图幅损坏，保持图面清洁，可将作手图用的整幅地形底图裁割成若干块小图，统一编号后裱糊在卷宗纸或马粪纸上，并在其上覆盖一张透明纸或塑料薄膜。

第二节　地质观测线和观测点的布置

选择一定的路线和控制点进行野外观测，是地质填图的基本方法。它的作用一方面便于对野外地质现象进行全面系统的观察和编录，另一方面可以通过点和线的密度来控制地层、构造及其它地质现象在平面上的展布，以满足相应比例尺地质填图的精度要求。

一、观测线的布置

观测线是进行地质填图的野外工作路线，又称填图路线。一定图幅内观测线的间距和长度，以及观测线的布置方法，主要取决于填图比例尺的大小。此外，工作区的地质、矿产复杂程度、前人工作的精度、航卫片解释程度、基岩出露情况和自然地理条件等，也是应该考虑的因素。填图之前，应充分分析研究以上诸因素，选择适宜的观测线布置方法，设计出工作区的地质观测路线。观测线的布置方法主要有以下三种：

(1) 路线穿越法

观测线以一定的间距大致垂直于岩层走向或构造线方向布置的方法称路线穿越法，简称穿越法。路线穿越法的优点是：能在较短的路线上观察到较多的地质内容，连续有效地查明工作区内出露的全部地层及其厚度；有利于查明地层在纵向上的变化规律，如各地层单位间的接触关系及沉积相剖面结构；有利于对地质构造基本形态的认识和走向断层的控制。其缺点是：两条观测线之间的地段研究程度低，有可能遗漏某些小型的地质体，如矿体(煤)、矿脉、小岩体和横向断层等；对地层厚度、岩性和岩相在横向上的变化了解少；观测线之间的地

质界线一般是根据地层走向和"V"字型法则填绘，填绘出的地层界线可能与实际有出入。当比例尺越小，线距越宽，这些缺点就越明显。因此路线穿越法一般适用于露头良好、构造简单、地层或岩性横向变化小和沟谷水系垂直地层走向的地区，且用于中小比例尺的地质填图。

(2) 走向追索法

观测线沿地质体、地质界线或构造线方向布置的方法称走向追索法，简称追索法。走向追索法主要用来追踪地质界线、标志层、煤层及其它有用矿层的露头、断层线及褶皱轴迹等。这种方法的优点是：填绘出的地质界线准确，能有效地查明岩层在横向上的变化，有利于确定地层的接触关系和横向断层。其缺点是：工作量大，对地层的纵向变化了解较差，有时会遗漏一些走向断层，甚至因受地形的影响而无法进行追索。追索法一般适用于露头较差、构造复杂、横断层发育、岩性和岩相及厚度沿走向变化较大，且沟谷水系平行于地层走向发育的地区和大比例尺地质填图。

(3) 露头圈定法

露头圈定法又称全面踏勘法。这种方法一般没有严格规定的路线，常常是在填图过程中根据实际情况，或穿越或追索较为灵活。露头圈定法的优点是填绘出的地质界线精确度高，缺点是野外工作量大且费时费力。它主要适用于大比例尺地质填图，或用于圈定侵入体与围岩的界线、不规则矿体的界线及构造复杂的地区。

以上三种观测路线的布置方法都有各自的优缺点和一定的适用范围，在实际工作中，常常需互相配合使用，以一种方法为主，另一种方法为辅的进行。例如在路线穿越时，为了确定接触关系的横向变化，经常要向观测线两侧做短距离追索。应用走向追索法时，也常常穿越走向，以了解纵向变化及地层层序特征，所以在具体设计或进行观测的过程中，应根据实际情况采用灵活的路线布设方法。如在岩层走向稳定的地区，将一系列观察路线垂直于岩层走向布置，可构成平行状穿越路线；在地质界线不呈线状分布，而呈近等轴状分布的地区，观察路线可布置成十字状或米字状的交叉路线；在构造复杂或大比例尺填图时，可布置成放射状或梅花状；在第四系覆盖较严重的地区，观察路线可沿水系、沟谷等基岩出露处布置或树枝状路线。由此可知，观测路线的布置，要在保证填图比例尺精度要求的前提下，因地制宜，根据实际情况精心设计，使之既能获取较多的地质资料和数据，又能减少工作强度，提高工作效率。

三、观测点的布置

观测点是了解控制地质界线、矿层或矿体，以及其它地质要素的空间位置，而在野外进行重点观察、描述和编录所布设的地点。

野外填绘地质图时，为了控制基本构造形态和地质界线而布置的观测点称为基本观测点。基本观测点一般布置在填图单位的分界线、标志层、矿层或矿体的露头线、断层线、褶皱轴线、侵入岩体与围岩的接触线，以及泉水的出露点等位置上。在实测地质图时，为了进一步控制构造形态和地质界线，在基本观测点之间，常沿地质界线或观测线加密布置的观测点(如岩性观测点、产状观测点等)，称为加密观测点或测图观测点，统称为控制点或辅助观测点。

按照观测点的性质和重点观测的内容，可将观测点分为地层分界点、构造点、水文点、地貌点、矿层或矿体点、岩性控制点等类型。不同性质的观测点，应使用不同的符号(附表五)表

示在野外手图上和野外记录本上。

在野外填图时，布置的每一个观测点都必须有明确的目的，同时尽可能提高观测点的利用率，做到一点多用。不要机械地等间距布点，防止重要地质现象不布点和观测点偏离地质界线的现象发生。

三、观测线和观测点的精度要求

观测线的布置方法、线距、单位面积(每平方公里)内观测线的长度和观测点的数量等，是衡量地质填图质量和精度的标准之一，在进行地质填图时，应严格按照规范要求，根据填图比例尺大小、工作区构造复杂程度(表 4-2)，结合工作区内基岩出露情况、交通条件、航卫片解译程度和前人工作程度综合确定。

表 4-2　　构造复杂程度分级表

分类	构造主要特征	包括的主要构造(属于其中某一情况者即为该类构造)
简单构造	地层沿走向、倾向的产状变化不大，断层稀少，没有或很少受岩浆侵入体的影响	1. 产状近似水平，很少有缓波状起伏； 2. 缓倾斜至倾斜的简单单斜、向斜或背斜； 3. 为数不多和方向单一的宽缓褶皱
中等构造	地层沿走向、倾向的产状有一定变化，断层较发育，有时受岩浆侵入体的影响	1. 产状平缓，沿走向、倾向均发育宽缓褶皱，或伴有一定数量的断层； 2. 简单的单斜、向斜、背斜，伴有较多断层，局部有小规模的褶皱或倒转； 3. 急倾斜或倒转的背斜、单斜或向斜，或为形态简单的褶皱，伴有稀少断层
复杂构造	地层沿走向、倾向的产状变化很大，断层发育，有时受岩浆侵入体的严重影响	1. 受几组断层严重破坏的断块构造； 2. 单斜、向斜或背斜中，次一级褶皱和断层均很发育； 3. 紧密褶皱，伴有一定数量的断层
极复杂构造	地层产状变化极大，断层极发育，受岩浆侵入体的严重破坏	1. 紧密褶皱、断层密集； 2. 形态复杂特殊的褶皱，断层发育； 3. 断层发育，受岩浆侵入体的严重破坏

注：据谢仁海等，《煤田地质填图学》1990，修改

现将煤炭工业部制订的《1∶50000、1∶25000、1∶10000、1∶5000 地质填图规程》中的有关要求，摘录如下，供填图时参考。

(一) 1∶50000 地质填图

(1) 系统的路线观测是 1∶50000 地质填图的基本方法。观测路线的布置以穿越为主，追索为辅。路线观测必须细致认真地进行，并作详细记录。

(2) 观测点应全部采用基本观测点。观测点的布置以能控制各种地质界线为原则。对重要的地质现象，必须适当进行追索，并作素描或照相。

(3) 观测路线长度和观测点密度的一般要求见表 4-3。

表 4-3　　1：50000 地质填图观测点密度与观测线长度表

构造复杂程度	简单	中等	复杂	极复杂
观测点密度，个/km²	1.6	2.5	4.0	>4
观测线长度，km/km²	1.6	2.5	4.0	>3

(4) 对于出露极小不能按比例尺在图上表示的重要地质体，应适当放大绘出，并在记录中注明。

(5) 地质观测点用半仪器法定点，地质点在图上的点位误差一般不大于 1mm。

(二) 1：25000 地质填图

(1) 工作方法可参照 1：10000 的要求进行。

(2) 追索法和穿越法同时采用。观测线、点密度的一般要求见表 4-4。

表 4-4　　1：25000 地质填图观测点密度与观测线长度表

构造复杂程度	简单	中等	复杂	极复杂
观测点密度，个/km²	6	9	12	>12
观测点长度，km/km²	4	6	8	>10

(3) 含煤地层顶底界线点、煤层露头点、生产矿井、老窑、各种工程点、重要构造点等，均应采用全仪器法测定；非含煤地层的界线点、一般构造点等，用半仪器法测定。

(三) 1：10000 和 1：5000 地质填图

(1) 应在掌握分层标志、对比煤层的基础上，布置基本观测点，填绘地质草图。基本观测点应尽可能准确地定在草图上，并进行详细的观察记录。

(2) 基本观测点的密度，根据构造复杂程度，一般占全部观测点的(1/3～1/4)。构造简单时，基本观测点可适当减少；构造复杂时，应适当增加基本观测点，甚至全部采用基本观测点，在填绘草图时一次布置好。

(3) 所有观测点均应用全仪器法测量。产状观测点也可根据具体情况，采用半仪器法测定。

(4) 地质观测点应按照含煤地层和构造附近较密，非含煤地层和构造简单区较稀的原则布置。一般要求如表 4-5 所示。

表 4-5　　1：10000 和 1：5000 地质填图观测点点距与密度表

比例尺	地质界线上的点距	每平方公里点数		
		构造简单	构造中等	构造复杂至极复杂
1：10000	100～200	50	60	80
1：5000	50～100	100	120	150

第三节　野外地质观察与记录

一、野外地质观察的基本原则

1. 客观性原则

要真实地反映地质体和各种地质现象的本来面貌，切忌主观性。只有坚持观察的客观性原则，才能保证获得真正的第一手资料。

2. 系统性原则

要把地质体和整个地质填图过程作为一个系统，用整体的观点、联系的观点把握它们，切忌以局部代替全体。地质填图只所以选择一定的路线和观测点进行野外观察，其目的一方面是用一定的点、线密度来保证不同填图比例尺的精度要求；另一方面就是便于对野外观察、搜集的资料进行系统的归纳。系统性原则对观测点的要求：首先是对点的选择应具有一定的代表性；其次，在点上的观察应力求全面，充分收集第一手资料，特别是对新发现的重要地质现象，更应进行详尽的观察；第三，对观测点的观察应同路线观察联成一体，面不是孤立地进行，点与点之间的连续观察是取得观察资料的重要途径。这样才能使点的资料成为全局不可分割的部分，有效地提高野外资料的实用价值。

3. 精确性原则

要把观察的结果在质和量上做到统一。在地质填图过程中，往往容易产生重数量轻质量的倾向，导致在观察记录中，由于各种原因而出现本来可以避免的不精确的描述。为了提高精确性，必须强调要多侧面、全方位地进行观察，对每一现象都要取得足够的和尽量精确的数据；同时，要把定性观察和定量观察紧密地结合起来，定量观察是定性观察的前提，只有把定性观察建立在定量观察的基础上，定性观察才是有依据的、准确的。如对节理的描述，通常使用发育、较发育和不发育等术语，这是一个定性的、不精确的概念，如果注意测量在单位面积或单位长度内节理的条数，在这种定量基础上的定性描述，不仅让人信服，而且这种精确的观测描述将有助于深入地进行综合分析，收到许多有意义的效果。

二、野外地质观察的内容

1. 观测点上观察的内容

野外的地质现象由于错综复杂，所以观测点性质不同。根据观测的对象不同，观察的内容也不尽相同。一般来说，基本观测点的观察和记录应该包括以下内容：

(1) 观测日期、天气情况、观测人。

(2) 观测路线及起迄点。。

(3) 观测点编号，性质及地理位置。

(4) 露头情况，包括露头的特点、风化情况、地貌特征。

(5) 观测点两侧地层的层位，岩石的类型、颜色、成分、结构、构造、含化石情况，以及地层的接触关系、产状和其它特征。

(6) 构造特点，包括褶皱、节理、断层及观测点所处的构造部位、所在岩性及其产状等。

对于褶皱观测点，应观测描述褶皱要素及其特征。对于节理，应观测描述节理的产状，延伸情况、节理的密度、节理的特征(如节理面是否平直，粗糙还是光滑，张开还是紧闭，有无擦痕，擦痕的方向及其特点等)，节理相互切割的情况及组合特征，节理充填物的成分及特

点等。

对于断层观测点，应观察描述断层存在的依据和特征，如地层的重复和缺失、构造中断、断层面或断层带的特征，断层构造岩特征，断层旁侧的派生构造情况，以及断层的组合特点地貌特征等，还应测量断层面的产状、断层两盘相对位移的方向、断距或落差，最后确定断层的类型以及和其它构造的可能关系、形成时代等。

(7) 对于岩浆岩，应对岩浆岩的岩性、产状、与围岩的关系，形成时代等，进行观察记录。

(8) 对于煤层和其它沉积矿床，应查明矿层名称、含矿情况、矿层顶底板岩性特征、矿层层数，以及矿层(体)的规模、产状、形态、厚度、结构、延伸及变化等。

(9) 对于水文点，按照简易水文地质调查的内容进行观察描述(详见本章第五节)。

(10) 采集岩矿、化石及构造岩等标本，并编号。

(11) 对重要地质现象进行野外素描或摄影。

2. 观测线上的观察内容

为了保证观察的连续性和系统性，除了对观测点进行详细的观察描述以外，在点与点之间还要沿观测线进行连续的系统观察，并在前一观测点记录的后面，将该点至下一点的观察内容记录下来。但观察描述的内容可以适当简略，主要是注意观察岩性和岩性组合特征、产状及其变化规律。只有通过这种点、线结合的系统观察和描述，才能对地质现象有比例较全面和深入的了解和整体性认识。同时，应及时勾绘路线信手剖面图，特别是在构造比较复杂和采用路线穿越法的情况下更有意义。

三、野外地质观察的记录

(一) 地质观察记录的基本要求

1) 实事求是、真实可靠　这是野外记录必须遵循的一条基本原则。即看到什么就描述什么，看到多少就描述多少，不能根据主观需要决定描述内容的取舍，避免人为的夸张和无根据的臆想。全部描述和记录工作都必须在野外进行。切忌过分相信自己的记忆，不要等离开观察现场回到室内再做补记的做法。

2) 全面系统、重点突出　对观测点和观测线上观察到的地质现象，原则上都要进行全面的描述记录，不可轻易放过任何细微的地质现象，即使最常见的地质现象也应描述下来，但要分清主次，突出重点。一般来说，观测点上要重点描述，观测线上应适当简略；首次观察到的现象详细描述，多次重复的现象适当简略；出露好的地方要详细描述，出露差的地方需适当简略；重要的地质现象详细描述，一般常见的地质现象适当简略。

3) 概念清楚、表达准确　文字描述要使用规范的术语、通用的符号和标准的计量单位。对专业名词要严格符合定义，避免术语含混不清，语言模棱两可，词不达意的毛病。

4) 格式统一、字迹清晰　野外记录一般要求使用通用的野外记录簿和 2H 铅笔书写。书写时字迹要清晰，已经写上的文字不得随意涂抹、擦拭或撕页。如有错误需要更正，只能用铅笔轻轻划掉。删去不要的文字，应能辨认，便于以后查阅。记录的格式、顺序，以及所用的符号或代号前后要一致。

5) 素描照相、图文对照　对重要的地质现象，如断层、小褶皱、接触关系、矿层或矿体等，除了要有详细的文字描述，还应绘制相应的素描图或照相。素描图必须写清图名、比例尺、图例、注明位置、方位等。照相应放置参照物作为比例尺，并统一编号，填写照相登记表(参见附录二表附 2-1)。

（二）地质观察的记录

野外观察内容的记录，通常使用专门的野外记录簿。野外记录簿在使用前应在首页填写上使用单位、使用人姓名、通讯地址，以及工作地区名称、使用日期和记录簿的统一编号。正式填图使用的野外记录簿，记有地质工作的原始资料和数据，属于国家机密，应当妥善保管，严防遗失，用后上交，统一存档。

1. 地质观察记录的格式

野外记录簿一般左面为方格纸，用来绘制信手剖面图或地质素描图，右面为横格纸，用作文字描述记录。记录簿的最后几页附有常用数据和有关换算表，供野外记录时查用。具体记录内容和格式可参考图 4-2。

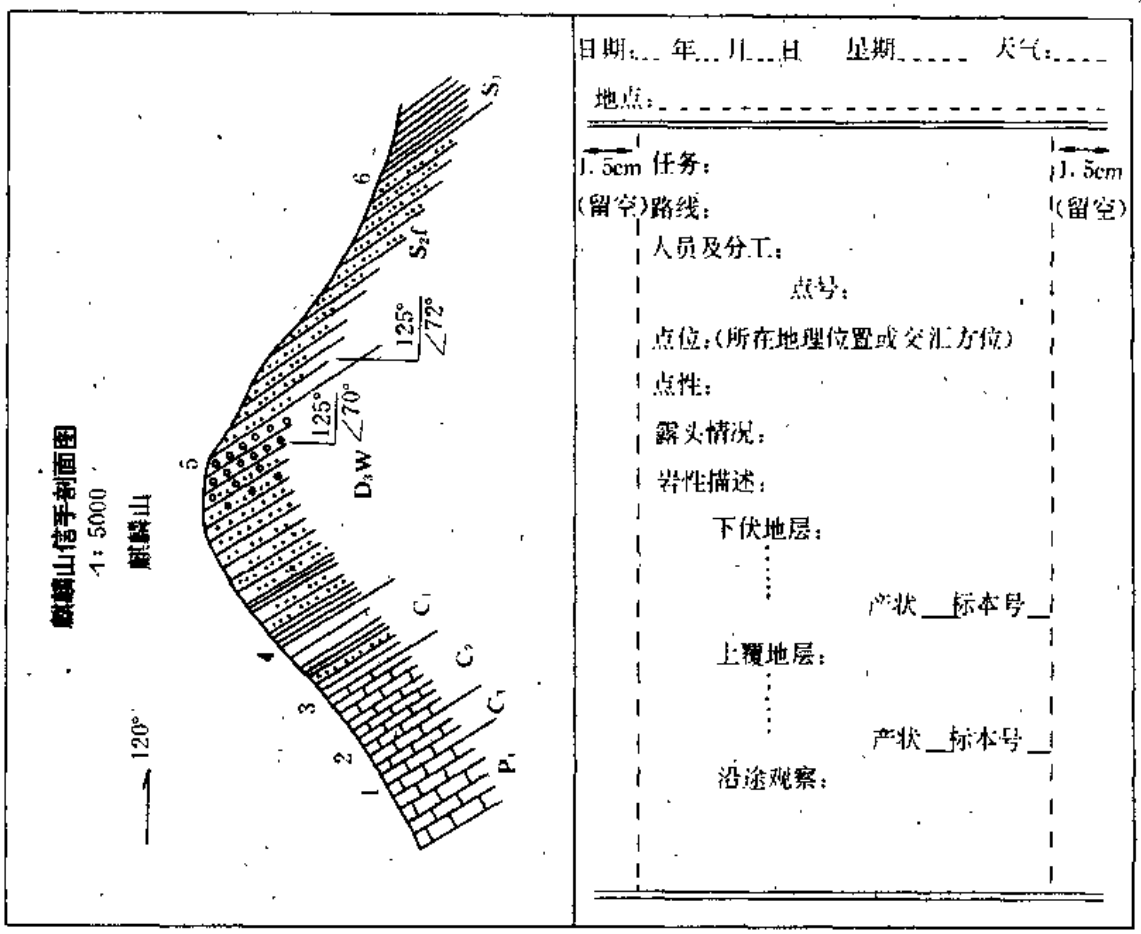


图 4-2　野外记录簿记录格式图示

2. 几点说明

(1) 用作记录的右页横格纸右侧应留 1～2cm 空白，以便作注记。

(2) 路线名称只在每条路线开始时记录。

(3) 点号指整个填图区的统一编号，不能重复。

(4) 点位以特征的地形地物为标志，并记录后方交汇的数据。当两观测点距离较近时，也可用前一观测点点位作为标志，记录该点距前一观测点的距离和方位。

(5) 露头情况，应指出是天然露头还是人工露头，并评价该点的露头好坏。若为零星露头，应说明出露的范围。

(6) 地层分界点，要分别描述观测点两侧上覆与下伏地层的岩性，并说明出露的位置。断层点除描述两盘岩性外，还要详细描述断层的野外标志。

(7) 观测点编号、产状、样品、标本、化石等，均应单独占一行。

(8) 上一观测点记录结束后，应空出若干行，然后再进行下一点的记录，空行留做补记或批注。

3. 地质观测记录举例

安徽巢湖

日期：1993 年 7 月 8 日　　星期四　　天气：晴

路线：麒麟山东坡采石场—朝阳山—狼牙山

人员及分工：记录×××、手图×××、测量产状×××、采集标本×××。

点号：D005

点位：麒麟山顶西南侧，凤凰山背斜东翼　　交汇方位：凤凰山 44°，碾盘山 206°，平顶山 94°。

点性：地层分界点，中志留统坟头组 S_2f 与泥盆统五通组 D_3w 的分界。

露头情况：露头良好，五通组底部砾岩、砂岩的岩性坚硬，耐风化，在地貌上呈一陡坎；坟头组顶部为泥质粉砂岩，岩性较软，易风化，位于五通组砾岩陡坎之下。

岩性描述：观测点西北（下伏地层）为坟头组顶部地层，岩性以灰绿色粉砂岩、泥质粉砂岩为主，易风化成碎片状，多被残积坡积物和植被覆盖；观测点东南（上覆地层）为五通组底部砾岩，由石英中砾岩、细砾岩和含砾石英粗砂岩组成 4 个小韵律，厚约 4.7m，每个韵律层自下而上砾石由粗到细，含量由多到少，砾石成分主要为石英岩、石英砂岩和脉石英，其次为燧石，砾石圆度好，多呈长扁椭球体，粒径最大可达 7cm，一般在 1～3cm，顺岩层略呈定向排列，砾石间为砂质充填，硅质胶结。

五通组与下伏坟头组之间呈假整合接触。

产状：D_3w 125°∠70°，S_2f 125°∠72°。

标本：坟头组粉砂岩编号 D005-1；五通组含砾石英粗砂岩编号 D005-2。

沿途观察：前进 30m，岩性从砾岩逐渐变为粗粒石英砂岩；前进 50m，岩性变为细粒石英砂岩，产状不变。……

野外记录除使用野外记录簿记录外，也有采用观测点卡片进行记录（表 4-6），观测点卡片具有固定的项目内容，不易产生观察和记录的遗漏，对初学者系统掌握记录要领和方法十分有利，也便于统一记录格式。由于一个观测点填一张卡片，可以按照需要分类整理，便于灵活使用，特别是在进行文字报告编写时，可根据需要进行不同组合。因此它对充分利用第一手原始资料，综合研究分析提供了方便，效果比较好。但这种卡片记录的方法、内容限制较死；由于不同点上需观测的内容不同，常造成有些内容写不下，有些内容却写得很少而出现不均衡现象；此外，卡片保存不善容易遗失。

表 4-6　　观测点记录卡片

观测日期：　　年　月　日

点号		点性			
图幅		位置			
观测点描述：					
接触关系			产状		
构造特征			标本号		
沿途观察					

观测者：　　记录者：　　第　页

第四节　野外手图的使用

每个填图小组在野外进行路线观察或填绘地质图时，都必须携带一张地形图，以便把观测中遇到的各种地质界线、观测点位置、岩层产状等及时准确地标绘在地形图上。这张在野外填图中使用的地形图，称为野外手图或野外草图。

一、野外手图上应表示的内容

填图之前，要将予先设计的好的填图路线（观测线）用铅笔投绘到野外手图上，供野外填图时参考，以保持野外填图路线的间距，避免工作混乱，影响填图的精度和图面结构的合理性；有时，也可将前人填绘的主要地质界线或航卫片解译的初步成果用铅笔轻轻地投绘到地形手图上，以便在路线观测中参考和验证。

野外填图中应在野外手图上填绘的地质内容有：观测点及编号、地层界线、断层界线、不整合界线、岩体或岩脉与围岩的界线、产状符号、地层代号、重要样品或化石采集地等。

野外手图上填绘的全部地质内容，都必须在野外现场用铅笔投放或勾绘，并力求准确无误。

二、观测点的标定

观测点的位置选定后，应随时将其标定到野外手图上，标定的误差在图上不得大于1mm。

观测点的标定，视填图比例尺的不同其方法也不相同。常用的方法有目测法、半仪器法和全仪器法。

（1）目测法

直接根据地形、地物或微地貌特征，将观测位置标绘到地形手图上，或者借助于航空照片，寻找地形地貌特征点进行定点，然后转绘到地形图上。

用目测法定点，简便迅速。当地形地物标志明显，观测者识图经验丰富时，也可达到较高的精度。但一般来说误差较大，故常用于小比例尺地质填图。

(2) 半仪器法

半仪器法又称罗盘后方交汇法。即在观测点上，选择 2～3 个已知点(如山峰、高地及地形图上标注明确的地物)，利用罗盘分别测出各已知点与所在观测点之间的方位角；然后，按照所测方位角在地形图上分别通过各已知点画出直线，这些直线的交点即为观测点的位置。需要注意，观测点与二个已知点的连线所构成的夹角应在 60°～90°之间，以减小交点的误差；采用三点交汇时，三直线往往不能交于一点，出现误差三角形，这时应以误差三角形的中心做为观测点的点位(图 4-3)。在实际工作中，用后方交汇法定出观测点后，还应根据地形地物特征进行校正，这样标绘的观测点才比较准确。

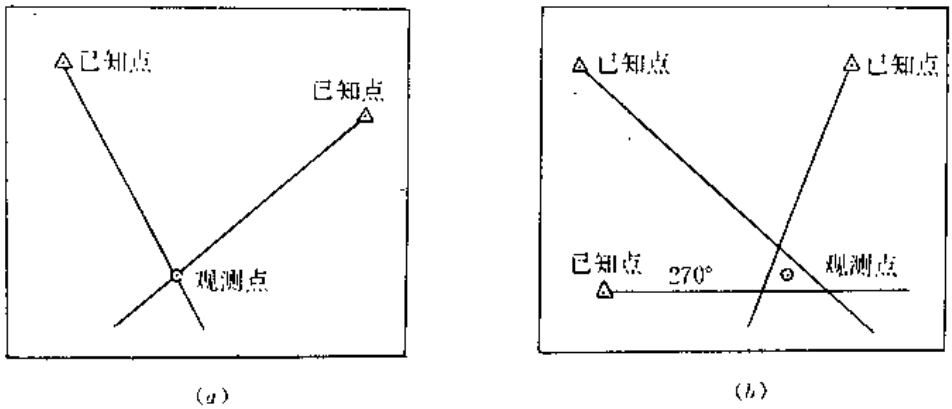


图 4-3 用后方交汇法标定观测点示意图

a—两点交汇；b—三点交汇

罗盘后方交汇法的精度比单纯目测法高，因此是大比例尺地质填图草测和中等比例尺地质填图中经常采用的定点方法。

(3) 全仪器法

全仪器法是地质人员在野外确定观测点后，由测量人员用经纬仪或平板仪标定观测点位置的一种定点方法。这种方法标绘的观测点精度最高，一般适用于大比例尺地质填图。

三、地质界线的勾绘

地质界线是地质图上反映地质体空间展布规律的最重要内容，因此正确勾绘地质界线是野外填图工作中一项十分重要的工作。地质界线的勾绘又称地质界线的编联，它是根据已确定的填图单位，将同一地层界线或同一构造线的不同观测点，用线连接起来的工作。这一工作要求在野外现场根据实际情况连接，由于初学者对于这一工作的深刻意义理解不够，往往出现两种不同的情况；一是由于技术不够熟练，掌握不住要领，怕连错弄坏不敢下手；二是为了赶进度"节省"野外工作时间，准备回到室内连线。这两种情况虽然有别，但共同结果都是在野外只标定观测点不连线，跑了一天带回一堆点。如果照此连续下去，即使再到野外连线，也因事隔多日印象淡薄而不得不重新返工。因此一定要切记，定点必须连线。为了使地质界线勾绘的及时和准确，明确勾绘的要领，应注意以下几个问题：

(1) 每个基本观测点都应根据实际观察到的地质界线沿走向向两侧送线，用实线画到眼睛观测到的地方，并允许利用某些间接标志用虚线有限制地作些推断，但必须在另一条观测线上核实校正后才可将虚线改为实线。

当视野受到影响时，应选择视域较开阔的高地进行目测勾绘送线，或者沿地层分界进行

短距离追索后再勾绘。

地质界线的勾绘，不仅在地质分界点上进行。在整个野外填图过程中，都要随时注意地层和地质界线的变化，及时勾绘到野外手图上。尤其是遇到能够远眺到远处连续的地质界线全貌的机会，不要轻易放过，应及时用虚线勾绘到野外手图上，待以后观测线通过时，再加以修正。这样不仅可以减少野外工作量，而勾绘的地质界线比较精确。

(2) 注意岩层(或断层)产状与地形的关系，正确运用"V"字形法则，切忌一律直线相连或线不切实际的弯曲。

(3) 掩盖区范围较大时，应圈定第四系，零星分布的小面积第四系不再单独圈定。基岩地质界线连接有困难的，可用虚线表示。

在露头零星地区，地质界线的分布不连续，两条穿越路线之间的界线，往往因缺乏直接标志而难以连接，这时如地层产状稳定时，可利用放线距原理进行勾绘。在露头发育较好的地区进行大比例尺填图时，也可利用放线距原理作为标绘地质界线的辅助手段，检查目测或半仪器法测绘的地质界线是否准确。

(4) 回到室内，任何人都不许改动野外所定点位和已勾绘的地质界线。如在室内进行审查或整理过程中产生疑问，必须到野外核实改正。

第五节　简易水文、生产矿井和老窑调查及轻型山地工程

一、简易水文地质调查

简易水文地质调查是地质填图工作的一个重要组成部分。一般情况下，它是和地质填图工作同时进行，也可以在地质填图之后，编制地质填图报告之前，集中安排一段时间进行。地质填图工作完成之后，是否要进行相同比例尺的水文地质填图，要根据实际情况来确定。水文地质填图的内容和要求不属于本节讨论的范围，现仅就简易水文地质调查工作加以介绍。

简易水文地质调查的内容包括：大气降水、地表水体、生产矿井充水和老窑积水，以及岩溶、井、泉等地下水露头等情况。这些工作主要是通过向有关部门(如气象站、水文站等)部门搜集或民间访问，或者实地考察，观测等方式来取得。现将需要在野外直接观测，或到民间访问的有关内容和方法重点予以说明。

(一) 地下水天然露头的调查

地下水的天然露头包括泉、沼泽、岩溶等，现对泉和岩溶的调查说明如下：

1. 泉的调查

泉是地下水直接流出地表的天然露头，是最基本的水文地质观测点，通过对大量泉水的调查，可以为认识工作区内地下水的形成、分布和运动规律，以及为地下水资源的开发利用提供可靠的依据。泉的调查应包括以下内容：

(1) 泉的出露位置和地形。采用标定地质点的方法把泉的出露位置标绘在地形手图上，并描述泉水露头的地形地貌特征。若附近有河流，应测出泉与河水水位的相对高差，以说明泉的出露与当地侵蚀基准面的关系。

(2) 泉水出露的地质条件。观察描述泉水出露的地层岩性、厚度、地层时代，底部是否存在隔水层，泉水所处的构造部位是在单斜岩层中或褶皱的轴部，还是断层破碎带。此外，还应描述记录泉附近露头的岩石裂隙、岩溶是否发育等情况。

(3) 确定泉的类型。要区分出是承压水形成的上升泉还是无压水形成的下降泉。对于下降泉，还应判别是径流造成的过水出露泉，还是局部的渗水泉；根据泉水温度确定是热水泉、温泉，还是冷泉；根据泉水的出露条件分出是断层泉、侵蚀泉，或是阻水泉。

(4) 泉水的补给排泄条件。包括大气降水渗入、地表水体漏失、岩溶水运动特征，以及泉水的排泄特点等。

(5) 搜集泉水动态观测资料。包括泉流量、水温、水质的变化，计算出泉流量消耗，以及调查年限和流量变化系数。

(6) 测定泉的涌水量与温度，并取泉水样。

泉的涌水量测定是一项重要工作，特别是在大比例尺地质填图中，对每个泉的流量都应测定。实测的方法有多种，要根据具体情况选择适宜的方法。

对于流量较小的泉(<L/s)，一般采用容积法测量，所用的工具有计时秒表和已知容积的容器(如饭盒、水桶等)。将泉水引进已知容量的容器内，计算装满容器所需的时间，可用下式计算泉的涌水量：

$$Q = \frac{V}{t} \tag{4-1}$$

式中 Q——泉的涌水量，L/s；

V——容器的容积，L；

t——流满容器所需的时间，s。

流量较大的泉，一般采用堰测法。堰测法使用木板或钢板做成的堰板，堰口可做成三角形、梯形或长方形(图 4-4)，分别称为三角堰、梯形堰和矩形堰。使用时将堰板横置于泉水出

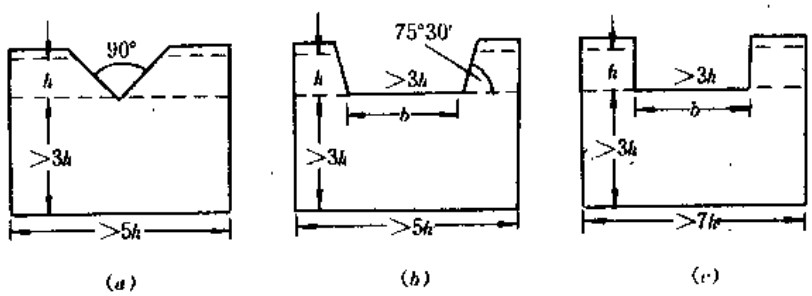


图 4-4 各种堰板规格示意图

a—三角堰；b—梯形堰；c—矩形堰

(据《煤田地质普查勘探手册》，1981)

口附近的排水沟坡度变陡的地方，堰板周围用泥土堵塞，使泉水只能从堰口流出，并形或水头跌落。当堰口水位稳定不变时，用标尺测量堰口底部至水面的高差 h，按照下列公式计算出泉的涌水量。即

三角堰 $$Q = 0.014h^2\sqrt{h} \tag{4-2}$$

梯形堰 $$Q = 0.0186bh\sqrt{h} \tag{4-3}$$

矩形堰 $$Q = 0.01836(b - 0.2h)h\sqrt{h} \tag{4-4}$$

式中 Q——泉的涌水量，L/s；

h——堰口底至水面的高度，cm；

b——堰口底边的宽度，cm。

三角堰适用于流量较小(1～20L/s)的泉，当流量较大时(大于20L/s)，则使用梯形堰或矩形堰或流速仪法。流速仪法的测量方法见河流、溪沟等流量的测定。

泉水的调查，应填写泉水调查表(表4-7)。

表4-7　　泉水调查登记表

调查日期：　　年　　月　　日

编号		泉名		位置		标高		坐标	
含水层岩性及地质时代				含水层顶底板岩性				岩层产状	
泉水露头处地形				泉水类型及流出类型				泉水的补给径流及排泄	
含水层厚度				气　温				平面及剖面示意图	
隔水层岩性及厚度				泉水的物理性质	水　温				
涌水量	L/s				色				
	测量方法				嗅				
泉水的气体成分					味				
泉水沉淀物					透明度				
泉水动态变化				泉水用途					
引用水工程				水样编号					

调查者：　　共　页　　第　页

2. 岩溶的调查

可溶性岩层(如石灰岩、白云岩、泥灰岩等)在地下水的物理化学作用下，常形成岩溶洞穴。在我国古生代煤田中，煤系的下伏或上覆地层大都有石灰岩层，甚至有的煤系内部或者顶底板均是石灰岩层。由于岩溶的发育，常富有岩溶地下水，成为严重威胁煤层开采和矿井安全的因素。因此在地质填图工作中，凡见到岩溶现象都应作为观测点进行观测与记录，岩溶的观测内容见岩溶调查记录表(表4-8)。对岩溶地下水的流水量(涌水量)、积水量和水质的观测方法和要求，可参考河流、井泉、湖泊的观测方法。对岩溶观测还应注意岩溶或暗河的连通情况，可以采用投撒标志物或烟熏的方法查明。

表4-8　　岩溶调查登记表

观测日期：　　年　　月　　日

岩溶编号		岩溶位置		岩溶标高		岩溶坐标或交汇方位	
岩溶层位		岩溶岩石类型		附近岩层产状		岩溶成因	
岩溶形态		岩溶类型		岩溶水与地表水的关系		洞穴堆积物	

岩溶规模	长，m		气　温		平面、剖面示意图或素描图
	宽，m		岩溶水物理性质	水　温	
	高，m			色	
岩溶水流量	L/s 或 m^3/s			嗅	
	测量方法			味	
水样编号				透明度	

观测者：　　记录者：　　共　页　　第　页

（二）地下水人工露头的调查

地下水的人工露头包括民用井、机井，以及个别地区少数的钻孔、矿坑和老窑等。

在平原地区，民用井是研究地下水的主要对象。因此地质填图工作中，应将民用井作为水文地质观测点，进行详细的观察和记录（表 4-9），井取水样观察物理性质和进行简分析。

表 4-9　　民用井调查登记表

调查日期：　年　月　日

<table>
<tr><td colspan="2">水井编号</td><td></td><td colspan="2">位　置</td><td></td><td colspan="2">标　高</td><td></td><td>坐标或
交汇方位</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">井口形状</td><td></td><td colspan="2">井口直径</td><td></td><td colspan="2">井底直径</td><td></td><td>井壁结构</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">地面至
水面深度</td><td></td><td colspan="2">地面至
井底深度</td><td></td><td colspan="2">凿井日期</td><td></td><td>最近掏
井时间</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="6">含水层</td><td>时代</td><td></td><td>气　温</td><td></td><td colspan="6">井　壁　剖　面　柱　状　图</td></tr>
<tr><td>岩性</td><td></td><td rowspan="5">物理性质</td><td>水温</td><td></td><td>层序</td><td>厚度</td><td>柱状图</td><td>岩性描述</td><td>备注</td></tr>
<tr><td>厚度</td><td></td><td>色</td><td></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>埋深</td><td></td><td>嗅</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">涌水量</td><td>m^3/d</td><td></td><td>味</td><td></td></tr>
<tr><td>测量方法</td><td></td><td>透明度</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">井水用途</td><td></td><td colspan="2">环境卫生</td><td></td><td colspan="6" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">动态变化</td><td></td><td colspan="2">水样编号</td><td></td></tr>
</table>

调查者：　　记录者：　　共　页　第　页

分析项目为 pH 值、Ca^{2+}、Mg^{2+}、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}、K^+、Na^+、总硬度和碳酸盐硬度、侵蚀性（CO_2）、总矿化度。采取水样量一般为 0.5～1L；取样容器应事先洗净，取样前再用拟取水样处的水冲洗；然后在水面以下 0.5m 或水深 1/2 处取样，密封后及时送验。同时，还要选择能代表该地区含水层性质，具有完整地质剖面，且井径较小、井壁易于透水的新井或近期掏过的水井进行简易抽水实验。最常用的抽水试验方法是提桶法。抽水试验前，应做好各项准备工作，然后便可正式用提桶提水，使水位降到预定的水位降深（一般应大于 0.5m）时便停止提水，立即观测水位上升到预定水位恢复深度时所需要的时间；接着再次向外提水，使水位重新下降到预定的水位降深时又停止提水，观测水位第二次恢复到预定水位恢复深度时所需的时间，如此连续进行 2h，使每次测定的水位降深相差值和水位恢复深度相差值均在 2cm 以内，水位从停止提水至恢复到预定的水位恢复深度所需要的时间相差值小于 5s，计算出来的涌水量值相差小于 10%，即可认为抽水试验已经稳定，抽水试验即可停止。试验结束后，应立即观测水位恢复与时间的关系。每次观测水位的时间间隔与抽水试验相同（一般为 1min、3min、5min、10min、15min，以后每隔 30min 观测一次），一直观测到恢复水位接近静止水位时即可停止观测。

试验结束后，应及时整理资料，提交抽水实验记录表（表 4-10），并绘制下降及恢复水位的 Q-t 曲线。计算公式如下：

$$Q = \frac{nV}{t} \tag{4-5}$$

$$K=\frac{Q}{ad\,s} \tag{4-6}$$

式中 Q——涌水量，L/s；

n——稳定到停抽期间的提水次数；

V——桶的容积，L；

t——稳定到停抽期间的延续时间，s；

K——渗透系数；

a——方形井的井边长，m；

d——$2\times0.55a$（井的沿用半径），m；

s——水位降深，m。

表 4-10　　民用井简易抽水试验登记表

试验日期：　年　月　日

水井编号		井口位置		井口标高		井口坐标或交汇方位	
井口形状		井口直径		井壁结构		井　深	
静止水位深度		预定水位降深		预定水位恢复深度		抽水试验方法	

简易抽水试验		抽水第次	水位降深 m	桶的容积 L	桶数	抽水量 L	水位恢复深度 m	水位恢复时间 s	抽水稳定阶段					
									平均一次排水量 L	平均水位降深 m	水位恢复平均时间 s	稳定涌水量 L/s	单位涌水量 L/(s·m)	渗透系数 m/d
	抽水观测	1												
		2												
		3							水位恢复与时间关系图					
		⋮												
		⋮												
		n												
	水位恢复观测	间隔时间	1′	3′	5′	10′	15′	30′						
		水位恢复深度，m												
		间隔时间	30′	30′	30′	30′	30′	30′						
		水位恢复深度，m												

观测者：　　记录者：　　共　页　第　页

当民用井装有抽、排水设施时，应尽量加以利用，采用在规定时间内水柱保持不变时测定水量的变化值，或在规定时间内保持抽出相同水量，测定水位变化值的方法。

（三）地表水体的调查

地表水体包括河流、沟溪、湖泊、池塘等。地表水体常常成为矿井水的重要充水水源，也

可作为供水水源，因此在地质填图工作中，应对地表水体进行调查。对于没有水文站的地表水体，应搜集有关资料进行分析，对于较小的湖泊、河流等，应在野外实地观测。

1. 河流(沟、溪)的调查

河流(沟、溪)是经常性地表流水。流经矿体上部的河流(沟、溪)，当距地下矿体较近或有透水层、断层相互连通时，会对矿体的开采造成威胁，影响矿产资源的开发利用。在填图阶段，应开展对河流(沟、溪)的调查，调查内容见河流(沟、溪)调查表(表 4-11)。必要时应在河流的不同地段设置观测点，观测河流(沟、溪)在不同地段和不同季节的变化。

河流、沟溪流量的测定可采用流速仪法、浮标法和堰测法。前两种方法一般用于较宽的河槽，后一种方法只适用于狭窄的沟渠。

流速仪法是用吊绳将流速仪悬吊在水流主流线水面以下一定深度，测定出水流的平均流速。浮标法是选择一段较平直而平缓的地段，在该段内选择有代表性的水流断面，测量水流的宽、深(取其平均值)，计算水流断面面积；然后，在该段上游的主流线放下浮标(野外可用树叶等)，同时启动秒表，计算浮标流至下游断面处的时间，按下式求出水流流速。即

$$v = \frac{L}{t} \tag{4-7}$$

式中 v——水流流速，m/s；

L——浮标漂流的距离，m；

t——浮标漂流 L 距离所用的时间，s。

表 4-11　　河流(溪、沟)调查表

观测日期：　　年　月　日

编　号		河流名称		观测点位置		观测点标高		观测点坐标	
水位标高		水面宽度		水　深		流　速		流　量	
流　向		补给迳流		排泄去向		河床坡度		流域位置	
河床出露岩层		层　位		地下水与地表水水力联系		河水用途		水样编号	

洪水期	水位标高		气　温		河流平面或剖面素描图
	水面宽度		物理性质	水　温	
	水　深			色	
枯水期	水位标高			嗅	
	水面宽度			味	
	水　深			透明度	

观测者：　　被访问者：　　共　页　第　页

由于水面流速大于平均流速，应乘 0.8～0.9 系数，然后将所求平均流速(或流速仪所测流速)代入下式，求出水流的流量。计算公式为

$$Q = v \cdot F \tag{4-8}$$

式中 Q——水流的流量，m^3/s；

F——水流断面面积，m^2；

v——水流的平均流速，m/s。

2. 湖泊(水库、水池)的调查

由于湖泊(水库、水池)占据着一定的范围，往往与地下水有着一定的水力联系，特别是当煤层采掘到湖泊(水库或水池)等地面水体之下或其附近时，即使原来没有水力联系，有时也会因大面积放顶，岩石塌陷而造成地表水沿裂隙下渗，从而影响煤层的开采。因此在地质填图过程中，一般均应对湖泊(水库、水池)进行观测和记录，并标定在野外手图上。

湖泊(水库、水池)的观测内容可参阅湖泊(水库、水池)调查记录表(表 4-12)。对于积水面积、深度和体积，可采用访问和实测，当条件不具备时也可采用目估的方法。取水样进行简分析的取样地点，应在水体中心的水面以下 0.5m 或水深 1/2 处。

表 4-12　　湖泊(水池、水库)调查登记表

调查日期：　年　月　日

<table>
<tr><td colspan="3">编　号</td><td></td><td colspan="2">名　称</td><td></td><td colspan="2">位　置</td><td></td><td colspan="2">范　围</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">周围岩性及层位</td><td></td><td colspan="2">地质构造特征</td><td></td><td colspan="2">成　因</td><td></td><td colspan="2">形　态</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">补给来源</td><td></td><td colspan="2">排泄去向</td><td></td><td colspan="2">淤积物</td><td></td><td colspan="2">渗透情况</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">水面标高</td><td></td><td colspan="2">水面面积</td><td></td><td colspan="2">水　深</td><td></td><td colspan="2">容　积</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">水情访问</td><td rowspan="4">洪水期</td><td>水面标高</td><td></td><td colspan="2">气　温</td><td></td><td colspan="5" rowspan="9">湖泊(水池、水库)平面及剖面示意图</td></tr>
<tr><td>水面面积</td><td></td><td rowspan="6">物理性质</td><td>水温</td><td></td></tr>
<tr><td>水　深</td><td></td><td>色</td><td></td></tr>
<tr><td>容　积</td><td></td><td>嗅</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">枯水期</td><td>水面标高</td><td></td><td>味</td><td></td></tr>
<tr><td>水面面积</td><td></td><td>透明度</td><td></td></tr>
<tr><td>水　深</td><td></td><td colspan="2">水的用途</td><td></td></tr>
<tr><td>容　积</td><td></td><td colspan="2">水样编号</td><td></td></tr>
</table>

调查者：　　被访问者：　　共　页　　第　页

二、生产矿井与老窑调查

我国煤矿的开发有着悠久的历史。一些直接暴露在地表或易被发现的煤层，其浅部大多被前人所采。有些已经采空而废弃的称老窑；有的则正在开采，一般多为个体、集体经营的小型生产矿井。由于历史的原因，特别是解放前帝国主义对我国煤炭资源的掠夺式开采，造成了我国古井和老窑的广泛分布。老窑和小型生产矿井的存在，一方面提供了含煤地层的人工露头，另一方面也对大型煤矿建设和生产带来了隐患。因此在填图过程中，必须对工作区内存在的生产矿井和老窑进行详细的调查。通过对生产矿井和老窑的调查，可以进一步了解含煤岩系的岩性特征、煤层的赋存状态、煤层的厚度变化和结构特征，以及地质构造的规律和水文地质条件，从而为煤矿的建设和生产提供重要的资料。

对于正在生产的矿井和仍可进入的老窑，可在有关人员的协助下，到井下进行观测编录。编录的内容主要有以下四项：

(1) 以全仪器法或半仪器法测绘巷道，圈出采空区范围。

(2) 测制石门地质剖面图(石门素描图)和煤层柱状图。煤层柱状图的密度，以能控制煤层厚度和结构的变化为原则。煤层不稳定或极不稳定时，应作素描图。

(3) 观测断裂和其它构造现象。在构造复杂地段，应测绘巷道素描图。

(4) 观测煤层或矿层的顶底板岩性，了解矿井瓦斯及水文地质情况等。

石门地质剖面的测制方法与探槽编录的方法基本一致，具体步骤如下：

(1) 利用过去测量石门所设的测量点或已知巷道的位置，测定剖面起点的位置。

(2) 将皮尺水平悬挂在欲测巷壁的中腰作为基线，测量基线的方位、长度及距巷顶、巷底的距离，以控制石门的方向、长度和石门一壁的形态。

(3) 对所测巷壁按岩性不同进行分层，测量各分层的水平距离(分层界线的位置可直接由分层界线与基线的交点控制)，进行岩性描述，测量产状，采集标本等。

(4) 对断层、小褶皱、煤层结构的变化情况应绘素描图。

(5) 回到室内需根据井下编录，绘制出石门地质剖面图(又称石门素描图；图 4-5)。

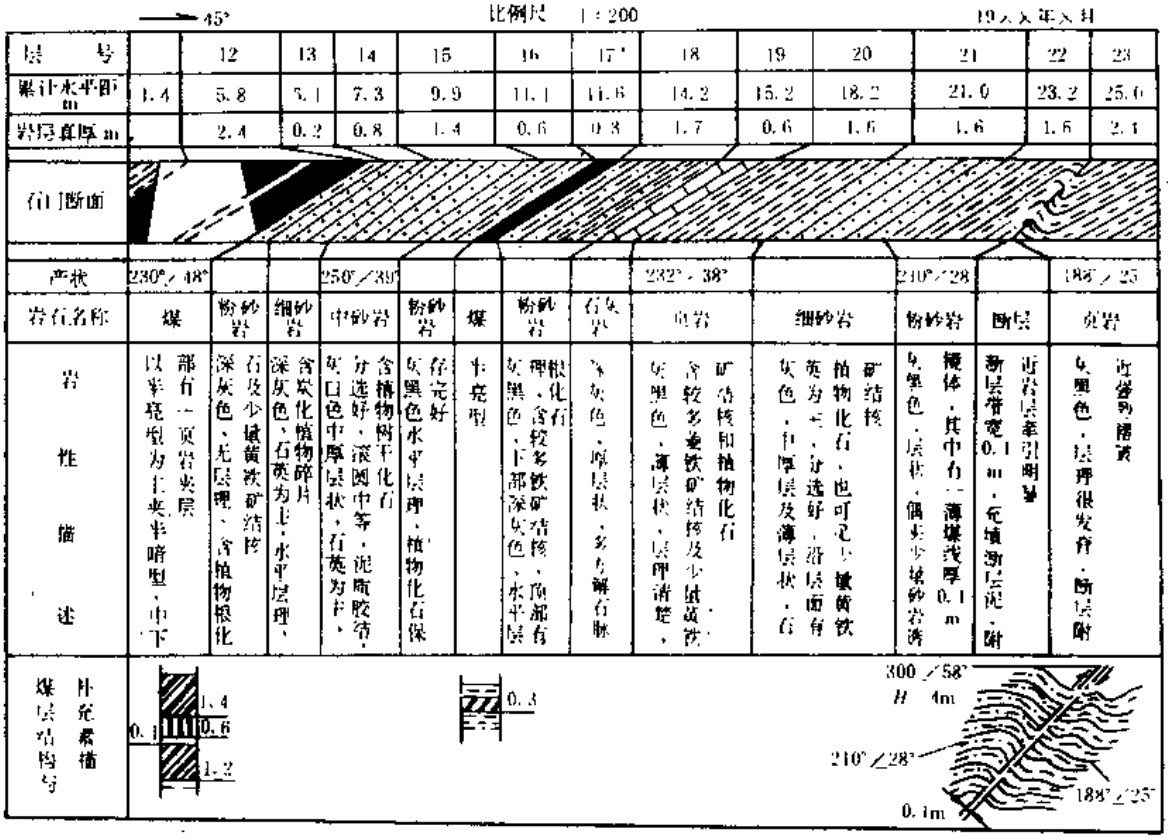


图 4-5 ××矿 74 号石门西北壁地质剖面图
(据中国矿业学院，煤田地质勘探教研室《煤矿地质学》，1979)

对已经停止开采或废弃的老窑，如不能到井下实地观测，则应采取访问调查的方式，召开老工人座谈会或登门拜访熟悉老窑情况的人，了解老窑的开采情况、停采原因，窑内煤层的层数、名称、厚度、结构、顶底板岩性，以及煤、岩层产状、水文及地质特征和构造特征等，填写老窑调查登记表(表 4-13)。此外，在进行老窑调查时，应注意以下几个问题：

(1) 调查前，应对调查区内煤层的顺序、名称(特别是当地老乡的俗称)、厚度、间距，以及老窑的名称、位置等要有了解。

(2) 访问时，要采取客观的态度，不能按照自己的主观意图搜集资料，对获得的情况应进行科学的分析、判断和归纳。切忌只根据个别零星的材料主观臆断或不经分析原封不动地

表 4-13　　老窑调查登记表

调查日期：　　年　　月　　日

老窑编号		名　称		位　置		坐　标		
煤系时代		煤层层数		开采方式		开采深度		
生产能力		主要巷道长度		开采面积		排水量 t/h	最　大	
支护情况		含水层名称		排水方法			最　小	
建井日期		停采日期		停采原因			一　般	

煤　层　情　况						附图
煤层编号	煤层名称	厚　度	结　构	顶板岩性	底板岩性	
主要事故简　述						

调查者：　　被调查者：　　共　　页　　第　　页

记录被调查者原话。

(3) 要熟悉当地老乡的语言，在访问时尽量使用老乡的习惯用语对话，但记录和填写表格时，应将习惯用语译成较规范的地质术语，或加以说明。

三、轻型山地工程

山地工程是为了揭露被表土覆盖的各种地质和矿产情况而在地表施工的各种坑道或钻孔。在浅覆盖或半暴露地区，山地工程是地质普查勘探工作中的一种工程技术手段。地质人员可以通过山地工程所揭露的人工露头，对地质及矿产情况进行直接观测、编录和采样，从而获得比较精确的地质资料。

山地工程按照工程量的大小，可以分为轻型山地工程和重型山地工程两类。属于轻型山地工程的有剥土、探槽、小圆井、浅井等；属于重型山地工程的有平硐、斜井、竖井、钻探等。

轻型山地工程(特别是探槽)是地质填图工作中经常使用的一种工程技术手段。它一般应用于：揭露被表土覆盖的地层；揭露地质界线、接触关系、岩层产状；揭露断层及其产状；揭露、追索、圈定矿层或矿体；并进行采样。

轻型山地工程应在详细踏勘后地质填图以前进行，以保证地形地质图的精度。必须指出，山地工程虽然是一种有效的工程技术手段，但需要投入较多的人力、物力及资金，因此选择和应用山地工程前，必须全面研究工作区地质特征、表土覆盖厚度和地形条件，将工程布置在最需要的地段，使其发挥最大的作用。

(一) 探槽

1. 探槽的适用条件和布置原则

探槽是一种挖掘深度较浅，且延伸较长的条形沟槽，适用于覆盖层较薄的地段。

探槽的深度一般不超过 3m，如表土坚实、不易塌方，可适当加深。槽底宽度一般不小于 0.6m，槽壁坡角一般为 60～80°。除去表土后，揭露基岩深度一般为 0.2～0.5m。如基岩风化强烈或揭露矿层或矿体等重要地质现象，应酌情加深加宽，以便观察和取样。

探槽按施工目的可以分为主干槽和追索槽。主干槽用以揭露被掩盖的整个地层剖面，研究地层的厚度、岩性组合及垂向变化；追索槽用以揭露矿层或矿体、标志层、断层、地层的界

线和接触关系等。

探槽的布置原则是：尽量垂直于岩层走向或构造线方向；尽量与实测地层剖面线和以后计划布置的勘探线位置一致；应尽可能布置在地形坡向与岩层倾向相反的逆向坡上；探槽的方向应为直线状，不要因地层产状的局部变化而改变探槽的方向。

探槽施工过程中，要有地质人员在现场指导，保证工程质量。探槽施工结束后，应及时验收，计算工程量并进行地质编录，以防遇雨积水或塌方，影响编录工作的进行。

2. 探槽的实测和编录

探槽的地质编录一般用皮尺法，沿其长壁一侧和槽底进行。当探槽两壁揭露的地质现象不同、构造复杂、矿(煤)层厚度和结构变化较大时，应对两壁、槽底和槽头、槽尾分别进行编录，以绘制探槽展开图。

当探槽只作一壁测量时，近南北向的探槽测西壁，近东西的探槽测北壁。如规定测量的槽壁地质意义较小，或因某种原因无法进行测量编录时(如一壁坍塌)，可对另一壁测量编录。探槽测量和编录的步骤、方法如下(表 4-14、图 4-6)：

表 4-14　　探槽测量原始记录表

测量日期：　　年　　月　　日

探槽编号		坐标	槽头	槽尾	槽型	槽头	槽尾	槽长	开工日期	
探槽位置		x			顶宽				竣工日期	
施工日期		y			底宽				验收日期	
施工结果		z			深度				工程量	

基线					槽壁形态						岩性分层及描述										
						表土		基岩								产状				标本	
编号	方位	坡度	长度	测点号	基线读数	距上	距下	距上	距下	槽底	分层号	地层代号	基线读数	真厚度	累积厚度	基线读数	倾向	倾角	岩性描述	基线读数	编号
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

测量者：　　记录者：　　共　页　第　页

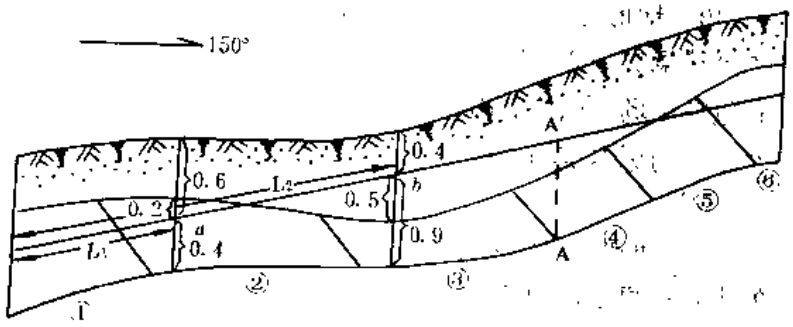


图 4-6　探槽测量方法示意图

1）布设基线　以探槽的一端为起点，将皮尺平行槽底或地表，固定在欲测槽壁的中部作为基线。当探槽较长，需测多条基线才能完成时，应从槽头的第一条基线起，按照 0—1，1—2，2—3，……的顺序依次对每条基线编号。作为基线的皮尺，应紧贴槽壁，并尽可能拉直。前一基线的终点是作为下一基线的起点。

2）基线测量　紧贴皮尺用罗盘测量基线前进方向的方位角和坡度角。如皮尺中间下垂，应选择若干有代表性的部位分别测其坡度角，取其平均值作为该基线的坡度角。坡度角有正负之分，规定当前进方向为上坡时，坡度角取正值；前进方向为下坡时，坡度角取负值。每一基线起点为皮尺 0 点，终点皮尺读数为该基线长度。

3）槽壁形态测量　槽壁的形态由地表线，表土与基岩分界线和槽底轮廓线所决定。槽壁形态测量的具体操作方法如下：

选择槽头、地表形态、表土厚度和槽底起伏变化较大的特征部位及槽尾作为控制槽壁形态的测点（各测点用 1，2，3，……依次编号），在各测点上，用钢卷尺分别测量地表线、表土与基岩分界线、槽底与测点间的铅直距离。当地表线或表土与基岩分界线位于测点上方时，称为距上，记入表 4-14 的 7 栏或 9 栏内；当地表线或表土与基岩分界线位于测点下方时，称为距下，记入表 4-14 的 8 栏或 10 栏内；槽底一定位于测点下方，不分距上、距下，直接将测点与槽底间的垂距记入表 4-14 的 11 栏即可。如图 4-6 中的 a 测点，基线读数为 L_1（即该测点距基线起点的距离），地表线为距上 0.6m，表土与基岩分界线为距上 0.2m，槽底为 0.4m；b 测点基线读数为 L_2，地表线为距上 0.4m，表土与基岩分界线为距下 0.5m，槽底为 0.9m。

4）地质界线测量与编录　在全面观察探槽所揭露地层的基础上，根据岩性不同需详细分层，确定分层界线，并按照①，②，③，……的顺序依次编号；详细描述各分层的岩性特征，测量岩层产状，寻找化石，采集标本、样品等。

岩层分层的原则是：凡厚度大于 0.5m 的岩层，必须单独分层；标志层、矿（煤）层，不论厚度大小，都必须单独分层。

对于特殊的地质现象，结构复杂的煤层、断层和小褶皱等必须作地质素描图。

各种地质界线的位置（分层界线、断层线），产状、测点位置和化石标本采集点位置的控制方法，一般都采用槽底定点，然后沿铅直方向投影到基线上，用基线位置（基线上皮尺读数）控制。如图 4-6 中的 A 点，为第 3 分层与第四分层的分界点，将该点铅直投影到基线上得 A' 点，A' 点的基线读数，即第 3 分层与第 4 分层的控制点。此外，还有地质界线多点控制法、地质界线与基线交点控制法（适用于地质界线复杂弯曲的探槽）、间隔测量地层小柱状控制法（适用于岩层倾向倾角与地形坡向坡角一致的探槽）等。

按以上程序和内容编录完一条基线后，再转入下一条基线的编录，直至整个探槽全部编录完毕。编录结束后，应在现场对探槽素描原始记录表、野外记录薄、野外探槽素描草图所记录的内容、数据，以及采集的标本实物进行核对，发现问题应及时解决。

3. 探槽素描图的绘制

在野外校对的基础上，回到室内后还要进一步对所测内容和数据进行检查，并根据地层走向与探槽方向间的夹角计算出视倾角和岩层的厚度。然后便可绘制探槽素描图。

一幅完整的探槽素描图，包括一壁一底素描图、岩性柱状图，以及图名、比例尺和责任制表。因此在绘制之前，应进行整体设计，使整个图面布局合理，美观协调（图 4-7）。

1）槽壁素描图的绘制　首先根据各基线的长度和坡度，用铅笔轻轻地将全部基线绘

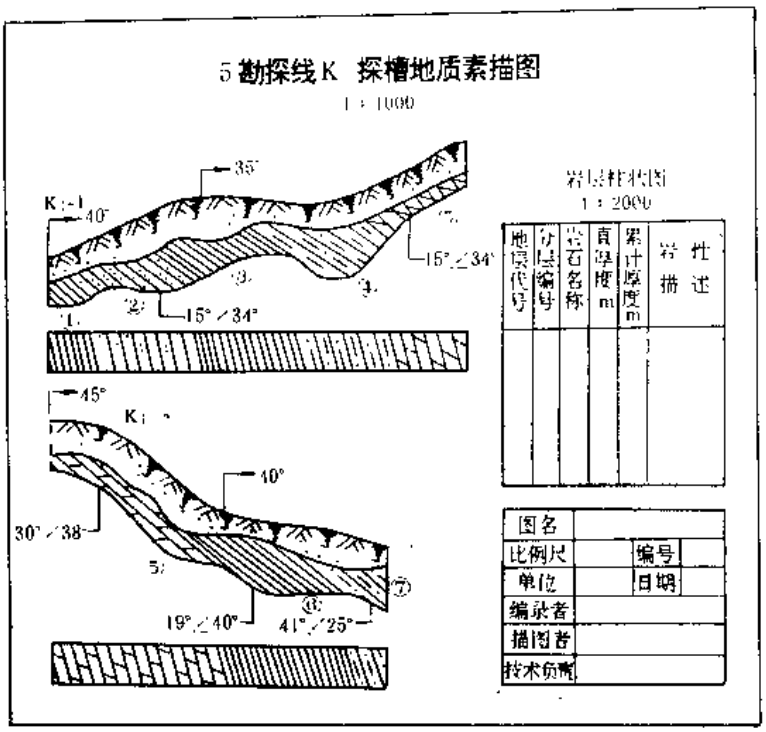


图 4-7 探槽素描图图示

K_1-1、K_1-2—探槽分段编号；①、②、③、……—岩层分层编号

（据谢仁海等，《煤田地质填图学》，1990）

出，并在基线上找出各测点的位置，根据各测点的数据，用圆滑的曲线连绘出地表轮廓线、基岩与表土分界线，以及槽底轮廓线和槽头、槽尾。当探槽较长，需分段绘制时，断开处应用虚线绘出。当探槽方向变化时，应连续绘出，在转折点上方注明转折后探槽的方位角。然后，在基线上找出各地质界线的控制点，将其铅直投影到槽底轮廓线上，根据岩层（或断层）的倾向、倾角（当岩层走向与探槽方向间的夹角小于 80°时，应采用视倾角），绘出各分层的分界线。如有断层，应先绘断层线，后绘分层界线。如果同一地质界线有二个或二个以上控制点，则可利用控制点直接作图。最后，根据图例，填绘上岩性花纹和表土花纹，标注地层代号和分层编号，并用引线标明岩层产状、标本及化石采集地等。

2）绘制槽底平面地质图 该图应水平放置在槽壁素描图的下方，与槽壁素描图最低处的间隔应大于 2mm。槽底平面地质图的宽度为 2cm，长等于槽壁的水平投影长度。

槽底平面地质图地质内容的绘制是采用投影法。首先将槽壁素描图槽底上的各分界点铅直投影到矩形图框的边界线上，然后根据岩层走向与探槽方向的夹角绘出各分层界线，最后填上岩性花纹即可。

3）绘制探槽岩性柱状图 该图一般放置在探槽素描图的右侧，绘制的内容、格式、方法与实测地层剖面柱状图基本相同，但有些内容可以适当减化。最后，统一整饰、上墨，写上图名、比例尺与责任表。

当因地质构造比较复杂等原因，一壁一底不能很好地反映地质特征时，则要求作探槽展开图。野外工作时，应将探槽的另一壁、槽头壁、槽尾壁都要素描（图 4-8）。

（二）小圆井

小圆井是断面为圆形的垂直于地表的坑道，断面直径一般为 0.8～1m，通常用于表土干

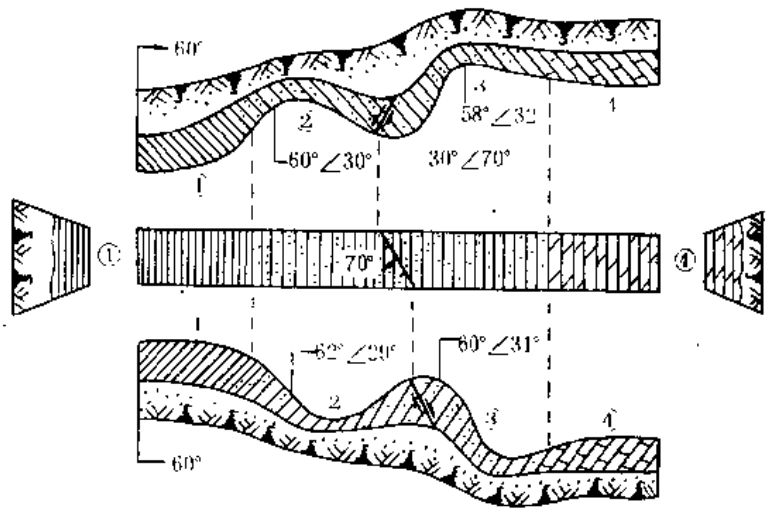


图 4-8　探槽展开图图式

①、②、③、……—岩层分层编号

（据谢仁海等，《煤田地质填图学》，1990）

燥、稳固、不需支护的地区，其深度一般不超过 10m。

小圆井的素描和编录，一般从假想剖开处（往往是正北方向的井壁处）开始，顺时针方向每隔一段距离（如 0.5m）将皮尺贴井壁垂于井下，作为纵标尺，以钢卷尺作为横标尺，控制井壁所见地质现象的位置，并按实际情况展绘在空白的矩形展开图上，再将各控制点间的地质现象进行详细描述。直至井壁展开处止，即得出小圆井展开图。

井底若有重要地质现象，应加绘井底水平投影图（图 4-9）。

此外，还有一种方法是沿垂直于岩层或矿体的走向方向作小圆井剖面图，此种方法简便实用（图 4-10）。

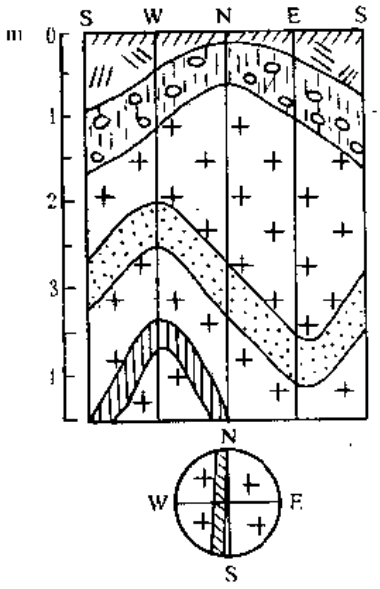


图 4-9　小圆井展开图

（据《区域地质调查野外工作方法》，1981）

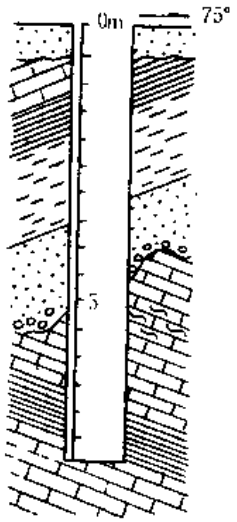


图 4-10　小圆井剖面图

（据《区域地质调查野外工作方法》，1981）

第六节　野外填图阶段的室内整理

野外填图阶段，每天都要搜集到大量原始资料，采集很多标本和样品。因此随着野外工作的进展，必须及时对逐渐积累起来的原始资料进行分类、整理、综合，使其系统化、条理化，以便及时发现工作中存在的问题，提出补充和改进意见，指导野外工作的顺利进行。所以野外填图阶段的室内整理是填图工作中不可缺少的组成部分，是保证野外工作质量的重要环节。

野外填图阶段的室内整理工作，根据目的要求的不同，可以分为当日室内整理和阶段室内整理。

一、当日室内整理

当日室内整理是将每日在野外所取得的原始资料返回驻地后进行初步整理，以便及时发现问题，提出补充和修改意见，安排次日野外工作。在整理的基础上，写好当日工作日记。整理工作主要有以下三个方面的内容：

1. 各种标本的整理

每天从野外采集的标本，应进一步核实野外的定名，根据标本进行补充描述，复核编号、填写标本签，初步确定外送的测试标本。

2. 野外记录簿的整理

主要是对野外记录检查，校核记录内容与野外手图、标本是否一致。标本的补充描述应记录在记录簿的相应位置上，但不能在室内凭记忆增添内容，只能以批注的形式写在原始记录之后，待到野外重新观察后根据实际情况认定或加以修改。野外素描图可进行室内的整饰、上墨。在每日野外记录的后边写好当日日记，也可记在专门的野外记录本上。

3. 野外手图的整理与转绘

野外手图上的观测点和野外记录的相应点经过逐点核实后，将确认没问题的点及编号、地质界线、产状等用黑色墨汁上墨，有疑问的暂缓上墨，同时将已确定的点、线、产状转绘到另一张地形图上，这张地形图称室内清图。室内清图不允许带到野外，只供室内转绘。在工作进行一定范围时，为使图纸清晰、利于指导工作，可适当着色；注记地层代号。

二、阶段室内整理

阶段室内整理是在当日整理的基础上，在野外工作进行了一个阶段或某项工作告一段落（如一个块段的填图工作结束）后，利用几天时间集中在室内进行的。阶段整理可考虑安排在人员需要休整、物质需要添置，或雪雨天不宜进行野外工作的时候，几个小组集中在一起同时进行，以便查验工作质量、相互沟通情况，交流、总结经验。

阶段室内整理，除补充当日室内整理拖欠和遗漏的问题外，主要是系统整理校对上一阶段各种原始资料，并把它们联系起来进行一定的分析研究，提出存在的可能规律，检查任务完成的质量和进度是否符合设计要求，通过集中的内业整理对前段工作进行总结和评价，写出阶段工作小结，对存在的问题提出解决办法，安排下阶段的工作计划。

此外，阶段室内整理，也应对实测的地层、构造剖面图、简易水文调查、生产矿井和老窑调查，以及山地工程的素描等调查材料和图件及时整理清绘。

第五章　最终室内整理和地质报告的编写

野外填图工作全部结束后，经野外验收合格便转入最终的室内整理及地质报告的编写。这一阶段是地质填图工作的最后而又十分重要的阶段，也是一项繁重而又细致且综合性很强的整理和研究工作，同时是提高工作质量和技术水平、总结经验，从感性认识上升到理性认识不可缺少的环节，是把搜集的各种地质、物探、水文、矿产等原始素材、野外观察的实际资料及室内测试成果全面系统的汇集，并找出其中的规律，编写出能准确阐明地质特征的总结报告和编制相应的成果图件。从教学来说，是培养学生分析研究地质资料的能力，从理论上提高学生的专业知识的重要步骤。因此必须保证充足的时间，集中精力、认真负责的完成。

第一节　原始资料的室内综合整理

原始资料是编制综合地质图件及地质报告的基础，它的完整程度和可靠程度直接影响地质填图成果的质量。因此在编制综合性图件及地质报告前，对大量的原始资料包括：标本、文字记录、表格及实测图件等原始资料必须逐一进行认真校核和整理。

一、室内综合整理的任务

室内综合整理的任务，包括以下五项：

(1) 全面整理和核实各项原始资料，包括地层、岩石、构造和古生物标本的全面整理和鉴定，各种样品分析和鉴定资料的整理，野外观测记录及图件的补充和批注、校核，野外工作阶段整理中存在问题的检查和原始资料补遗和订正。

(2) 在对所有资料分析、汇集的基础上，对地层、构造、岩浆岩、矿产及工作中发现或解决的主要问题等方面的重要资料进行摘录，填制卡片，编制图表，对有意义的素描或照片进行复制，做好编写地质报告的素材的准备工作。

(3) 在原始资料全面分析的基础上进行综合性研究，统一对工作区地层、构造、岩浆岩及矿产等方面的认识。

(4) 根据填图工作区的实际情况及要求，参加有关规范，拟定地质报告编写的细纲。

(5) 统一填图工作区的各种技术术语和图例等，做好人员的组织分工，安排和落实图件编制和报告编写的任务。

二、野外标本、样品的进一步整理

野外工作阶段采集的大量岩石、地层、构造、化石等标本及其它有关标本样品，在野外阶段初步编号整理和校对的基础上，再次进行全面整理。首先要把各种标本和样品根据要求分门别类的按顺序号摊开，将标本和样品与标本签、野外记录严格核对，查明有无错漏和混乱，切记不能在室内任意进行修改和回忆补充；对具有代表性或重点研究的岩石、地层、构造岩标本要进行磨片，并作薄片和光片的镜下观察和鉴定；对各种化石标本，应请专门鉴定人员审核、校正定名；对野外工作中送出去鉴定的样品，应对鉴定报告认真分析研究，及时修正野

外记录及标本签和登记表命名，或进行专门标注，然后将分析、化验结果登记造册，以备查核。

地质填图工作结束后，应根据工作需要，将所有野外采集的各种标本样品进行适当取舍，带回保存。一般来说，系统的实测地层剖面标本应全套保存，路线标本可选其中代表性较强或有特殊意义的标本保存，完整的化石标本一般要求保存，但对同一种属较多的标本应筛选后再保存。

挑选出的标本应将标本和标本签一起包装好装箱保存。在箱内放置标本清单，箱外写明标本编号和采集地区，并在标本登记表上注明标本放置的箱号。

三　野外记录和实测图件的校核

野外记录和实测图件及照片等资料，是地质填图工作的第一手实际资料，也是绘制成果图件和编写地质报告的重要基础，它直接关系到填图工作的质量。审核、整理的内容如下：

（1）野外记录和实测图件一定要保持原始资料的真实性、可靠性。在编制综合图件之前，除了对所有的原始资料进行审查和核对外，还要对野外记录的大量原始数据的可靠性进行归纳分类。

（2）各种原始记录资料如剖面记录表、矿井调查表及水文点调查表等归类装订编号。对记录的原始数据做到表格、记录与图件一致，野外记录、手图、标本样品等资料要一致，对出现的错误或问题要及时进行补充修正，以免影响综合图件的质量。具体要求是：野外记录不得随意修改、撕毁、誊抄，防止人为的加工失真，对补充追记的要注明；鉴定结果的检查、核对命名等是否已修正；地质图的各种地质界线、产状等转绘是否无误。

（3）实测地层剖面与地层柱状图的校核。在阶段资料整理的基础上，检查野外记录数据、计算数据、信手剖面图、实测地层剖面草图与室内绘制的剖面图、柱状图是否一致相符，做到内容统一、图面清晰、数据可靠。

四、其它综合基础图表的校核

其它综合基础图、表的校核内容包括：

野外手图与实际材料图的校核；生产矿井、老窑调查表的校核；山地工程素描图、表的校核；简易水文点调查表的校核；各种样品分析成果一览表的校核。

五、资料的补充与修正

通过室内综合整理和原始资料及图件的检查和校核，对其存在的问题要做到实事求是，发现错误要分析原因及时修正。如果确实没搞清楚的应再去野外实地查看，对工作量不足或某些资料欠缺的要补充调查或补充搜集，确保原始资料的可靠性、准确性及完整性。

第二节　成果图件的编制

成果图件的编制是在最终室内综合整理的基础上进行的，是全面反映填图区地层、构造、矿产情况的基本资料，是地质填图的最终成果之一。地质图件的种类很多，根据工作的任务与性质可编制不同的图件。在地质报告中一般应附：实际材料图、地形地质图、地质剖面图、综合地层柱状图、地质构造图（或构造纲要图）、煤岩层对比图、成矿规律及预测图等。编制综合图件的一般规格与要求如下：

（1）各种图件必须主题明确、资料真实、内容完备、精度达标、结构合理、层次分明、图例

一致、美观整洁。

(2) 在编制综合性图件时，应首先考虑整个图面的布置、方向、图幅大小，以及图幅所包含的内容等。图的方向是：一般平面图的上方为北，如遇特殊情况也可在其右上方用箭头表示；剖面图的右上角标明剖面方位。图幅大小，一般应考虑与地形分幅一致，或以图内不剩余大块空白为原则。

(3) 各种图件绘制后应加整饰，除图内包含的基本内容外，需加图框、分度带、坐标网，以及图名、图幅号、比例尺、图例和责任表等。图件的比例尺一般用直线或数字比例尺表示。其中，平面图的比例尺二者兼备；比例尺一般写于图名下方正中，或图的下方。

(4) 图件清绘时，必须保持图件的内容正确无误，使用统一的图例及符号。

(5) 图件清绘完毕后，一般应折成 19.5cm×27.5cm 大小，责任表叠露在图外，然后装入资料袋内，并在封面附贴图件目录，以便保管和查阅。

(6) 地质图件成图程序一般为编制→校对→审查→修正→描绘→复制→着色等。

下面仅介绍几种主要图件编制的要求和内容。

一、实际材料图

实际材料图是汇集野外工作的实际资料而编制成的。它是反映地质填图工作研究程度的一种图件，是编制地质图和其它图件的基本资料，一般是随着野外地质填图的进展而陆续编制，所以实际材料图是一张先行的基础图件。实际材料图可供检查、查阅各项原始资料，评定填图质量使用，也是计算工作量大小的重要依据。

实际材料图的比例尺应与提交的地形地质图相同，其底图是与野外手图同比例尺的地形图，是野外手图经过进一步加工取舍后的图件。

1. 实际材料图的编制内容

(1) 全部地质界线，包括：实测和推测的地质界线、矿层或矿脉的露头线、标志层及岩体露头线、不整合界线、断层线及性质等。

(2) 地层和岩体的时代、产状要素符号等。

(3) 观测点和观测线及编号。

(4) 实测剖面线、山地工程位置及编号。

(5) 各种采样点及编号。

(6) 各种水文点、生产矿井和老窑位置及编号。

2. 实际材料图的图面设计

实际材料图不需着色，其格式如图 5-1 所示。在实际材料图的编制中，一定要确保转图的准确性，其误差不得大于 0.1mm。

二、地形地质图

地形地质图是在实际材料图的基础上编制而成的。它是反映填图工作区的地质和矿产情况的综合图件，也是地质填图工作的最终和最重要的成果之一。

1. 地形地质图编制的要求与内容

地形地质图的编制，要求做到内容真实可靠、图面结构合理、线条清晰、岩性色调和符号协调规正、字体美观，并附有图切地质剖面和综合地层柱状图等，且图式规格符合规定。

地形地质图编制的主要内容如下：

(1) 地理要素，包括：经纬度、主要地物及简化的地形等高线。

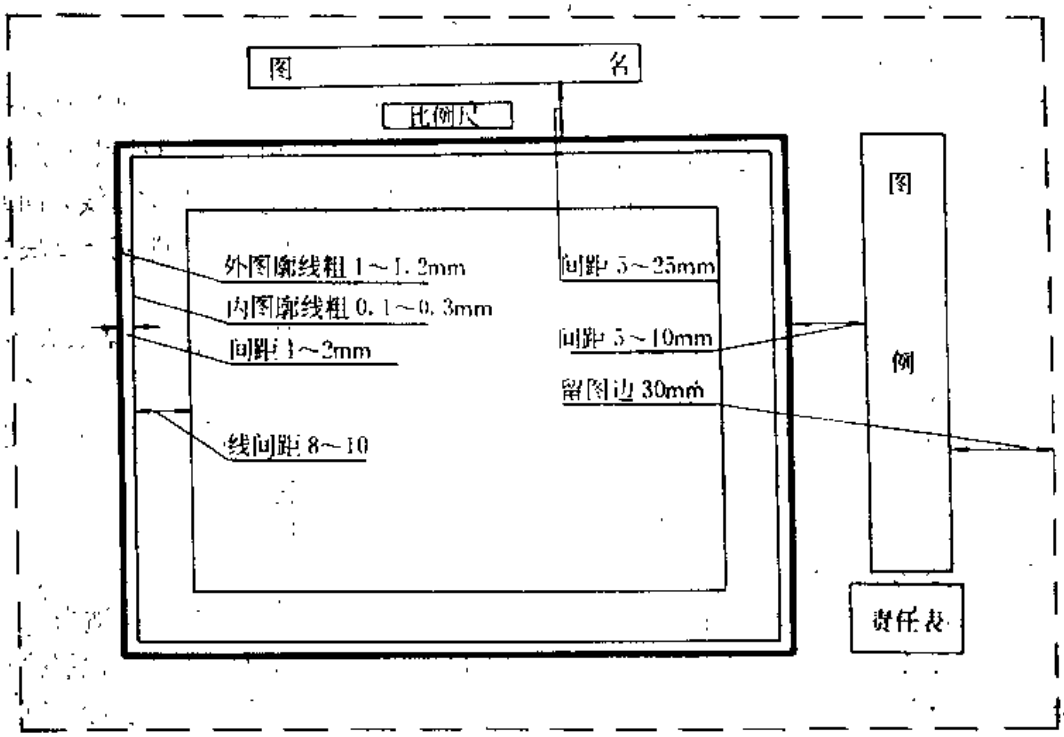


图 5-1　实际材料图图式示意图

(2) 全部地质界线(要求与实际材料图相同)。

(3) 表示各种地质体的代号、花纹和颜色。

(4) 代表性的地质体产状,重要的山地工程、水文点位置。

(5) 图切剖面线位置及编号。

(6) 附综合地层柱状图,以及图例和 1～2 条图切地质剖面。

2. 地形地质图的成图方法与步骤

(1) 根据各种原始资料再次对地质清图进行校正和补充。

(2) 简化地形图。由于在野外填绘的地质图的比例尺一般都比正式提交的地质图大,所以比例尺的缩小有可能造成图面内容大多。因此在清绘定稿地形地质图时,可以删去一部分地形等高线、次要的地名和地物,但精减时不要把反映地质特征的地形线精减掉,也不要因精减而歪曲了地形地貌特征,使其既能减轻图面负担,更能突出地质内容,保证图件质量和精度。

(3) 转绘地质资料。精确地把经过检查、校正的地质内容转绘到简化后的同比例尺地形图上,以能清晰地反映地层分布、地质构造特征为原则,对岩层或岩体的产状有代表性的选择转绘,对于标志层、含矿层等在图上不足 1mm 宽的可扩大到 1mm 表示,有特殊意义的小块地层、小岩体可放大到直径 2mm 表示,然后审查上墨。

(4) 附图例、图切地质剖面和综合地层柱状图、责任表等,并进行图面整饰,具体图面格式详见图 5-2 所示。

(5) 图件清绘、复制、复制后的地形地质图应按规定色谱着色。

如果野外填绘的地质图与正式提交的地形地质图比例尺一致,甚至野外清图的内容完

全正确、质量较高，也可以作为正式地形地质图提交。

三、图切地质剖面图

图切地质剖面是为了形象直观地反映填图区在垂向上的地层产状、接触关系及地质构造形态，是地形地质图完成后在该地质图上切绘的，两者比例尺相同（只有地层近于水平时，图切地质剖面图的垂直比例尺才允许适当放大）。剖面线应力求垂直主要构造线方向或地层走向（如不垂直时应进行真、视倾角的换算），并具一定的控制意义，使其能充分反映填图区的地质特征。

图切地质剖面图的绘制方法是先作出地形剖面，后投影加绘地质内容，基本方法在《构造地质学》中已经学习，这里不再重述。

每幅地形地质图一般要绘制 1～3 条图切剖面图，分段表示各区段的地质特征。图切地质剖面整饰后一般置于地形地质图下方图框外（图 5-2），也可另附。

此外，图切剖面的位置及编号应标绘和标注在地形地质图上。

四、综合地层柱状图

综合地层柱状图是根据填图区地层和岩浆活动的顺序加以综合概括，按适当的比例尺编制的。综合地层柱状图的内容和格式与实测地层柱状图基本相仿。但实测地层柱状图只反映该条剖面上的地层层序、厚度、岩性特征等，而综合地层柱状图是反映全区的地层层序、厚度及其变化、岩性特征、所含化石、地貌水文、岩浆活动、矿产等综合性图件，因此二者不论在内容、格式、方法上都有许多不同之处。现将在编制综合地层柱状图时没有涉及实测地层柱状图的问题加以说明。

每条实测地层剖面的地层柱状作出之后，根据岩性、厚度、所含化石、标志层等进行地层对比，建立全区的地层层序、接触关系，以及岩浆活动的顺序、时代及与围岩的关系。将同一层位的地层岩性加以综合，一般应分组、段或统进行综合描述，划分出上、中、下，或者再分出顶部、底部，分别描述其岩性、厚度及其变化情况，对于所含化石、水文地貌、矿产等情况应单独描述。同时，统计同层位、同岩性的厚度值，求出该层厚度的平均值作为作图厚度。计算厚度平均值的方法较多，如各条实测剖面同层厚度相加求出算术平均值，作为该层的作图厚度；根据最大和最小厚度求其平均厚度；此外，也有的根据个人经验确定作图厚度。不管采用哪种方法，只要参加计算的厚度数目越多，其平均值越接近客观实际的厚度。所以应尽量多的利用实测地层剖面的厚度资料，以及填图过程中观测的厚度资料，最后进行综合，因此综合方法是一种比较好的方法。

综合地层柱状图的比例尺要选择适当，当综合地层柱状图和地形地质图放在一起时，应使柱状图的长度与地质图上下宽度大体相当；岩性花纹、颜色和各种符号要与地质图的图例一致。综合地层柱状图编好后，一般应将它放在地形地质图左侧的图框外，也可另附（图 5-2）。

五、煤、岩层对比图

进行地质填图的主要任务是研究矿层（煤层）的赋存情况，对于以煤为主要矿产的地质填图，煤、岩层对比图是主要的地质图件之一，它是编制其它综合图件的基础，是反映含煤地层所含煤层情况研究成果的综合图件。因此，在地质填图的各个工作阶段，都不能忽视对含煤地层中煤层情况的研究。在多煤层地区，做好煤、岩层对比工作更加重要，据此可以了解填图区内煤层的赋存层位、空间变化规律，以及煤层的层数、厚度、结构特征、各煤层顶底板岩

原书缺页

原书缺页

性、层间距和标志层等。

(一) 煤、岩层对比图的编图步骤

在搜集资料阶段，根据搜集的资料情况首先编制煤、岩层对比草图；在地质填图过程中，根据实测地层剖面、生产矿井、老窑调查及简易山地工程掌握的资料，补充、修改煤、岩层对比图；在室内综合整理阶段，根据综合资料编制正式的煤、岩层对比图(图 5-3)。

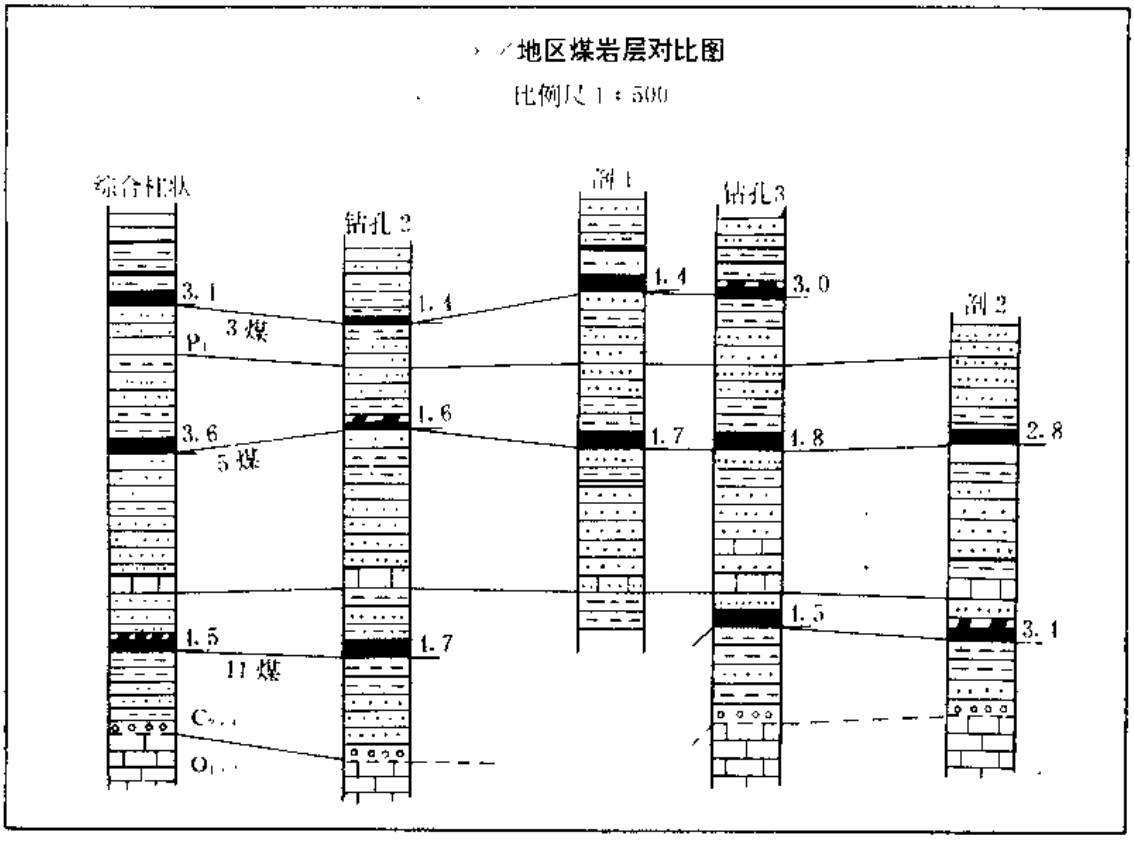


图 5-3 煤、岩层对比示意图

(二) 煤、岩层对比图的主要内容和编制方法

1. 煤、岩层对比图的排列

分析填图区内各个实测剖面及观测线或观测点上的煤层柱状，选择出分布较广、层位稳定、特点明显的主要煤层和标志层，将区内符合要求的实测剖面柱状、山地工程柱状及搜集的钻孔柱状等，按一定顺序排列起来，并注明煤层、标志层的编号和厚度等，在图的左侧或右侧绘上煤系综合柱状图。当柱状图按一定方向和顺序(沿走向或倾向)排列时，要力求做到相邻剖面和钻孔等在平面上距离最近，以利于分析煤、岩层的空间变化规律。

2. 确定基准线

在填图区内选择，相对最稳定的一个煤层或标志层的顶界或底界作为基准线，且基准线应尽量选择在煤系地层的中部，然后以基准线为水平线，将各柱状按顺序排列。此外，对于那些没有揭露或未测至基准线层位的柱状，可在标准基准线上部或下部找出另外的煤层或标志层作为次一级的对比基准线，按总体顺序排列在对比图中。

3. 对比图的比例尺选择

煤、岩层对比图的比例尺不宜过大或过小，一般为 1：500 或 1：1000。这要视煤系地层剖面中煤层层数、厚度及复杂程度来确定。复杂的，比例尺可以大一些；简单的，则比例尺可小一些。水平比例尺可根据测区情况选择；如果水平间距不按比例尺排列，亦应按相互间的距离选一定间距分布排列，使对比图能充分显示煤、岩层的空间变化规律。

4. 绘制煤、岩层柱状图

煤、岩层柱状图内容基本同岩层柱状或综合地层柱状图的柱子内容一致，其宽度一般画 1cm。对穿过断层的剖面柱状，应注意分析因断层造成地层重复与缺失层段的厚度，以便于对比分析。

5. 煤、岩层分析对比

煤、岩层对比必须以野外观察为基础，根据标志层（包括岩性、岩相、古生物等）特征、煤层厚度及煤层结构特征、煤层顶底板的岩性特征、层间距等，在室内综合研究与分析对比的基础上，寻找出可靠的对比标志进行对比分析，初步确定相同煤、岩层位的连线。在对比连线时，一般先将地质界线、含煤组或段的界线、重要标志层，以及填图区内的稳定煤层连接起来，然后再进行详细对比，连接其它煤层、岩层的界线。对比可靠的连实线，对比依据不足时连虚线。最后，进行图面整饰，写好图名、比例尺和责任表。

六、构造纲要图

构造纲要图是表示填图区构造特征的基本图件。通常情况下是在构造相对复杂的填图区才予以编制，它是以地质图为基础，在对大量的实际资料进行综合分析后，用一定的符号，按构造层或构造运动面把不同时代的褶皱、断层、和主要地层界线等各种构造全部表示出来，用以阐明填图区内主要构造的分布及其相互关系、构造总体特征和构造发展历史。构造纲要图的比例尺可与地形地质图相同，作为正式图件提交；也可小于地形地质图的比例尺，将它作为地质报告中构造部分的重要附图编入文字报告中。

1. 构造纲要图的编制内容

（1）构造层。将各构造层的不整合线画在图上，注明构造层的时代，并着色。构造层的着色一般遵循老构造层色深、新构造层色浅的原则。

（2）褶皱。将各类型褶皱的轴迹线按规定的符号画出，其轴迹线的宽窄代表褶皱核部的宽窄变化，也在一定程度上反映褶皱的倾伏和扬起，在其端部可用产状符号配合表示。

（3）断层。各类断层按其性质用规定的符号表示，注上编号及名称。

（4）岩体。绘制出岩体的界线及内部的相带界线，注明时代、岩性及产状。

（5）矿层（或煤层）的地面出露线。

（6）有代表性的地层产状，以及主要的标高点、地物及水系。

2. 构造纲要图的绘制方法

将透明纸蒙在地形地质图上，用规定的符号、图例及线条依次描绘构造纲要图所要求的内容。对构造复杂区，如图面内容过多，可以对地质构造编号，在图外另作说明或标注；对第四纪盖层特别是范围相对较小时，一般应剥掉盖层，使之能完整而清晰地反映填图区的构造特征。

在编制构造纲要图时，应注意分清主要褶皱和次要褶皱，也就是要区别出不同级别的褶皱，其表示方法主要通过褶皱轴迹符号的宽窄和规模加以反映，因此在编图时要考虑之间的

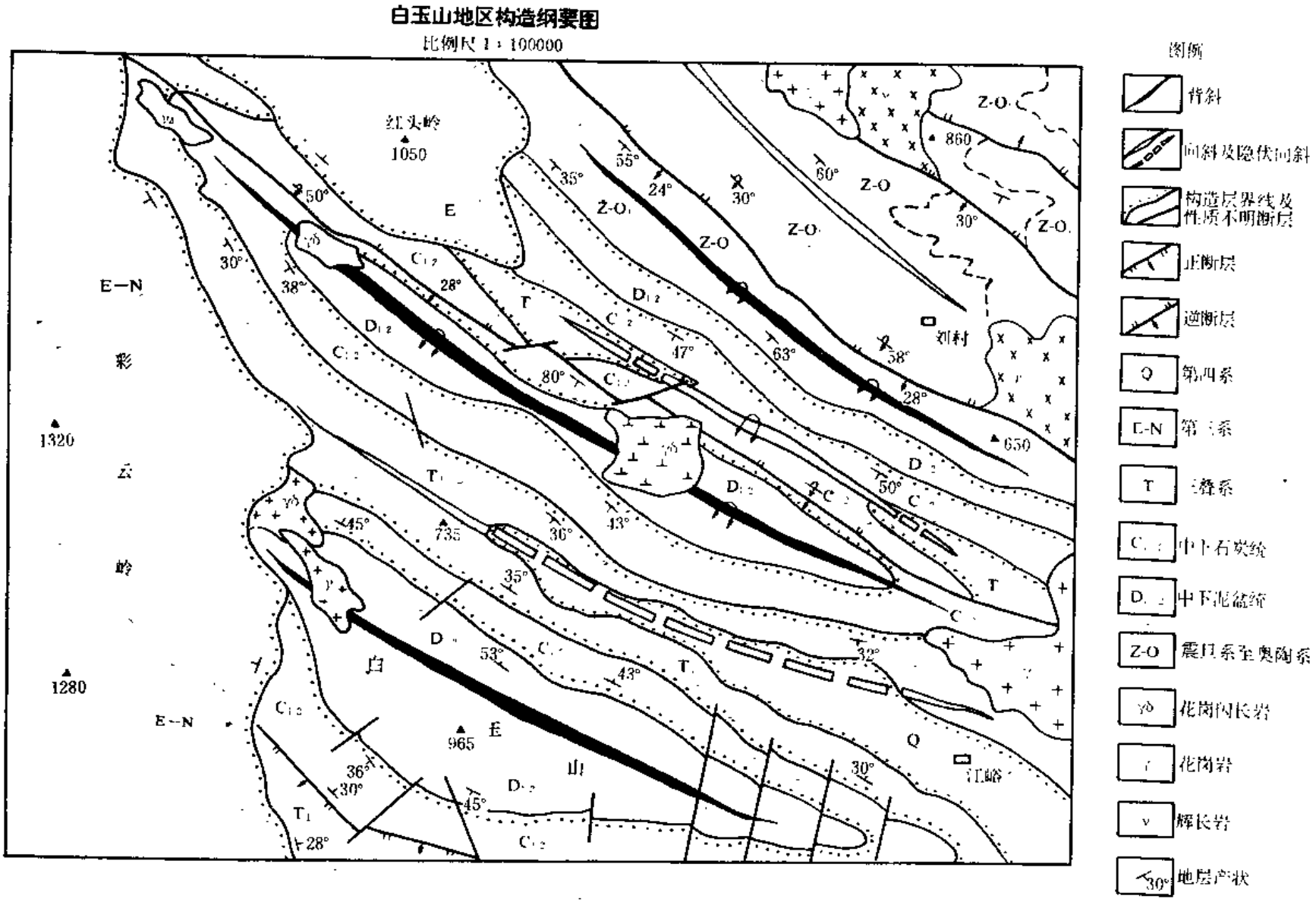


图 5-4 构造纲要图示意图

比例关系。对于褶皱、断层、岩体之间的关系，以及褶皱、断层、岩体与构造层之间的关系等，应十分明确并给予恰当表示。如一个仅发育在较老构造层中的褶皱、断层，则不应穿过相对较新构造层等。

上述内容完成后，应书写图名、比例尺、图例和责任表等，最后对整个图件进行检查、整饰和上墨(图 5-4)。

第三节　地质报告的编写

地质报告是地质填图工作的全面总结，为地质填图工作成果的集中反映，也是各种地质图件的文字说明书。地质报告的编写，主要以野外的观察资料和室内分析鉴定成果为基础，在全面系统、完整的分析区内各种地质资料及图件后进行的，是进一步系统、归纳、总结的过程，也是地质研究的重要过程。因此要求做到既有丰富、真实的地质资料，又有明确的观点、充分的证据，还要有综合的逻辑性分析和科学的推论。报告内容要全面、章节排列应合理、重点突出、层次分明、文图并茂、语句通顺、简明扼要。

地质报告编写的内容，一般包括概况、地层、岩浆岩与变质岩、地质构造、矿产及评价、结束语等各部分。

一、概况

概况主要包括以下内容：

(1) 填图区的行政区划和面积、交通位置、穿越或临近填图区的公路和铁路交通状况，以及距车站或主要城镇的距离。附交通位置图。

(2) 自然地理和经济地理，包括：填图区径纬度、地形、水系和气候，以及人口密度、动力来源、建筑材料、工矿和物产等情况。

(3) 以往地质工作概况，包括：工作程度、主要成果，以及存在的主要问题。

(4) 本次填图工作的目的、任务及完成情况，包括：工作目的、任务、组队情况、各项工作的总工作量及质量评述，以及主要采用的工作方法、任务的完成情况等。

二、地层

首先扼要介绍填图区内出露的各时代地层，各地层出露情况、分布范围和规律，以及地层划分的主要原则、地层分布与地貌景观的关系及特点，然后由老至新按所划分的地层单位或填图单位逐层叙述。

在叙述每一个“系”或“统”的地层单位时，应以实测剖面为主，先介绍该地层单位在填图区内的分布，再由老到新说明该“系”或“统”所划分的“组”、“段”名称及划分标志。列举实测剖面地层的出露完整情况和受构造变动的程度、与下伏岩层的接触关系，以及各组段的主要岩性、岩相、厚度、化石及其横向变化。如遇矿(煤)层，应对其详细描述；此外，还要描述其含矿(煤)地层剖面，对剖面的描述可采用表格式，由上而下从新到老逐层描述，标明层号，说明该层的颜色、层厚、结构构造、物质成分、岩石命名和所含化石名称。

在每一地层阐述的最后，应对其岩性、厚度在填图区内沿走向和倾向的变化情况、矿(煤)层和标志层的特点等应作详细描述。

附各时代地层的实测剖面图、地层柱状图，以及煤、岩层对比图及接触关系素描图等。

三、岩浆岩与变质岩

1. 岩浆岩

如岩浆岩在填图区内有出露，应按时代顺序由老至新分别叙述侵入体的各个岩体和喷出岩，或由酸性到基性的顺序对岩浆岩命名，叙述其时代分布、岩性、结构、构造、形态，以及岩体的产状，它与围岩的接触关系等；此外，描述岩浆岩对围岩或煤层、煤质的破坏和影响情况，以及岩浆活动与构造之间的关系。

2. 变质岩

按成因分述各类变质岩，描述其变质岩的矿物成分、结构、构造、以及变质岩的分布，推断变质岩形成的原岩和时代。

附岩体剖面图、接触关系素描图，以及变质岩肉眼或镜下鉴定资料等。

四、地质构造

首先综合叙述填图区所属大地构造单元及大地构造位置，以及地质构造特征及主要构造层或构造运动面划分的依据及分布、构造的复杂程度等，然后可按构造类型（或构造层）详细的描述各种构造类型的分布形态、产状、性质等。描述的方式可采用构造分区描述，或按构造单元描述，或者按构造类型（一般大比例尺地质填图多采用）描述等。描述的顺序最好由老地层组成的构造至新地层所组成的构造、先褶皱后断裂的顺序进行描述。最后，结合大区域的资料对比分析，论述各构造间的先后顺序、从属关系及成因联系，分析构造发生发展的条件和过程，追溯填图区构造发展简史。

1. 褶皱的描述

褶皱描述的内容一般包括褶皱的名称（地名＋褶皱类型，如刘庄向斜）、地理位置、轴迹的延伸方向、核部和两翼的地层与产状、轴面的倾向、枢纽的倾伏和侧伏产状及转折端形态、次级褶皱的分布特征、褶皱被断层或岩体等破坏情况，最后叙述各种类型褶皱间平面成剖面上的组合特征及其形成时期。

2. 断层的描述

断层的描述内容一般包括断层名称（地名＋断层类型，或用编号）、断层的出露位置、断层线的延伸方向和长度、断层面的产状、断层两盘出露的地层及产状、地层缺失与重复，以及相互切断错开地质界线的特征，同时要描述断层两盘相对位移的方向、断距大小、断层的形成时代等。最后叙述断层之间、褶皱与断层或与其它构造的关系及力学成因推论，简要论述各种构造的控煤（或其它矿产）作用以及与后期改造的关系。

3. 地质发展史

根据填图区的地层、岩浆活动及变质作用与构造活动的关系，结合区域地质资料，由老至新的叙述全区的整个地质发展历史。

附地质构造图或构造纲要图、构造素描图，以及有关照片等。

五、矿产及评价

1. 含煤地层和煤层

主要叙述含煤地层的厚度、岩性、岩相特征及含煤地层的变化规律，与上覆、下伏地层的接触关系。

对填图区的煤层，应详细描述其层数、形态、厚度、结构、层间距及各主要可采煤层顶板和底板的岩性特征、煤层沿走向和倾向上的变化规律，以及与区内构造的关系，并进行经济

评价。

2. 煤质

叙述填图区内各主要出露煤层的物理性质和煤层特征，对煤的化学性质、组分、煤类及用途等可列表说明，最后对各煤层的赋存、开采、利用等工业和经济指标给以评价。

3. 其它有用矿产

重点说明填图区内除煤以外的其它有用矿产(包括建筑材料和工业原料)的分布、质量或品位等内容，对其找矿标志、远景评价和开发利用的价值也应作详细叙述，提出进一步开展工作的依据和方向。

附图包括煤层对比图、矿产分布图、煤层结构素描图或照片，以及煤质化验表等。

六、结束语

说明填图工作所取得的主要地质成果及主要结论，解决了哪些遗留和新发现的问题；概括叙述填图区尚存在的(包括原存在和新发现的)主要地质疑难问题及今后进一步工作的意见；对取得的工作成果质量和精度，以及各种依据、工作经验、教训和地质报告进行综合评述。结束语的叙述内容应力求简明扼要、重点突出、观点明确，避免与前述内容有过多重复或出现矛盾。

此外，根据工作任务和专业特点，如作了水文、地貌等方面的工作，可增加适当这方面的内容。现叙述如下：

水文地质特征　简述影响水文地质条件的自然地理因素(包括气象条件、地表水及地貌特征等)和地质因素(包括地质构造及破碎带、岩性特征、新构造活动情况等)；叙述区内水文地质条件(包括含水层的分布、层数、厚度及岩性，以及裂隙发育程度、地下水的补给与排泄条件和它们的相互关系)；对填图区水文地质类型、复杂程度及对矿井、矿区供水和与煤层的关系，以及边界的补给条件等进行初步评述。

附水文地质图，以及地表水与地下水调查和化验分析统计表等。

地貌特征　简要叙述工作区的地貌特点及地貌形态，按成因分区描述填图区的地貌特征及控制地貌形态的主要因素，最后概述填图区地貌发展简史。

附地貌分区图、地貌素描图等。

在编写上述内容时，不同专业可根据野外地质教学的具体情况和任务予以增减，力求做到既能较全面的反映工作成果，又能突出专业特点。

第六章　地质填图实习报告的验收和实习成绩的评定

根据《地质填图规程》的规定，地质填图报告（或总结）要通过一定形式的验收，目的在于保证地质填图的质量，使其成果能够为经济建设或今后进一步进行详细地质工作服务。因此在整个地质填图过程中，应不断进行经常性的自查和阶段性的检查。其中，在室内是对主要地质图件和一定数量的原始资料进行检查；在野外则应对主要地质构造、代表性的地层剖面进行核查。对于检查中发现的问题，应及时进行补充纠正。在结束了野外填图工作并写出了地质填图报告以后，地质勘探队应组织有关技术人员，根据填图设计和有关规程进行验收。在验收中着重审查原始资料和综合成果的完备程度及质量，一般还应进行一定数量的野外检查，重点是检查在室内发现的问题。

经验收达到设计和规程要求的地质填图报告为合格；有重大欠缺达不到要求的为不合格，不合格的报告应在作了补救工作之后再予验收。对于由于客观条件而暂时难以解决的地质问题，可作为遗留问题；有争议的问题允许保留不同的看法，但在图件中只能采用一种意见，可以在文字中加以说明。

地质填图报告验收以后，由验收小组签署验收意见书，并呈报上级领导机关批准。

地质填图实习结束后应提交地质填图实习报告，地质填图实习报告是评定学生实习成绩的主要依据。为使学生切实掌握地质填图的基本方法和技能，使所学知识和生产实际相结合，因此在实习过程中也应不断地进行自查和阶段检查及最后的验收，从面不断提高教学质量。根据实习大纲要求和实习本身的学习特点，可分为地质填图实习报告的检查和验收、实习成绩的评定两个问题。

第一节　地质填图实习报告的检查和验收

地质填图实习是在教师指导下，在经过充分选择的特定场所下而进行的理论联系实际的实践，因此既要考虑国家对地质填图报告的质量要求，又要考虑实习所提供的条件和学生以学为主的具体情况。根据教学实习的特点，可分为野外工作的检查和地质填图实习报告的验收。

一、野外工作的检查

野外工作是地质填图中最主要、最基础的工作，它是系统、客观地采集填图区内大量地质数据和信息的工作。这一阶段工作量大、环境艰苦、时间较长，是决定填图质量的重要基础环节。因此指导教师和实习学生都要给予高度重视，更要有足够的时间进行检查，以保证填图的质量要求。野外工作的检查可分为小组自查、阶段检查和野外验收三项工作。

1. 小组自查

小组自查是一项经常性的工作，要贯穿在整个填图工作过程的始终。每天野外工作结束回到室内或做完某件工作（如实测一条实测地质剖面）之后，填图小组应集体进行详细的检

查，发现疑问的错漏，应及时安排野外实地进行校核和补漏，千万不要等问题成堆再检查而难以补救。小组自查，就是要小组自己发现自己的问题。由于学生是第一次进行正规的教学实践活动，受知识和经验的限制有时难以发现，这就要充分发挥小组集体的智慧，经常复读和查阅教师的讲课内容、实习指导教材等有关参考书籍，必要时也可请教指导教师，以防止走更多弯路；此外，指导教师也应有计划的对学生进行指导。

2. 阶段检查

在地质填图进行到一定阶段后，指导教师应对所负责的小组工作进行阶段检查。首先在室内对主要图件（如野外手图、室内清图）进行检查，并抽查一定的原始资料（如野外记录），指出存在问题，并带领小组全体成员在野外加以具体指导，并检查主要地层界线、主要构造的控制情况，选择有代表性的剖面进行核实，明确补充纠正的工作内容。

3. 野外验收

野外验收是指野外工作全部结束之后，转入最终室内整理工作之前，对野外工作进行的全面检查。这是因为转入最终室内整理以后，一般不需要再到野外工作而主要是室内的整理研究，有时由于受居住条件等限制，可以离开野外基地回到队部（或学校），所以按照规程的要求完成这一阶段的工作内容是转入最终室内整理的重要前提。野外验收开始之前，小组应对野外手图、室内清图、野外记录、实测地质剖面、实测地层柱状、各种标本、调查表格等进行比较系统的整理，并编制出定稿地质图；然后由小组集体向指导教师口头汇报，并展示必要的图件资料。汇报时可参考如下提纲：

（1）主要成果：填图区内主要地层系统及其展布、主要地质构造特征、岩浆岩发育情况，以及主要矿产；填图的一般方法和原则；实际完成的工作量及质量保证。

（2）存在的主要问题。

（3）经验教训和改进的措施。

指导教师根据学生汇报和图件等原始资料，肯定小组的工作成绩，明确存在的主要问题，提出进一步补充、改正的建议，并填写小组野外集体成果检查记录表（表 6-1）一式两份。一份作为小组补充、改正工作的依据，另一份由教师存查。

二、地质填图实习报告的验收

野外工作是由小组集体完成的，学生在实习过程中相互学习、相互配合，对每项应知应会的工作都进行了一定的实践，因此成果是集体的。为了使每个学生都有机会从事原始资料的整理、归纳和分析，结合所学理论锻炼并提高编制填图报告的能力，除了定稿地质图外，其它如综合地层柱状图、图切地质剖面图、实测地质剖面图、实测地层柱状图、构造纲要图、实际材料图，以及文字总结及其插图、表格，均由个人独立完成，最后将全部报告按顺序装入资料袋中，并附清单一份，交指导教师审阅验收。

教师对地质填图实习报告的验收，是根据实际情况采取不同的方式方法进行验收，但有两个问题必须明确：第一，必须给出是否合格的结论；第二，对所存在的主要问题教师要使本人知道，以利学生的不断提高，综合目前各校的经验，有以下几种方式方法可供参考：

（1）制定“地质填图实习成绩评定细则”，包括路线踏勘成绩、小组野外集体成绩、文字部分成绩和图件部分成绩，以及学校学籍管理的某些规定进行综合评定，写出评阅意见，并反馈给学生本人。

表 6-1　　小组野外集体成果检查记录表

班组		组长		组员	
任务完成情况					
主要问题					
建议					
成绩		备注			

指导教师：　　年　月　日

(2) 指导教师在初步审阅实习报告的基础上采用口试形式，先由学生作简短汇报，然后教师提出问题学生回答，最后教师肯定成绩指出存在问题，并当面给定成绩。

(3) 为了使学生相互学习、相互交流，以小型答辩会的形式，由全体指导教师验收并评定成绩。由于时间有限，当不可能全部学生都进行时，可采取自愿申报、重点选择的方法确定一部分学生进行答辩，其它学生采取评阅报告的方法。

第二节　实习成绩的评定

教学计划中规定，各类实习都要单独给定成绩并记入学生的成绩档案，不及格的要补做，否则不准毕业。由此可知，实践教学和理论教学同等重要。由于实践教学内容广泛，个人和集体交叉，实习报告不能完全反映学生的成绩，又不宜进行严格的闭卷考试，给实习成绩的评定带来了一定的困难。为了避免印象给分，客观地评定每个学生的真实成绩，越来越趋向累计、量化的方法。即一开始就公开成绩评定的内容和方法，使学生对实习的每个工作阶段、每项工作内容，都清楚它在实习中的位置，从而起到导向和促进教学质量提高的效果。

一、路线踏勘阶段的成绩评定

路线踏勘是地质填图工作开始的第一阶段，从教学阶段来说是属于教学基本训练的范畴，因而主要是在教师的指导下，学生边学习边实践的过程。这一阶段结束，应该很好地消化和总结，以利下一阶段工作的进行，因此需集中一天时间进行总结。其方法如下：

(1) 在个人总结的基础上，可以开展小组或班级对几个主要问题进行讨论，提倡发表不同的意见。教师要因势利导使讨论逐步深入，注意避免不要离开路线踏勘的基本内容要求，或超出已学知识过远的问题而偏离讨论的目的。教师可以参加讨论，也可以最后加以概括性的总结。

(2) 教师根据实习大纲对路线踏勘的目的、要求，结合实习基地的具体情况列出总结提纲或复习思考题目，由学生准备教师辅导答疑，最后闭卷测验。

(3) 学生根据踏勘阶段的工作内容和心得体会，写出书面总结，教师根据所交总结评定每个学生的成绩。

不管采用哪种方式进行成绩评定，都要围绕踏勘的目的、要求并结合实习区的实际情况，侧重基本知识、基本理论和基本技能进行考查。经过考试和考核对每个学生给出成绩，这部分成绩占整个实习成绩的 10%左右。

二、地质填图阶段的成绩评定

地质填图阶段的工作是分小组由小组所有成员共同完成的，它的或果可称为小组野外集体成果。野外验收就是对这一成果的验收，因而只能是小组的集体成绩。教师在指导和验收过程中，对每个人在其中所起的作用和表现水平的界线难以准确划定，所以每个人的成绩都是一样，虽然在区别每个学生成绩的差异方而是一个显著的缺陷，但本组成绩的高低直接影响每个人的总成绩，它在一定程度上可以激发组与组之间的竞争，培养集体主义的观念，使之能够团结协作互相配合，促进实习效果的提高。根据野外填图工作的重要性，以及不易将每个学生的成绩区别开来的情况，小组野外集体成绩占整个成绩的 20%左右为宜，这一成绩在填写“小组野外集体成果检查登记表”时由指导教师给定(参见表 6-1)。

三、地质填图实习报告及附图成绩的评定

地质填图实习报告是在完成了各阶段实习内容之后的一份系统总结，它比较全面地反映了学生的实际水平，因此它在总成绩中应占相当比重，一般考虑占总成绩的 70%。文字与图件的比例以 3 : 4 为宜，其具体的评分标准可参考“地质填图实习成绩评定细则”有关部分。由于各院校的实习基地和情况的差异，对图件部分的要求可能不尽一致，应根据图件的增减情况适当加以调整。但依据实习大纲的要求，对于基本地质图件(如地形地质图、图切地质剖而图、地层柱状图、实测地质剖面图等)必须得到训练不应减免。

四、实习成绩的综合评定

实习成绩的综合评定，一般采用路线踏勘成绩、野外填图成绩和实习报告及所附图件成绩三项之和。为鼓励学生刻苦钻研、勇于创新，对某些问题能提出一定水平的见解或某一方面成绩突出者，可适当加分，但一般不要超过 10%。对于个别基础很差、不能独立完成实习报告，参加实习时间不足 2/3 者，或认定大部是抄袭别人报告的，其成绩应作不及格处理。

实习成绩通常采用百记分的方法，也可用优秀、良好、中等、及格、不及格等五级分。经综合评定的实习成绩应分项填写“地质填图实习成绩登记表”(表 6-2)，由教研室存查并将总成绩报学校教学管理部门备案。其具体的给分标准参见“地质填图实习成绩评定细则”。

表 6-2　　地质填图实习成绩登记表

班组：

序号	姓名	成绩									备注
		总分		小组野外集体成绩	路线踏勘成绩	文字部分成绩	图件部分成绩				
		五级分	百记分				地质图	图切剖面图	实测剖面图	地层柱状图	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											

指导教师：　　年　月　日

第三节　地质填图实习成绩评定细则

为全面、客观地评定学生的实习成绩，使学生心中有数，教师评有依据，把给分成绩的摆动量限制在最小范围之内，特制定本细则，供参考。

一、实习成绩的组成

实习成绩由小组野外集体成绩和个人成绩两部分组成。其中，个人成绩包括路线踏勘成绩、文字部分成绩和图件部分成绩。

二、记分办法

(1) 各项成绩均以百记分。如果要求五级分呈报的，可进行折算。

(2) 各部分成绩累加为实习成绩。各分成绩要在相应的文字和图件的适当位置标出，实习成绩写在资料袋的正面，指导教师要签名。最后，填写“地质填图实习成绩表”(表 6-2)存教研室，同时将每个学生的总分报系和学校管理部门。

(3) 各项成绩的给定，应依据地质填图实习成绩综合评定(表 6-3)。

三、几点说明

(1) 对实习区某一地质问题能独立思考，并提出具有一定水平的认识或在实习过程中表现十分突出的，可适当加分，但一般不超过 10%，加分后总分超过 100 分的记 100 分。

(2) 实习中表现很差，不能独立完成实习报告，或参加实习时间不足 2/3 者，或认定大部是抄袭别人报告的，其成绩作不及格处理。

(3) 本表所列标准可以作为在评定实习成绩时的参考，亦可根据实际情况加以补充和调整。

表 6-3　　地质填图实习成绩综合评定简表

成绩类别及分数	序号	评分内容	评分标准					得分	累计分数
			总分	A	B	C	D		
路线踏勘成绩（10分）	1	根据所采用的评分方法制定评分内容与标准	10分	10分	8分	6分	4分		
小组野外集体成绩（20分）	2	地质点布设是否合理及其准确程度	5分	90%以上合理、准确 5分	90~70%分以上合理、准确 4分	60%以上合理、准确 3分	50%以上不合理、不准确 2分		
	3	地质点描述内容是否全面、正确	5分	90%以上全面、准确 5分	90~70%以上正确 4分	60%以上正确 3分	50%以上不正确 2分		
	4	主要地质界线（含构造线）、主要产状是否错漏	5分	90%以上无错漏 5分	90~70%以上无错漏 4分	60%以上无错漏 3分	50%以上错漏 2分		
	5	地质界线在室内转绘是否有重大改动或误差	5分	无改动 5分	无改动但有部分误差 4分	有少量改动和误差 3分	有改动，误差较大 2分		
文字部分成绩（30分）	6	观点是否明确，内容是否全面、准确	10分	观点明确、内容全面 10分	观点大部分明确、内容较全面 8分	观点欠明确，内容欠全面 6分	观点模糊、内容不全面 4分		
	7	实际资料的利用程度及其与理论的结合，认识的深广度	7分	实际资料绝大部分得到利用，理论结合实际有一定深度 7分	实际资料大部分已利用，理论结合实际较好 5分	部分利用实际资料，理论与实际一般结合 3分	实际资料利用较差，理论与实际很少结合 3分		
	8	各章节所占比重是否合理	3分	合理 3分	较合理 2分	不合理 1分	极不合理 0分		
	9	插图的质量和作用	4分	质量高，作用大 4分	质量较高，作用较大 3分	质量及作用一般 2分	质量较差，作用不大 1分		
	10	文字通顺，简明扼要，表述清楚	3分	好 3分	较好 2分	一般 1分	差 0.5分		
	11	章节齐全，书写工整	3分	齐全、工整 3分	齐全，但不工整 2分	齐全，很不工整 1分	不齐全，不工整 0分		

续表

成绩类别及分数		序号	评分内容	评分标准					得分	累计分数
				总分	A	B	C	D		
图件部分成绩(40分)	地质图(5分)	12	地层界线、构造线的准确性和线条是否均匀	3分	准确、均匀 3分	较准确，较均匀 2分	准确性一般，线条不均匀 1分	不准确，不均匀 0.5分		
		13	图名、比例尺、图例、代号、产状、责任表是否齐全	1分	齐全 1分	较齐全 0.5分	很不齐全 0分			
		14	图面是否整洁、美观、布局合理	1分	好 1分	较好 0.7分	一般 0.5分	差 0.3分		
	图切剖面图分(10分)	15	剖面线的选择是否合理	2分	合理 2分	较合理 1.5分	基本合理 1.0分	很不合理 0分		
		16	地质界线、岩层产状是否准确	2分	准确 2分	较准确 1.5分	基本准确 1.0分	大部不准确 0.5分		
		17	构造形态、接触关系的准确性	2分	准确 2分	较准确 1.5分	基本准确 1.0分	大部不准确 0.5分		
		18	图名、比例尺、剖面方向是否正确	2分	正确 2分	较正确 1.5分	基本正确 1.0分	大部分不正确 0.5分		
		19	图面的整洁度，线条的均匀性，图素是否齐全	2分	好、全 2分	较好、较全 1.5分	一般 1.0分	差 0.5分		
	地层柱状图(10分)	20	岩性描述准确、简明扼要	4分	好 4分	较好 3分	一般 2分	差 1分		
		21	地层层序、时代、接触关系、岩体表示正确	3分	正确 3分	较正确 2分	基本正确 1.5分	大部分不正确 1分		
		22	厚度的标注与作图准确性	2分	准确 2分	较准确 1.5分	基本准确 1分	大部分不准确 0.5分		
		23	图面整洁度、线条均匀性	1分	好 1分	较好 0.8分	一般 0.6分	差 0.4分		
	实测地质剖面图(15分)	24	岩性符号，产状、接触关系准确性	4分	准确 3分	较准确 3分	基本准确 2.5分	大部分不准确 2分		
		25	图素齐全	4分	全 4分	较全 3分	基本全 2分	很不全 1分		
		26	平面图正确，要素齐全，投影误差<1mm	4分	正确、齐全，误差<1mm 4分	正确齐全，误差<1.5mm 3分	基本齐全、正确误差<1.5mm 2分	基本正确、齐全，误差>2mm 1分		
		27	图面整洁度，线条均匀性	3分	好 3分	较好 2.5分	一般 2分	差 1.5分		

注：此表供参考

第七章　岩石的野外观察与描述

岩石是最基本的地质体，是构成各种地质构造和地貌的物质基础，也是地质填图工作中野外观察研究的主要对象。通过对各种岩石的矿物成分、结构构造、产状分布、接触关系等方面的研究，可以帮助了解岩层或岩体的成因、地质发展演化的历史，有助于正确地进行地层划分和对比、确定褶皱或断层的存在，对于寻找有用矿产、开发地下矿产资源具有十分重要的意义。

第一节　岩浆岩的野外观察与描述

岩浆岩又称火成岩，是高温熔融的岩浆在地下或地表冷凝固结而成的岩石。岩浆侵入煤系地层或煤层中，会使煤层遭受不同程度的破坏。因此在有岩浆岩分布的地区进行地质填图，必须重视对岩浆岩的研究，查明岩浆岩的岩性特征、产出状态、规模大小、分布规律，以及对煤层的影响。

一、岩浆岩的基本特征

（一）岩浆岩的矿物成分

岩浆岩的矿物成分反映了岩石的化学成分和形成条件，是岩浆岩分类命名的主要依据。组成岩浆岩的矿物种类繁多，但常见矿物约 20 种，最常见的有橄榄石、辉石、角闪石、钾长石、斜长石、石英、黑云母等。其中，长石类矿物分布最广，次为石英。现将岩浆岩中这几种最常见的造岩矿物的肉眼鉴定特征分述如下：

1. 石英

除超基性岩和碱性岩外，石英在其它各种类型的岩浆岩中均可出现，是花岗岩的主要矿物。

石英在侵入岩中一般呈不规则它形粒状，无色透明，贝壳状断口，油脂光泽，无次生变化。在酸性侵入岩的边缘相或酸性脉岩中的斑晶石英，可呈六方双锥自形晶体，晶面呈玻璃光泽。在喷出岩中，石项斑晶一般为半自形或自形，常受熔蚀而呈浑圆状或港湾状。在伟晶岩或文象花岗岩中可与钾长石呈文象交生。

2. 钾长石

产于侵入岩中的钾长石主要为正长石、微斜长石，在浅成侵入岩和喷出岩中则出现透长石。

钾长石一般呈肉红色、浅黄色、灰白色，它形粒状、玻璃光泽；两组解理完全，解理夹角 90°；常见卡式双晶。以斑晶出现的正长石，常呈板状、柱状自形晶。

在肉眼条件下钾长石与斜长石特征较相似，应注意区分。一般多根据颜色和晶体特征加以区分：钾长石多为肉红色，而斜长石则多呈灰色、灰白色；钾长石卡式双晶最常见，没有斜长石常见的聚片双晶。但应指出肉红色与灰白色不是区分钾长石和斜长石的特征标志，实际

上灰白色的钾长石并非罕见，富钠的斜长石也可呈淡红色。因此颜色只能作为区分钾长石与斜长石的辅助标志。此外，还应注意观察矿物的双晶性质、观察的方法是：将长石的晶面或解理面迎着光线方向缓慢转动，当看到晶体上出现以一条直线或折线为界，两侧反光强度不一的现象时，即为卡式双晶。

3. 斜长石

斜长石是岩浆岩中分布最广泛的矿物，在各种成分的岩浆岩中均可出现。

斜长石一般呈灰—灰白色，有时呈淡红色或褐灰色；柱状或板状晶体；玻璃光泽；易风化，风化或遭受蚀变后常呈土状光泽；两组完全解理，解理夹角 86°左右；断口呈较平整的阶梯状；双晶发育，以钠长石双晶（聚片双晶）和卡钠复合双晶最为常见。

由于斜长石是由钙长石分子和钠长石分子以不同比例混溶的固溶体，所以在不同成分或形成条件不同的岩浆岩中出现的斜长石，其化学成分、结晶构造、晶体形态和颜色等特征都有一定的差异。在基性岩中主要为富钙的基性斜长石，多呈不同色调的深灰—白色，厚板状，一向延长，半自形，断面接近正方形；在中性岩中主要为中性斜长石，颜色一般呈灰白色，晶体呈板状，作为斑晶出现时，常见近长方形的横断面；在酸性岩和碱性岩中，主要为酸性斜长石和钠长石，颜色可呈灰、白或淡红色。

斜长石以其广泛发育的聚片双晶和卡钠复合双晶与钾长石相区别。观察的方法是将长石的晶面或解理面迎着光线方向缓慢转动，如晶面上出现一组互相平行、明暗相间的条纹即为聚片双晶；如在一个晶面上出现明暗不同的两部分，同时在这两部分上还可看到较细的聚片双晶纹即为卡纳复合双晶。一般情况下，酸性斜长石的聚片双晶纹较细密，基性斜长石的聚片双晶纹较粗疏。

4. 普通角闪石

普通角闪石是中酸性岩浆岩的重要造岩矿物，基性辉长岩类中也有普通角闪石，在喷出岩中普通角闪石多呈双晶出现。

普通角闪石多为暗绿色；晶体呈柱状或长柱状，横断面为假六边形（近似菱形）；解理平行{010}完全，解理夹角 56°和 124°；玻璃光泽。

5. 辉石

辉石是基性岩和超基性岩的主要造岩矿物，辉石可分为两类：一类属斜方晶系，如紫苏辉石；另一类属单斜晶系，如普通辉石。

辉石一般为绿黑、绿褐、黑褐等色调；晶体呈短柱状或近等轴粒状，横断面近正方形；解理平行{110}，解理夹角 87°和 93°；玻璃光泽。

辉石和普通角闪石的颜色、光泽、解理完全程度等特征比较近似，肉眼观察主要根据晶形、解理夹角和横断面形状等加以区别。一般角闪石呈长柱状、针状，甚至纤维状，而辉石则呈短柱状成粒状；普通角闪石解理夹角 56°和 124°，而辉石解理夹角为 87°和 93°，且普通角闪石解理较辉石完全。观察解理夹角的方法是：迎着光线方向看好一组平行柱面断开的解理面，缓慢转动矿物，直到观察到第二组反光较强的解理面，由第一组解理面到第二组解理面之间转动的角度就是矿物的解理夹角。若解理夹角近 90°，即为辉石；若解理夹角呈明显的锐角或钝角，则为角闪石。此外，如能找到较好晶体横断面，近正方形或近正方形的八边形，即为辉石；若横断面呈菱形或近似菱形的六边形，则为角闪石。

6. 橄榄石

橄榄石是超基性岩和基性岩的常见造岩矿物。

新鲜的橄榄石呈鲜艳的橄榄绿色或黄绿色，晶体呈粒状、砂糖状、玻璃光泽，断口不规则或呈贝壳状。橄榄石在地表条件下易蚀变为蛇纹石，由橄榄岩蚀变而成的蛇纹岩，一般为隐晶质，致密块状，具滑感，颜色多为黄绿、暗绿等色，可见蛇皮状花纹，断口呈腊状光泽，断口边缘为半透明状。蛇纹岩风化后颜色变浅，常呈灰色或淡黄色，土状光泽，有时在浅色背景上可见到由细粒磁铁矿组成的多方向细脉，构成网状结构。

7. 黑云母

黑云母主要出现在中酸性岩浆岩中。

黑云母以具黑色、深褐色色调，易与其它云母类矿物相区别，沿平行{001}的极完全解理易揭成薄片状，呈珍珠光泽和具弹性等特征易与其它铁镁暗色矿物相区别。

（二）岩浆岩的颜色

岩浆岩颜色的深浅是暗色矿物和浅色矿物相对含量的反映。通常把岩浆岩暗色矿物的含量(体积百分比)，称为色率或颜色指数。根据岩浆岩的色率，可大致推断岩石的化学成分、判断它们大概属于哪一类岩石。一般来说，岩石的色率越高，越偏基性；反之，则偏酸性。如橄榄岩的色率常大于90%，辉长岩的色率在30%～50%之间，花岗岩的色率一般小于10%。由此可知，岩浆的颜色和色率是肉眼鉴定岩浆岩的重要标志之一。

岩浆岩的颜色除与暗色矿物的含量有关外，还与矿物颗粒的大小有关。颗粒越细小，颜色越显深；暗色矿物含量相同的岩石，粒度细小的要比粒度粗大的岩石颜色深的多。所以对于隐晶质、玻璃质的岩石，不能仅根据岩石颜色的深浅确定大类。

（三）岩浆岩的结构

岩浆岩的结构是指岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小、晶体形态、自形程度和矿物间的相互关系。一般来说，岩石的结构决定于岩浆成分和岩浆形成时的物理化学条件(如温度、压力、浓度、冷凝速度等)。因此岩浆岩的结构既是岩石分类命名的依据之一，也是探讨岩石形成环境的重要标志。

岩浆岩结构特征的详细观察描述，主要在室内显微镜下进行，而肉眼所能够观察到的结构特征是极有限的。下面通过表格列举一些肉眼条件下能够观察到的结构类型及其特征(表7-1、表7-2、表7-3)。

表7-1　　岩浆岩肉眼常见结构类型

划分依据	结晶程度	自形程度	晶体形态	颗粒大小	
				绝对大小	相对大小
结构类型	全晶质结构 半晶质结构 玻璃质结构	全自形结构 半自形结构 它形结构	粒状结构 柱状结构 片状结构	显晶质结构： 粗粒结构>5mm 中粒结构 5～2mm 细粒结构 2～0.2mm 微粒结构<0.2mm 隐晶质结构	等粒结构 不等粒结构 斑状结构 似斑状结构

表 7-2　　显晶质、隐晶质和玻璃质结构的肉眼区别

显晶质结构	隐晶质结构	玻璃质结构
肉眼可分辨矿物颗粒； 断口粗糙、不平整； 肉眼可鉴定矿物成分	肉眼不能分辨矿物颗粒； 断口较平整，常见瓷状断口； 光泽暗淡，无玻璃光泽	几乎全由玻璃物质组成； 结构致密，常见贝壳状断口； 常显玻璃光泽或油脂光泽

表 7-3　　斑状结构与似斑状结构的肉眼区别

结构类型	斑状结构	似斑状结构
基质	玻璃质、隐晶质或微粒结构	显晶质，常为细粒、中粒，有时为粗粒结构
斑晶	矿物成分与基质相同，但常为高温变种，如高温石英、透长石，斜长石则较基质偏基性； 自形程度一般较高，常具熔蚀和暗化边现象	矿物成分与基质相同； 自形程度不同，不具熔蚀和暗化边现象
成因	斑晶形成早，基质形成晚；斑晶形成于深部，基质形成于浅部； 常见于喷出岩和浅成岩	斑晶与基质基本同时形成； 常见于浅成岩和部分中深成岩。

（四）岩浆岩的构造

岩浆岩的构造是指岩石中不同矿物集合体之间，或矿物集合体与其它组分之间的排列方式及填充方式所表现的特点。岩浆岩的构造特征除了与岩浆本身的特点有关外；还与岩石形成的地质环境有关，因此研究岩浆岩的构造特征可以帮助判断岩浆岩的形成条件、区分不同成因的岩浆岩类型。

侵入岩中常见的构造类型有：块状构造、带状结构、斑杂构造、球状构造，以及流线、流面构造等；喷出岩中常见的构造类型有：气孔构造、杏仁构造、流纹构造和柱状节理构造等。

（五）岩浆岩的产状

岩浆岩的产状是指岩浆岩体的形态、大小、与围岩的接触关系，以及形成时所处的地质构造环境和距离当时地表的深度等。研究岩浆岩的产状有助于了解岩浆岩的形成条件。根据岩浆活动方式的不同，可将岩浆岩的产状分为侵入岩的产状和喷出岩的产状两大类。

侵入岩的产状根据侵入体与围岩的接触关系，可以分为整合侵入体和不整合侵入体两类。整合侵入体的接触面基本平行于围岩的层理、层面或片理，按其形态不同可分为岩盆、岩盖和岩床等；不整合侵入体与围岩的层理、层面或片理斜交，按其形态、规模不同可分为岩墙、岩脉、岩株和岩基等。

喷出岩的产状与喷发类型有关，裂隙式喷发常形成熔岩被、熔岩流等；中心式喷发常形成岩钟、岩针、火山锥等。

二、岩浆岩的分类与命名

岩浆岩的分类依据，主要有化学成分、矿物成分、结构构造和产状等四个方面。一般的分类方案都是在以成分分类为分类依据的基础上，再按照结构构造和产状把各大类岩石进一步划分为深成岩、浅成岩、喷出岩和脉岩。

现根据以上原则，并考虑地质填图工作的实际，制定出适用于野外手标本鉴定的岩浆岩分类表(表 7-4)。

表 7-4　　岩浆岩分类表

系列		钙碱性					碱性
岩类		超基性岩	基性岩	中性岩		酸性岩	碱性岩
SiO_2 含量		<45%	45~53%	53~66%		>66%	53~66%
石英含量		无	无或很少	<5%		>20%	无
长石种类及含量		一般无长石	斜长石为主	斜长石为主	钾长石为主	钾长石>斜长石	钾长石为主含似长石
岩石名称 / 暗色矿物种类及含量 / 主要结构特征 / 产状		橄榄石辉石>90%	主要为辉石，可有角闪石、黑云母、橄榄石等<90%	以角闪石为主，黑云母、辉石次之 15~40%	以角闪石为主，黑云母、辉石次之 15~40%	以黑云母为主，角闪石次之 10~15%	主要为碱性辉石和碱性角闪石 <40%
深成岩	中粗粒结构或似斑状结构	橄榄岩 辉岩	辉长岩	闪长岩	正长岩	花岗岩	霞石正长岩
浅成岩	细粒结构或斑状结构	苦橄玢岩 金伯利岩	辉绿岩	闪长玢岩	正长斑岩	花岗斑岩	霞石正长斑岩
喷出岩	无斑隐晶质结构 斑状结构 玻璃质结构	苦橄岩 科马提岩	玄武岩	安山岩	粗面岩	流纹岩	响岩
脉岩	煌斑结构	煌斑岩					
	细晶或伟晶结构	细晶岩　　伟晶岩					

在野外对岩浆岩进行分类命名时，应首先根据岩石的产状和结构构造特征，区分出是深成岩、浅成岩，还是喷出岩(表 7-5)；然后，根据岩石中石英、长石、似长石和暗色矿物的种属及含量，确定岩石的大类和基本名称。

表 7-5　　深成岩、浅成岩、喷出岩产状、结构、构造的区别

特征 \ 岩类	深成岩	浅成岩	喷出岩
产状	呈大的侵入体(岩基、岩株、部分岩盆、岩盖等)产出。(呈岩基产出者仅花岗岩)接触带附近的围岩有明显的变质圈	多呈岩床、岩株、岩脉(墙)产出，围岩可有狭窄的接触变质圈	可呈层状，围岩一般无变质圈
构造	常具块状构造	块状构造，有时可有少量气孔，一般无杏仁状构造	经常为气孔状，杏仁状、流纹状构造
结构	常具等粒(中粒、粗粒居多)全晶质结构，岩体中心可出现似斑状结构	多呈细粒或斑状结构，基质多为中粒至隐晶质、玻璃质少见	具斑状结构、隐晶质结构和玻璃质结构
成分	基本相同		一般斑晶中的暗色矿物含量比相应的浅成岩少

注：据方少木，《矿物岩石肉眼鉴定》，1980。

三、岩浆岩的野外观察描述内容

野外对岩浆岩的观察描述一般应包括颜色、结构、构造、矿物成分、次生变化等内容。

1. 颜色

观察岩石整体的颜色，以描述岩石新鲜面颜色为主，同时指出岩石遭受风化后颜色的变化。岩石的颜色往往呈多种色调，应采用复合命名法对颜色命名，以反映出颜色的主次、深浅。一般主色调放在复合名称的后面，次色调放在复合名称的前面。如黄绿色，表明岩石的颜色以绿色为主，次为黄色。

2. 结构

注意观察岩石的结晶程度、主要矿物的自形程度、矿物颗粒的大小。根据岩石的结晶程度，确定是全晶质结构或半晶质结构，还是玻璃质结构。如为全晶质结构，应仔细观察矿物的自形程度，确定主要矿物是全自形晶、半自形晶，还是他形晶。此外，比较主要矿物的相对大小，是等粒的还是不等粒的，是斑状的还是似斑状的。目估或测量主要矿物的绝对大小，指出矿物粒度的分布范围；确定是粗粒结构、中粒结构，还是细粒结构。最后，对各种单因素结构特征加以综合，定出岩石的综合结构类型名称，如全晶质半自形中粒结构。

3. 构造

观察岩石中矿物颗粒的分布是否均匀；有无一向或两向延长的矿物定向排列；有无某种矿物的集中分布；有无气孔，气孔的形态、大小、多少，排列有无方向性，有无充填物（杏仁）等。根据以上特征定出岩石的构造类型或名称。

4. 矿物成分

矿物成分是岩浆岩观察描述的重点。一般来说，凡是肉眼（借助放大镜）能够辨认的矿物，都要对其特征进行描述。描述的顺序由多到少、由大到小；先描述主要矿物，后描述次要矿物。具斑状结构的岩石，先描述斑晶矿物，后描述基质矿物。描述的内容包括矿物的颜色、光泽、解理、硬度、晶体形态、颗粒大小、百分含量等。

5. 其它特征

观察有无次生变化，次生变化的类型和特征；有无矿化现象，矿化类型；裂隙是否发育，岩石是否破碎，有无外来物质充填等。

6. 综合定名

在观察描述的基础上，根据岩石的颜色、结构、构造和矿物成分特征，对岩石进行详细定名。详细名称应按颜色＋特征构造＋结构（粒度）＋次要矿物＋基本名称的方式进行，如黑灰色条带状粗粒橄苏辉长岩。

四、岩浆岩描述举例

〔例1〕花岗岩

岩石较新鲜，呈浅肉红色，半自形中粒结构，主要矿物颗粒多在2～5mm左右，块状构造。主要矿物为钾长石、斜长石、石英，含少量黑云母。

钾长石　浅肉红色，不规则板状，玻璃光泽，可见卡式双晶，颗粒大小约为3mm×5mm，含量约45%。

石英　乳白色，半透明，他形粒状，油脂光泽，粒度约3mm左右，含量25%。

斜长石　灰白色，板状晶体，自形程度较好，玻璃光泽，颗粒大小约2×4mm，含量20%左右。

黑云母　褐黑色，珍珠光泽，片状，粒度约 3mm，含量小于 10%。

此外，还有极少量磁铁矿和榍石。

综合定名　肉红色中粒黑云母花岗岩。

〔例 2〕玄武岩

灰黑色，斑状结构，气孔构造。斑晶矿物主要为伊丁石，红棕色，玻璃光泽，粒度约 1mm，系橄榄石蚀变的产物，含量约 10%。基质隐晶质至微粒结构，可见少量细针状灰白色斜长石微晶，在暗淡的基质中以其较强的玻璃光泽显现出来。气孔构造发育，多呈圆形或椭圆形，孔壁光滑，孔径一般 5～6mm，略呈定向排列。少量气孔被方解石充填，形成杏仁构造。

综合定名　灰黑色气孔状伊丁石玄武岩。

第二节　沉积岩的野外观察与描述

沉积岩是在地表或地下不太深的地方，在常温常压条件下，由风化作用、生物作用和某些火山作用形成的物质，经搬运、沉积、成岩等作用形成的岩石。

沉积岩是在地表分布最广的一类岩石，含煤地层几乎全部由沉积岩组成。因此在煤田地质填图和煤田地质勘探中，沉积岩是地质人员研究的主要对象。全面研究沉积岩的岩性特征、分布规律和形成环境，可以提供划分对比地层和煤层的重要依据，帮助分析煤层的赋存条件和分布规律，有效地进行煤田预测和煤田地质勘探。

一、沉积构造的野外观察与描述

沉积构造是沉积岩在野外露头上最常见的重要成因标志。沉积构造类型繁多，成因复杂（表 7-6），在野外应注重对那些在沉积过程中形成并受沉积条件所控制的原生沉积构造的观察研究。

（一）层理构造的野外观察描述

层理是沉积物沉积时产生的，通过颜色、成分、结构、排列方式等在垂直沉积表面（岩层面）方向上所显示出来的一种原生沉积构造。

层理构造按照细层形态及其与层系界面（或岩层面）的关系，可划分为水平层理、平行层理、波状层理和交错层理等类型；按照层内粒度和成分的变化，可划分为块状层理、韵律层理和粒序层理等类型。在野外，应注意从以下几方面进行观察：

1. 观察描述层理的形态特征

1）细层的形态特征　细层的形态是直线形、曲线形，还是波状弯曲的；细层间的相互关系是相互平行的，还是收敛状的；细层的倾斜度是水平的，还是倾斜的，测量倾斜的方向和倾角大小；细层界面是否清晰，是否连续；细层内粒度的变化是均一的，还是粒度递变的；细层厚度的变化是均匀的，还是渐变的；细层间的交替规律是互层状韵律变化，还是无韵律变化。

2）层系的形态特征　层系界面的形态是水平的、弯曲的、波状的，还是楔状的；层系间的相互关系是互相平行的，还是彼此切割的；相邻层系中细层的倾斜方向，是同向的，还是异向的；层系界面的清晰度是清晰的，还是模糊不清的；层系的厚度及其变化；层系的岩性及其变化。

表7-6　　沉积构造分类表

物理成因构造			化学成因构造	生物成因构造	复合成因构造
流动成因构造	同生变形构造	曝露成因构造			
一、层理构造	1. 重荷模构造	1. 干　裂	1. 结核	1. 生物生长构造	一、孔洞充填构造
1. 块状层理	2. 包卷构造	2. 雨　痕	2. 缝合线	2. 叠层构造	1. 示底构造
2. 韵律层理	3. 砂球和砂枕构造	3. 冰雹痕	3. 叠锥	3. 生物遗迹构造	2. 窗孔构造和鸟眼构造
3. 粒序层理	4. 滑塌构造	4. 泡沫痕	4. 晶体印痕		
4. 水平层理		5. 流　痕	5. 成岩层理		3. 层状孔洞构造
5. 平行层理					二、硬底构造
6. 波状层理					
7. 交错层理					
二、层面构造					
(一)上层面构造					
1. 波痕					
2. 剥离线理构造					
(二)底层面构					
1. 侵蚀模——槽模					
2. 刻蚀模——沟模					
跳模、刷模、锥模等					
三、其它					
冲刷充填构造、侵蚀面构造					

注：据曾允孚、夏文杰，《沉积岩石学》，1986；略修改。

2. 观察描述层理显现的原因

有无颜色、成分、粒度等沿垂向的变化；有无颗粒的定向排列；有无包裹体、植物碎片、片状矿物顺层面分布或定向排列。

3. 确定层理的类型

层理的形态特征和层系的厚度是划分层理类型的主要依据。首先，应根据细层的形态特征，细层与层系或细层与岩层面之间的相互关系，确定出层理的基本类型，如波状层理、板状交错层理；然后，根据层系的厚度确定层理的亚类，如小型板状交错层、中型楔状交错层理等。

应当指出，在野外对层理观察描述时，要从不同的剖面方向进行全面的观察，特别要注意寻找平行流水方向的剖面，以便准确地确定细层、层系的空间分布特征。

此外，还要注意，不能将层理按照厚度的分类与岩层按厚度的分类混淆起来。层理的厚度分类是依据层系的厚度，将交错层理划分为小型(<3cm)、中型(3～10cm)、大型(10～200cm)和特大型(>200cm)四种类型，用以说明层理规模的大小，它的物理意义是代表了其形成时河床砂形体的极限高度。层系厚度在描述时作为形容词放在交错层基本名称之前，如大型板状交错层理。岩层的厚度分类是按照上、下岩层面之间的垂直距离划分的，一般分为

巨厚层(或称块状层,岩层厚度>1m)、厚层(1～0.5m)、中厚层(0.5～0.1m)、薄层(0.1～0.01m)和微薄层(<0.01m)五种类型,用以说明岩层厚度的大小,它的物理意义代表了该岩层沉积时沉积速率的快慢。在描述时作为形容词,放在岩石名称之间,如厚层泥晶灰岩、中厚层石英砂岩。一个岩层之内可以包含一个或多个层系。

在野外,除了用文字描述层理的特征,对具有代表性或具有特定成因意义的层理,还应进行素描或照相。

(二) 波痕的野外观察描述

波痕是非粘结性物质(主要是砂)在水流、波浪和风的作用下形成的波状起伏的表面痕迹。波痕是最常见的层面构造之一。

波痕通常用平行于流动方向(即垂直于波脊延长方向)的纵剖面来描述其大小和形态特征.描述的术语主要有以下几种(图 7-1):

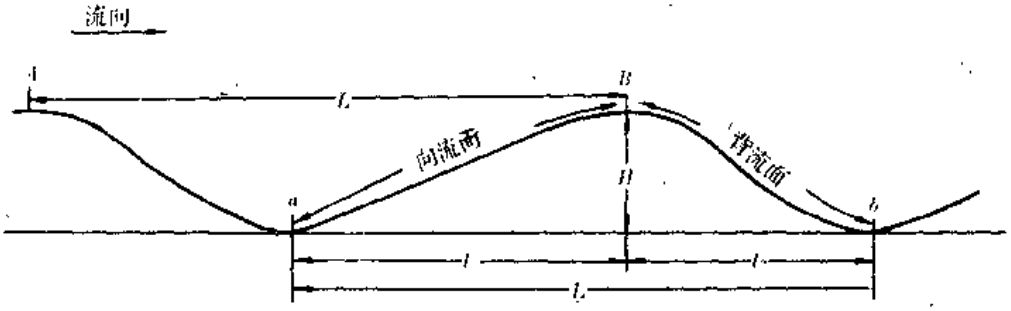


图 7-1 波痕要素图

(引自《沉积构造与环境解释》,1984)

A、B—脊点;a、b—谷点;L—波长;H—波高;

l_1—向流面水平投影长度;l_2—背流面水平投影长度

脊点 波痕纵剖面上的最高点。

谷点 波痕纵剖面上的最低点。

向流面 波痕中的缓倾斜面。

背流面 波痕中的陡倾斜面。

波长 在垂直于波脊的断面上,相邻两个脊点或谷点的水平长度。

波高 波痕脊点与谷点之间的垂直距离。

波痕指数(RI) 波长 L 与波高 H 之比(L/H)。

对称指数 RSI 向流面水平投影长度 l_1 与背流面水平投影长度 l_2 之比(l_1/l_2)。

在野外对波痕进行观察时,还应注意波痕在剖面和平面上的形态特征。例如,在剖面上波脊是尖锐的,还是圆滑的,是平顶的,还是双脊的;在平面上是直线状的、波曲状的、链状的,还是新月形或舌形的;波脊在延伸方向上有无分叉、汇合或中断现象等。

波痕按成因,可分为流水波痕、浪成波痕和风成波痕;按规模大小,可分为小型波痕(H<6cm,L<60cm)、大型波痕(H>6cm,L>60cm);按对称指数,可分为对称波痕($RSI\approx1$)、不对称波痕($RSI>1$)。

流水波痕和风成波痕都是不对称波痕;而浪成波痕既有对称的,也有不对称的。流水波痕与不对称浪成波痕在形态上比较相近,在野外观察时,应根据以下特征加以区分:

(1) 不对称浪成的对称指数一般变化于 1.1～3.8 之间，而流水波痕的对称指数变化范围较大。因此当波痕指数大于 3.8 时，应属于流水波痕。

(2) 不对称浪成波痕的波痕指数一般变化于 5～16 之间，多数为 6～8，而流水波痕的波痕指数变化范围较大。因此波痕指数小于 5，大于 16 的不对称波痕应属流水波痕。

(3) 波长小于 4.5cm 的不对称波痕一般属于浪成波痕。

(4) 不对称浪成波痕的内部具有浪成交错层理的特征，而流水波痕内部则具流水沙纹层理的特征。

(5) 不对称浪成波痕的波脊常常出现分而复合的分叉形式，而流水波痕则多中断，并被其它脊所代替。此外，不对称浪成波痕的波脊也较流水波痕规则些(图 7-2)。

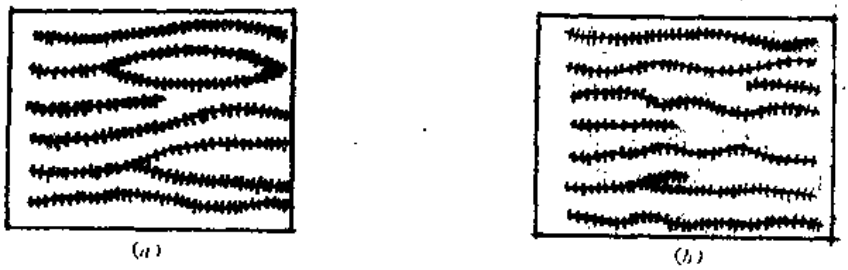


图 7-2　不对称浪成波痕与流水波痕波脊平面形态特征对比图

a—不对称浪成波痕；*b*—流水波痕

(据 Reineck 等，1980)

沉积构造的类型很多，它们的野外观察描述内容不能一一列举，但需要指出，对任何沉积构造，除了观察描述其形态特征外，还应详细测量各种数据，进行定量描述。如干裂缝的宽度和深度，鸟眼、结核等构造的数量、大小和排列方向、槽模、沟模的起伏高度、排列方向等。

二、陆源碎屑岩的野外观察与描述

陆源碎屑岩是母岩机械破碎的碎屑物质，经搬运、沉积、压实和胶结作用而成的岩石。陆源碎屑岩是煤系地层中最常见的岩石类型。

(一) 陆源碎屑岩的物质成分及肉眼鉴定特征

陆源碎屑岩主要由碎屑物质和填隙物质两部分组成。碎屑物质是碎屑岩的主要组分，含量应大于 50%；填隙物是充填碎屑孔隙的次要组分，按其成因可分为胶结物和杂基两种。

1. 碎屑物质

碎屑岩中最常见的碎屑物质是石英、长石和各种岩屑；此外，还有少量云母和重矿物。

1) 石英　为碎屑岩中分布最广的矿物碎屑，在砂岩和粉砂岩中的平均含量可达 66.8%。碎屑石英主要来源于花岗岩、片麻岩和某些沉积岩。

石英碎屑常呈灰白色、烟灰色，也可呈淡黄或黄褐色等，透明或半透明，硬度大于小刀。由于受到搬运过程中的磨蚀作用，光泽常变的较暗淡，仅在较大碎屑颗粒的断口上，才能看到较典型的贝壳状断口和油脂光泽。有时石英颗粒表面被填隙物污染，会出现较深的色调。如铁质胶结的石英砂岩，石英颗粒和整个岩石均呈紫褐色，因而给准确鉴定石英碎屑的含量带来一定难度。

2) 长石　在碎屑岩中的含量仅次于石英，砂岩中长石的平均含量约为 10～15%，煤系地层中砂岩的长石含量更高。

碎屑岩中以钾长石最常见，次为酸性斜长石，基性斜长石较少见。三者在肉眼条件下，难以准确鉴定，肉眼观察可以不区分。

长石碎屑多呈肉红色、灰白色或黄褐色，由于长石易于风化(高岭石化、绢云母化)，其硬度常变低，可被小刀刻动，光泽也较暗淡，或呈土状光泽。肉眼鉴定时，一般根据光泽、硬度、断面上有无解理等特征与石英相区分；根据碎屑的形态或轮廓，可与泥质填隙物相区别。

3) 岩屑　指母岩经机械破碎形成的保留原岩成分和结构特征的岩石碎块。岩屑的种类多样，但其含量与碎屑岩的粒度有关(粒度越粗，岩屑的含量越高)，岩屑的种类也越复杂。在砂岩中，主要出现细结构的岩屑，如隐晶质或半晶质的喷出岩岩屑、细粒的板岩、千枚岩岩屑、硅质岩或粉砂岩岩屑等。

根据所含的矿物成分和结构特征，砾岩中的岩屑比较易于鉴别。砂岩中的岩屑肉眼鉴别则较困难，一般根据其较粗糙的断口、较深的颜色(如暗灰、暗绿、暗红等色)、暗淡的光泽等作大致的判断，准确鉴定应在显微镜下进行。

4) 云母　碎屑岩中的云母主要为白云母。白云母一般呈细小鳞片状集中分布在细砂岩或粉砂岩的层面上，颜色较浅，但具较强的丝绢光泽，在阳光下闪闪发亮。野外鉴定时需注意，不要因其集中分布在层面上而将含量估计过高。

2. 填隙物质

填隙物是指充填于碎屑孔隙中的物质。按成因，填隙物质可分为胶结物和杂基两类。两者在成分上可以相同，也可以不同。在肉眼条件下难以区分时，可笼统称为填隙物或广义的胶结物。

杂基的成分主要是各种粘土矿物和各种极细粒的碎屑物质。胶结物的种类较多，常见的有硅质、钙质、铁质、磷质、海绿石质等。现将常见填隙物的肉眼鉴定特征简述如下：

1) 硅质胶结物　主要矿物成分是蛋白石、玉髓和石英。肉眼观察颜色较浅，灰白色、致密状，硬度大于小刀，有时碎屑颗粒(石英)与胶结物(自生石英)之间界线难以分辨。岩石胶结坚固，锤击不易破碎，断裂面常切穿碎屑颗粒。以纯石英砂岩硅质胶结者最为常见。

2) 钙质胶结物　矿物成分主要为方解石，颜色多呈白色或灰白色，硬度小于小刀，当其结晶较好时，可见菱形解理，滴稀盐酸剧烈起泡。如滴稀盐酸不起泡，当刮成粉末后起泡者则为白云质。

3) 铁质胶结物　矿物成分主要为赤铁矿，颜色常呈紫、红、褐等色，胶结坚固紧密，比重较大。风化后变为褐铁矿，风化后颜色变浅呈褐黄色，硬度也变小。

4) 海绿石质　绿色，致密状或颗粒状，硬度小于小刀，风化后变为褐铁矿，在岩石中呈褐色斑点或斑块。

5) 粘土杂基　以粘土矿物为主，常含少量细粉砂。颜色常呈褐色或黄褐色，含有机质时颜色较深，岩石一般较疏松粗糙，土状光泽，硬度小于小刀，易刻成粉末，遇水常变软，锤击岩石易破碎。

(二) 碎屑岩结构的野外划分

碎屑岩的结构包括碎屑颗粒的特点(颗粒大小、圆度、球度、形状、分选性等)、填隙物的特点，以及碎屑颗粒与填隙物之间的关系(胶结类型)三个方面的内容。野外观察时，主要是确定碎屑颗粒的大小、分选性、磨圆度、球度和胶结类型等。

1. 碎屑颗粒的大小及粒级划分

碎屑颗粒的大小称为粒度，一般用颗粒的视长径来计量。

目前常用的粒级划分有两种：一种是自然粒级标准；另一种是 Φ 粒级标准（$\Phi=-\lg_2 d$，d 为碎屑颗粒直径；表 7-7）。

表 7-7　　碎屑颗粒粒级划分表

颗粒类型			自然粒级标准	Φ 粒级标准	
大类	类		mm	毫米值	Φ 值
砾	粗砾		>100	64～6	−6～−4
	中砾		100～10	16～4	−4～−2
	细砾		10～2	4～2	−2～−1
砂	巨砂	粗砂	2～1	2～1	−1～0
	粗砂		1～0.5	1～0.5	0～1
	中砂	中砂	0.5～0.25	0.5～0.25	1～2
	细砂	细砂	0.25～0.1	0.25～0.125	2～3
	极细砂		0.1～0.05	0.125～0.0625	3～4
粉砂	粗粉砂	粉砂	0.05～0.01	0.0625～0.0156	4～6
	细粉砂		0.01～0.005	0.0156～0.0039	6～8
泥			<0.005	<0.0039	>8

自然界单一粒级的碎屑岩很少见，大部分是由几个不同粒级的碎屑组成，各粒级的百分含量不同，岩石的粒级名称也不相同。粒度分类命名原则如下：

（1）三级命名原则。以粒级含量 50%、25%、10%三个界线为依据，确定岩石的粒级名称。含量大于 50%的粒级作为岩石的基本名称，如中粒砂岩；含量 25%～50%的粒级，以"××质"的形式写在基本名称之前（"质"字常省略），如粉砂质细砂岩；含量 10%～25%的粒级，以"含××"写在岩石名称的最前面，如含砾粗砂岩、含粗砂粉砂质细砂岩；含量小于 10%的粒级不参加命名。

该三级命名原则，也适用于碳酸盐岩、泥质岩的成分分类。

（2）若岩石中没有一个粒级的含量大于 50%，但含量 25%～50%的粒级有两个时，则以这两个粒级的名称复合命名，以"××-××岩"的形式表示，含量多者在后，少者在前，其它含量更少的粒级仍按三级命名原则处理，如含粗砂的中—细粒砂岩。当岩石中有三种粒级均小于 50%，且都大于 25%时，可命名为不等粒砂岩。

（3）若岩石以两个粒级为主要组分，且两者含量多少用肉眼难以区分时，仍采用复合命名法，但两粒度名称之间不加"-"，如砂砾岩等。

（4）在使用上述原则时，作为基本名称的主要粒级，可细分，如砂可细分为粗砂、中砂、细砂等；作为次要名称的粒级组分，则只分为砾、砂、粉砂等，不再进一步细分。

2. 圆度

圆度是指碎屑颗粒的棱角被磨蚀圆化的程度。圆度的研究对象主要是中、粗碎屑岩，在野外粗碎屑岩可划分成极圆状、圆状、次圆状、次棱角状和棱角状等五个圆度级别，中碎屑岩

只划分为好(圆状)、中(次圆状或次棱角状)、差(棱角状)等三个级别,而粉砂岩一般不做圆度的划分和描述。

3. 分选性

分选性是指相同粒级的碎屑颗粒相对集中的程度,一般用同一粒级碎屑含量占全部碎屑总量的百分比来衡量。野外观察时通常划分为三个等级,即:当同一粒级的碎屑占全部碎屑的75%以上时,称分选性好;当同一粒级的碎屑占全部碎屑的50%～75%时,称分选性中等;当没有一个粒级的碎屑达到全部碎屑的50%时,称分选性差。

(三) 粗碎屑岩的野外观察描述

主要由2mm以上的碎屑颗粒组成的岩石称粗碎屑岩,又称砾岩。

砾岩的碎屑物质以岩屑为主,各种成分和结构的岩屑均可在砾岩中出现,在较细的砾岩中也可有较多的长石和石英碎屑。砾岩的孔隙多被砂质或杂基充填,有时也可有化学胶结物充填。砾岩的粒度变化,范围很大,分选性常较差。砾岩的磨圆度通常较好,只有在特殊环境条件下形成的砾岩才呈明显的角砾状。砾岩的层理一般发育不好,有时可出现厚度很大的交错层理和粒序层理。砾岩中的砾石常呈叠瓦状排列。

1. 粗碎屑岩的分类命名

目前对粗碎屑岩的分类还不够统一和规范,特别是对砾石量的下限,有人规定为50%,也有人规定为30%。由于粗碎屑岩在野外十分醒目,又具有较特殊的地质意义和成因,在沉积岩中的分布也较少,因此可将粗碎屑岩的砾石含量下限定为30%比较合适。

粗碎屑岩根据砾石的磨圆度,可分为砾岩和角砾岩;根据砾石成分的复杂程度,可分为单成分砾岩(又可按所含砾石的成分进一步命名)和复成分砾岩;根据砾岩在地层剖面中的位置,可分为底砾岩和层间砾岩;此外,还可按照砾岩的成因,可分为河成砾岩、滨岸砾岩、岩溶角砾岩和滑塌角砾岩等等。

粗碎屑岩的野外定名,应综合考虑砾石的成分、结构、构造等多种因素。各因素在岩石名称中的顺序依次为:颜色、岩层厚度、粒度、填隙物成分和主要砾石成分,如灰白色中厚层细粒硅质石英岩质砾岩。

2. 粗碎屑岩野外观察描述的内容

(1) 砾岩的颜色。

(2) 确定砾石的成分。注意砾石成分在平面和剖面上的变化规律,描述各种砾石的鉴定特征,统计各种砾石成分的百分含量。

(3) 观察并测量砾石的粒度,可以无选择地测量100个以上砾石的视长轴或测量一定范围内所有砾石的视长轴,求出平均粒径。确定砾岩的分选性,或根据测量的砾石计算出分选系数。注意观察砾石粒度在剖面和平面上的变化规律。

(4) 观察并确定砾石的磨圆度、球度和形状。

(5) 确定填隙物的成分、含量、充填方式等。

(6) 观察砾岩层的沉积构造特征,如有无层理和粒序性变化,砾石的排列是否有方向性,测量砾石长轴的延伸方向和砾石最大扁平面的倾斜方向。

(7) 测量砾岩层的厚度、产状,注意观察砾岩层与下伏岩层的接触关系、底面特征等。

(8) 综合定名。

3. 粗碎屑岩描述举例

浅灰色，厚层状，中细粒砾状结构，块状构造。砾石大小不一，分选性中到差，砾石最大者达 20mm，小者仅 2mm，以 10～15mm 者居多。砾石形状呈近等轴状，磨圆度中等，多为次圆状。砾石含量约占 70%，填隙物约占 30%，孔隙式胶结。

砾石成分以白云岩岩屑为主，次为硅质岩岩屑，并含少量喷出岩岩屑。白云岩岩屑为灰白色，硬度小于小刀，细晶结构，粉末滴稀盐酸起泡。硅质岩岩屑呈黑灰色到黑色，致密坚硬，可见水平状纹层构造。喷出岩岩屑呈浅紫红色，光泽暗淡，断口粗糙，具斑状结构，可见少量角闪石斑晶，属安山岩岩屑。

填隙物呈灰白色，局部带有绿色色调，点酸剧烈起泡，说明以钙质为主；此外，含少量砂级碎屑物充填。

综合定名：浅灰色厚层状中细粒钙质复成分砾岩。

（四）中碎屑岩的野外观察描述

主要由 2～0.05mm 的碎屑物质组成的岩石称中碎屑岩，即砂岩。

1. 砂岩的一般特征

砂岩的碎屑组分主要有石英、长石和各种岩屑。石英是砂岩的主要组分，一般含量较高，长石和岩屑属不稳定组分，一般含量较少。由砂岩粒度较细，所含的岩屑多为隐晶质或微晶质结构。砂岩的填隙物常为硅质、铁质或钙质等化学胶结物。在分选性差，成分复杂的砂岩中，则常以粘土杂基充填为主。

砂岩的粒度、分选性和磨圆度变化较大，层理构造和层面构造较为发育，常见交错层理、粒序层理等。

2. 砂岩的分类和命名

1）砂岩的分类　目前普遍采用砂岩成分——成因分类，又称四端元分类（图 7-3、表 7-8）。这种分类方案将组成砂岩的成分归纳出以下四种具有成因意义的端元组分：

M（杂基）端元　指小于 0.03mm 的粉砂质、粘土质机械混入物。

Q（石英）端元　包括石英、燧石，以及石英岩及其它硅质岩屑。

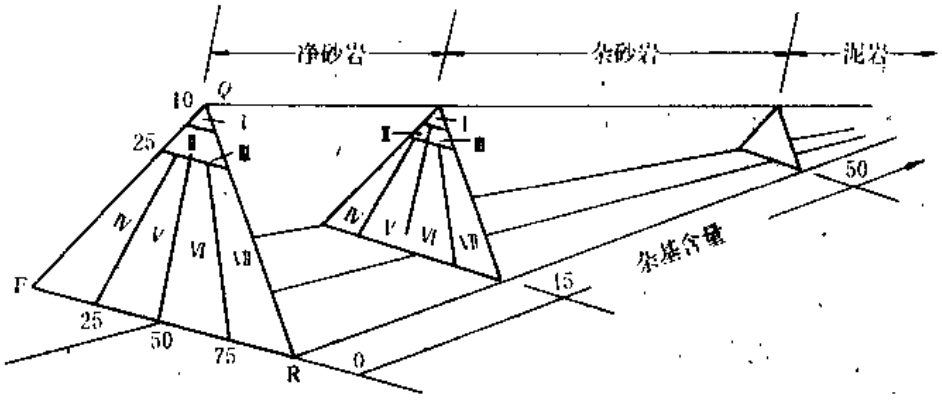


图 7-3　砂岩分类图

I—石英砂岩（杂砂岩）；II—长石石英砂岩（杂砂岩）；III—岩屑石英砂岩（杂砂岩）；IV—长石砂岩（杂砂岩）；V—岩屑长石砂岩（杂砂岩）；VI—长石岩屑砂岩（杂砂岩）；VII—岩屑砂岩（杂砂岩）

（据曾允孚、夏文杰，《沉积岩石学》，1986）

F(长石)端元　包括各种长石。

R(岩屑)端元　包括各种岩屑。

首先根据杂基的含量，将砂岩分为杂基含量小于15%的净砂岩(简称砂岩)和杂基含量大于15%的杂砂岩两大类型，再按石英(Q)、长石(F)和岩屑(R)三者的相对含量各划分出七种类型。

表7-8　　砂岩分类表

序号	岩石名称 (杂基含量>15%时加"杂"字)	石英含量 %	长石、岩屑含量	
			F+R,%	F/R
Ⅰ	石英(杂)砂岩	>90	<10	
Ⅱ	长石石英(杂)砂岩	75~90	10~25	>1
Ⅲ	岩屑石英(杂)砂岩	75~90	10~25	<1
Ⅳ	长石(杂)砂岩	<75	>25	>3
Ⅴ	岩屑长石(杂)砂岩	<75	>25	1~3
Ⅵ	长石岩屑(杂)砂岩	<75	>25	1~1/3
Ⅶ	岩屑(杂)砂岩	<75	>25	<1/3

2) 砂岩的命名　以成分——成因分类名称作为砂岩的基本名称。详细命名采用：颜色＋岩层厚度＋粒度＋胶结物成分＋基本名称的方法命名，如灰白色中厚层细粒钙质长石石英砂岩。

3. 砂岩野外观察描述的内容

(1) 观察描述砂岩的颜色。

(2) 观察砂岩的结构特征，确定结构类型，目估碎屑颗粒的粒度大小及变化范围，描述其分选性、磨圆度及胶结类型。

(3) 观察砂岩的岩层厚度，宏观沉积构造类型，如层理类型、波痕、底模、生物扰动构造、痕迹化石等，详细描述其特征。

(4) 鉴定碎屑物质和填隙物成分，目估百分含量，并描述它们的肉眼鉴定特征。

(5) 观察岩石的纵横向变化及其与上、下岩层间的接触关系。

(6) 其它特征，如风化特点、次生变化类型、地形地貌特征等。

(7) 综合定名。

4. 砂岩描述举例

新鲜面呈灰绿色，风化后为黄绿色。绿色系含较多的海绿石所致，故为自生色，可见较清晰的平行层理，层理因含海绿石多少不同而显现，细层厚度不一，一般为3~10mm。中粒砂状结构，碎屑粒度多在0.3~0.4mm左右，大小均一，分选好，磨圆度高，颗粒支撑，孔隙式胶结。碎屑成分较简单，石英约占碎屑的98%，灰白色，因受氧化铁浸染而略呈灰黄色；长石少量，估计不足2%，灰白色，粒度较石英略粗，磨圆亦较差，可见解理，略显玻璃光泽；此外，还含有极少量燧石岩屑，黑色，隐晶质结构。胶结物以硅质为主，次为海绿石，海绿石沿层理分布，部分因氧化而成褐铁矿斑点，整个岩石固结紧密坚硬。

综合定名：灰绿色中厚层中粒含海绿石硅质石英砂岩。

（五）细碎屑岩的野外观察描述

主要由 0.05～0.005mm 的碎屑物质组成的岩石称细碎屑岩，即粉砂岩。

粉砂岩的特点是：粒度细、碎屑物质成分较简单，以石英为主，长石和岩屑较少见，常有较多的白云母碎片沿层理面分布。碎屑颗粒磨圆差，多为棱角状，分选较好。填隙物以泥质较常见，常见泥质岩过渡，其次为钙质和铁质胶结物。粉砂岩中常发育纹层较细的水平层理或微波状层理，岩层厚度一般较薄。

粉砂岩野外观察描述的内容与砂岩基本相同。由于其粒度细、碎屑成分及粒度难以准确鉴定。因此对粉砂岩应注意观察颜色、混入物成分及含量，以及白云母碎片的分布特征、岩石的断口及层理特征，是否有生物碎片等。

粉砂岩在野外一般不再划分详细类型，可直接根据颜色、填隙物成分等单因素直接命名，如紫红色粉砂岩、钙质粉砂岩等。此外，也可综合各单因素特征进行命名，命名采用：颜色＋填隙物成分＋碎屑成分＋粒度＋粉砂岩的顺序进行，如紫红色钙质石英细粉砂岩。

粉砂岩描述举例　浅肉红色，风化后颜色变浅，并显的较为疏松，肉眼大致可辨碎屑颗粒，成分以石英为主，沿层面分布较多的白云母碎片，点酸剧烈起泡，钙质胶结。岩石呈薄层状，略显缓波状层理构造。命名：浅肉红色薄层钙质石英粉砂岩。

三、泥质岩的野外观察与描述

泥质岩主要是由粘土矿物和粒径小于 0.005mm 的极细粒碎屑物质组成的岩石。

（一）泥质岩的分类命名

泥质岩的分类，一般是首先根据岩石的固结程度和页理发育情况等特征分为粘土(泥)、泥岩和页岩三类；然后，进一步划分主要考虑粘土矿物成分、混入物成分和结构(表 7-9)。

表 7-9　　泥　质　岩　的　分　类

固结程度		结构(粉砂含量)			粘土矿物成分	混入物成分
		<5%	5%～25%	25%～50%		
未固结—弱固结		泥(粘土)	含粉砂泥(粘土)	粉砂质泥(粘土)	高岭石粘土、蒙脱石粘土 伊利石粘土	
固结	无纹理 无页理	泥　岩	含粉砂泥岩	粉砂质泥岩	高岭石粘土岩 伊利石粘土岩 蒙脱石粘土岩 高岭石-伊利石粘土岩等	钙质泥岩 铁质泥岩 硅质泥岩
	有纹理 有页理	页　岩	含粉砂页岩	粉砂质页岩		钙质页岩、炭质页岩 铁质页岩、黑色页岩 硅质页岩、油页岩
强固结		泥　板　岩				

注：据刘宝珺，1980。

泥质岩的野外定名一般综合颜色、混入物成分、结构和页理发育情况进行，如黑色含粉砂质炭质页岩。

（二）泥质岩野外观察描述的内容

(1) 颜色。泥质岩的颜色变化很大，常有灰白、灰绿、褐黄、紫红、黑等色。影响泥质岩颜

色的主要因素是粘土矿物的含量和混入物成分，因此可根据其颜色特征判断粘土矿物的含量和主要混入物的成分。例如，不含混入物的纯粘土岩常呈白色或灰白色；含铁质氧化物者呈红色、紫红色；含细分散黄铁矿或有机质者多呈黑色或黑灰色等等。

(2) 矿物成分。泥质岩矿物成分复杂，颗粒极细，肉眼条件下要准确鉴定粘土矿物几乎不可能。因此，在野外一般不鉴定泥质岩的粘土矿物成分，主要是根据颜色、硬度、点酸起泡情况等判别混入物的成分。

(3) 结构。泥质岩的常见结构有泥状结构、粉砂泥状结构、鲕状或豆状结构、生物泥状结构等。野外主要是依据手感、断口、刀切面特征等判别泥质岩的结构类型。例如，具泥状结构的岩石几乎全由粘土物质组成，岩石致密细腻，常见贝壳状断口，用手捻有滑感，刀切面光滑平整；具粉砂泥状结构的泥质岩断口粗糙，手捻有粗糙感，刀切面不光滑；具砂泥状结构的岩石，则能分辨出碎屑颗粒。

(4) 构造。泥质岩的常见构造除水平层理、干裂、雨痕外，页理是最常见的构造类型。页理构造是泥质岩经成岩后生作用后，因粘土矿物定向排列面沿层理方向易剥裂成页片的性质。页理的发育程度与粘土矿物、有机质含量和压实作用强度成正比，与碎屑物、化学混入物含量和生物扰动作用强度成反比。页理发育的泥质岩称页岩；页理不发育的泥质岩称泥岩。

(5) 生物化石。泥质岩中常含较多的生物化石，特别是在页理发育的泥质岩中，生物化石或化石碎片常沿页理分布。在描述时，要注意生物化石的种类、数量，以及保存的完整情况和分布状况。

(6) 物理性质。泥质岩常具某些特殊的物理性质，这些性质使泥质岩在工业上具有广泛的应用价值，同时也是判别泥质岩矿物成分的依据。因此要注意观察描述泥质岩的断口、硬度、光泽、粘舌性、可塑性，以及吸水膨胀性等物理性质。

(7) 其它特征。如岩层厚度、产状、与上下岩层的接触关系。

(8) 综合定名。

(三) 泥质岩描述举例

〔例1〕蒙脱石粘土岩

浅肉红色，泥状结构，块状构造。硬度小，固结程度低，较疏松，断口粗糙，略具滑感。在水中易泡软并剧烈膨胀，膨胀后体积增大约2～3倍。含少量次生碳酸盐矿物和碎屑物质，点酸起泡。

〔例2〕黄绿色粉砂质页岩

黄绿色，风化后呈褐黄色，粉砂泥状结构，页理发育，手捻有粗糙感，易破碎成碎片状，沿页理面有少量白云母分布，其它碎屑肉眼难以分辨。

四、碳酸盐岩的野外观察与描述

碳酸盐岩是钙镁碳酸盐矿物(方解石、白云石)含量大于50%的沉积岩。主要岩石类型为石灰岩和白云岩。

(一) 碳酸盐岩的一般特征

组成碳酸盐岩的矿物，除碳酸盐矿物外，还有陆源碎屑物质和非碳酸盐自生矿物，如石英、长石、粘土矿物、蛋白石、玉髓、石膏等。

碳酸盐岩的结构类型多样，基本类型有粒屑结构、泥晶结构、生物骨架结构、晶粒结构和残余结构等。

碳酸盐岩的构造，除常见的波痕、层理外，还常有缝合线，叠层石，鸟眼等特殊成因的构造。

碳酸盐岩常发生明显的成岩后生作用，如重结晶作用、压溶作用、交代作用等。

（二）碳酸盐岩的分类与命名

1. 碳酸盐岩的分类

1）碳酸盐岩的成分分类　碳酸盐岩除了以方解石为主的石灰岩和以白云石为主的白云岩两大基本类型外，还常有方解石与泥质、白云石与泥质两种成分的混合类型，以及方解石、白云石与泥质等三种成分的混合类型。对于两种或两种以上成分的混合类型，应采用前述三级分类命名原则进行详细分类。

2）碳酸盐岩的结构—成因分类　为目前最流行的分类方法，本文参照国内外已有的结构—成因分类方案，结合野外填图工作实际，提出下面的碳酸盐岩分类(表 7-10)，供野外工作参考。

2. 碳酸盐岩的命名

野外对碳酸盐岩命名时，以表 7-10 中的名称作为岩石的基本名称，并根据结构特征进一步细分。例如，内碎屑灰岩(白云岩)，可按内碎屑的粒度大小细分为砾屑(>2mm)、砂屑(2～0.05mm)、粉屑(0.05～0.005mm)和微屑(<0.005mm)等灰岩(白云岩)；骨屑灰岩(白云岩)，可按骨粒(屑)类型划分为介壳(屑)、虫(屑)、棘皮(屑)等灰岩(白云岩)；结晶(白云岩)，可按晶粒大小细分为巨晶(>2mm)、粗晶(2～0.5mm)、中晶(0.5～0.25mm)、细晶(0.25～0.05mm)、粉晶(0.05～0.005mm)、微晶(<0.005mm)等灰岩(白云岩)。两种颗粒为主的命名时多者在后，少者在前；三种和三种以上颗粒为主时，颗粒类型不参加命名，称为颗粒灰岩(粒屑灰岩)。

碳酸盐岩的详细名称应包括：颜色、层厚、特殊构造等内容，如灰黑色中厚层虫屑泥晶灰岩、褐黄色薄层鸟眼状微晶白云岩。

（三）碳酸盐岩野外观察描述的内容

(1) 颜色。碳酸盐岩的颜色多为各种色调的灰色，色调的深浅主要与有机质含量有关。有机质含量高时，岩石可呈黑灰色或黑色；含铁质时可呈红或黄色；含泥质时多呈褐黄色。

(2) 矿物成分。方解石、白云石及粘土物质仅凭肉眼很难准确区分，因此在野外对碳酸盐岩进行鉴定，需借助稀盐酸进行以下检验，并结合岩石的其它特征加以区分。

滴盐酸剧烈起泡，伴有嘶嘶的响声，并有小水珠飞溅，反应后无残余物者，一般以方解石为主，属石灰岩类。

滴盐酸起泡较剧烈，但响声微弱，无小水珠飞溅者，仍以方解石为主，但可能含有少量白云石，属白云质灰岩类。

滴酸反应不明显，起泡微弱，少量气泡滞留于岩石表面不动，无响声者，一般以白云石为主，含方解石较少，属灰质白云岩类。

滴酸不起泡或起泡极弱，仅在放大镜下才能见到极细小的气泡缓慢出现，将岩石研成粉末后滴酸则起泡，岩石常呈浅黄灰色，断口较粗糙，多呈瓷状或砂糖状，风化面有纵横交错的刀砍状溶沟——刀砍纹者，一般以白云石为主，属白云岩类。

滴酸起泡剧烈，但泡沫浑浊，反应后在岩石表面留有泥质薄膜，岩石新鲜面褐黄色，且较疏松者，一般含有较多的泥质，属泥灰岩类。

表7-10　　碳酸盐岩分类表

颗粒类型	石灰岩类						白云岩类	
	颗粒灰岩			泥晶灰岩	原地生物灰岩	(重)结晶灰岩	颗粒白云岩	结晶白云岩
	颗粒>50%		颗粒10~50%	颗粒<10%				
	亮晶胶结	泥晶基质	泥晶基质>50%	泥晶>90%				
内碎屑	亮晶内碎屑灰岩	泥晶内碎屑灰岩	内碎屑泥晶灰岩	泥晶灰岩	生物礁灰岩	巨晶灰岩	内碎屑白云岩	巨晶白云岩
鲕粒	亮晶鲕粒灰岩	泥晶鲕粒灰岩	鲕粒泥晶灰岩			粗晶灰岩	鲕粒白云岩	粗晶白云岩
骨粒(屑)	亮晶骨粒(屑)灰岩	泥晶骨粒(屑)灰岩	骨粒(屑)泥晶灰岩		生物层灰岩	中晶灰岩	骨粒(屑)白云岩	中晶白云岩
团粒	亮晶团粒灰岩	泥晶团粒灰岩	团粒泥晶灰岩			细晶灰岩	团粒白云岩	细晶白云岩
团块	亮晶团块灰岩	泥晶团块灰岩	团块泥晶灰岩		生物丘灰岩	粉晶灰岩	团块白云岩	粉晶白云岩
						微晶灰岩		微晶白云岩

(3) 结构。碳酸盐岩结构类型较多，在野外观察时应首先确定是否有颗粒(粒屑)存在。一般来说，颗粒多因颜色略与基质不同而显示出来，在风化后会更明显。

对于颗粒(粒屑)结构的岩石，要注意观察颗粒的大小、形态、分选性、磨圆度、排列方式等特征，并确定颗粒的类型和百分含量。此外，还要尽可能鉴别填隙物是亮晶，还是泥晶。一般来说泥晶颜色较深，光泽暗淡，结构致密，并常含杂质。颗粒含量少且分选磨圆差的灰岩，多以泥晶为主，亮晶颜色较浅并呈灰白色，较透明，方解石晶体亦粗大，有时可见解理；颗粒含量高且分选磨圆好的灰岩，多以亮晶胶结为主。准确鉴别泥晶与亮晶需在显微镜下进行。

对不含或少含颗粒(粒屑)的碳酸盐岩，应注意观察岩石的断口，光泽等特征，以区别泥晶结构与晶粒结构。一般泥晶结构常呈致密块状、光泽暗淡、贝壳状断口等特征；晶粒结构则断口粗糙或参差不平，可见较好的晶体或菱形解理等特征。对具晶粒结构的岩石，应注意观察矿物晶体的大小、形态等特征。

(4) 构造。观察有无层理、波痕、干裂，以及叠层石、缝合线、叠锥、鸟眼等构造，详细描述各种沉积构造的特征及发育程度。

(5) 观察岩层的厚度，以及与上、下岩层的接触关系等特征。

(6) 观察岩石的次生变化，如压溶、溶蚀、重结晶、交代等现象。

(7) 综合定名。

(四) 碳酸盐岩描述举例

暗紫色，中厚层状，块状构造，鲕粒结构。滴盐酸剧烈起泡，主要矿物成分为方解石，并含少量氧化铁混入物，因此岩石呈暗紫色。颗粒类型主要为鲕粒，含少量生物碎片。鲕粒多呈球形、椭球形，个别呈长条形，大小较均一，一般在2mm左右，肉眼隐约可见鲕粒内部的同心层状构造，含量约65%；生物碎片多呈长条形，约2～4mm，生物种属难以确定，约含5%；填隙物灰白色，较鲕粒颜色略浅，局部可见较粗大的方解石晶体，为亮晶方解石胶结，含量约30%。

综合定名：暗紫色中厚层亮晶鲕粒灰岩

第三节　变质岩的野外观察与描述

变质岩是原先已经存在的岩石(岩浆岩、沉积岩、变质岩)，经变质作用改造形成的岩石。

一、变质岩的一般分类命名原则

(一) 变质岩的分类

变质岩种类繁多，成因复杂。根据变质作用的类型，可分为五大类：接触变质岩类、气化热液变质岩类、动力变质岩类、区域变质岩类、混合岩类。各类变质岩产出的地质环境、变质作用特征见表7-11。

各类变质岩的进一步分类，以原岩成分和变质条件为依据。

(二) 变质岩的一般命名原则

1. 变质岩的基本名称

变质岩的基本名称主要依据结构、构造和主要矿物成分，具体命名方法如下：

(1) 具变余结构、构造的岩石，在原岩名称之前加“变质”二字，如变质砂岩。

(2) 具变晶结构或(和)变成构造的岩石，如：具定向构造，直接根据变成构造特征确定

表7-11　　变质岩的类型划分表

变质岩的类型	地质环境	变质因素（外部因素）	变质方式	分布	代表性岩石
接触变质岩类	发生在岩浆岩体和围岩的接触带上	于岩浆的高温和从岩浆中分出的溶液	重结晶、重组合及交代作用	范围小，围绕岩体呈环带状分布	角岩、大理岩、石英岩等
气化热液变质岩类	侵入体结晶晚期残余熔浆中的挥发组分作用于早期形成的岩石	侵入体的挥发性组分（气体和热水溶液）	交代作用	分布范围一般较小	矽卡岩、蛇纹岩、云英岩等
动力变质岩类	产在规模较大的断裂带附近	定向压力	变形、破碎、重结晶	范围小，沿断裂带分布	碎裂岩、糜棱岩等
区域变质岩类	地壳活动带伴随强烈构造运动所产生的一种变质作用	温度、静压力、定向压力及挥发组分等	重结晶、重组合、变形、变质分异、交代作用等	范围广、规模大、具有区域性	千枚岩、片岩、片麻岩
混合岩类	是向岩浆作用过渡的一种特殊的变质作用；岩石发生局部的或全部的重熔作用	高温、静压力、岩浆组分	强烈交代作用、变质分异、岩浆的贯入	范围广，分布于太古界变质岩系中	注入混合岩、混合片麻岩、混合花岗岩

基本名称，如板状构造——板岩、千枚状构造——千枚岩、片状构造——片岩、片麻状构造——片麻岩等；不具定向构造的粒状岩，一般根据含量最多的矿物确定基本名称，如角闪岩、石英岩、大理岩（碳酸盐矿物为主）等；个别岩石类型是根据外貌特征和结构、构造而使用习惯名称，如角岩、麻粒岩、变粒岩等。

（3）具碎裂结构、构造的岩石，依据碎裂特征确定基本名称，如构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩、千糜岩等。

2. 变质岩的详细命名

变质岩的详细命名是采用颜色＋特征的结构、构造＋矿物成分＋基本名称的方法。

矿物成分参加命名时，含量大于15%的直接参加命名；含量5～15%的在矿物名称之前加“含”字；含量小于5%的矿物一般不参加命名，但特征变质矿物应参加命名，在矿物名称前加“含”字；如银灰色石榴石白云母片岩。当参加命名的矿物较多时，矿物名称可略写，如含硅线十字石榴斜长片麻岩。

二、主要变质岩类型的肉眼鉴定特征

（1）热接触变质岩的肉眼鉴定特征，见表7-12所示。

（2）气化热液变质岩的鉴定特征，见表7-13所示。

（3）动力变质岩的肉眼鉴定特征，见表7-14所示。

（4）区域变质岩的肉眼鉴定特征，见表7-15所示。

（5）混合岩的肉眼鉴定特征，见表7-16所示。

三、变质岩野外观察描述的内容

(1) 颜色。

(2) 矿物成分。在对变质岩进行观察描述时，除了注意观察含量较多的主要矿物外，要特别注意特征变质矿物的观察和鉴定，以便为恢复原岩、分析变质作用的物理化学条件和变质作用强度提供依据。对岩石中含有的所有矿物都要注意观察描述其颜色、光泽、解理、硬度、形态、大小等鉴定特征，目估各种矿物的百分含量。描述的顺序是：具斑状变晶结构的，先描述变斑晶，后描述变基质；不具斑状变晶结构时，按照矿物的含量，由多到少依次描述。

(3) 结构。首先比较矿物的相对大小，看其是否具斑状变晶结构，再观察和度量矿物的绝对大小，然后观察变晶矿物的形态特征，最后对岩石的结构进行综合描述，定出岩石的结构类型。当岩石具等粒变晶结构时，描述方法为：粒度＋次要矿物形态＋主要矿物形态，如中粒鳞片粒状变晶结构；当岩石具斑状变晶结构时，描述方法为：具××变晶基质的斑状变晶结构，或者描述为具斑状变晶结构，基质具××变晶结构。

(4) 构造。要注意对片状矿物、柱状矿物和纤状矿物排列方式的观察，有无定向排列，是连续的定向排列还是断续的定向排列，最后定出岩石的构造类型。

表 7-12　　常见热接触变质岩鉴定特征表

原岩名称	变质级别	变质岩石	主要变质矿物	结构、构造	产状及其它
泥质岩	低级	斑点板岩 瘤状板岩 空晶石板岩 红柱石板岩 堇青石板岩	大部分仍为粘土矿物，变斑晶常为红柱石、空晶石、有时为堇青石	微弱重结晶的变余泥质结构，有时为斑状变晶结构，板状构造，斑点构造，瘤状构造等	围绕岩浆侵入体产生，围岩的热变质圈，愈靠近侵入体变质程度愈强，变质矿物出现比较多，晶体长得也较大，原岩的结构构造有较大的改造。多形成变晶结构；反之，远离侵入体，则原岩改造的程度比较弱，岩石的结构则以变余结构为主
	中级	红柱石角岩 堇青石角岩 云母片岩	基质为石英、长石、云母、绿泥石等；斑晶为红柱石堇青石等 石英、长石、云母	呈致密状角岩结构，或基质为斑状变晶结构的角岩结构，一般为块状构造具片状构造	
	高级	辉石角岩 片岩、片麻岩	出现正长石及辉石、也可有红柱石、堇青石、硅线石、石榴石及尖晶石、刚玉等	粒度较粗的角岩结构，斑状变晶结构，块状构造，片状构造，片麻状构造	
碳酸盐岩	低—高级	大理岩 白云大理岩	方解石、白云石、硅灰石、方镁石、透辉石、透闪石、石榴石、绿帘石	细—粗粒，等粒或不等粒变晶结构，块状构造	
砂岩、砾岩、粉砂岩碎屑岩	中—高级	石英岩	以石英、长石为主，可含其它少量变质矿物	细—粗粒，等粒或不等粒及斑状变晶结构，块状构造	
		长英角岩	含石英、长石外，还可有黑云母及红柱石等	细粒、等粒或斑状变晶结构、角岩结构，块状构造	

注：据《煤田地质普查勘探手册》，1981。

表 7-13　　常见气化热液变质岩鉴定特征表

蚀变类型	原岩性质	颜　色	矿　物　组　合	结构、构造	岩石名称
蛇纹石化	超基性岩（橄榄岩、辉石岩）	黑色、黑绿色、黄绿色	蛇纹石、石棉、滑石、菱镁矿、磁铁矿等	致密状结构，块状构造，硬度低，具滑感	蛇纹岩
云英岩化	酸性侵入岩（花岗岩等）	灰白、灰绿、黄或粉红色	主要是白云母和石英（石英含量常在50%以上，有时可达90%，云母约40～50%），此外，还含有黄玉、锂云母、电气石、萤石、绿柱石等，有时有金红石、毒砂、黄铁矿、辉钼矿，锡石、黑钨矿等	中粒至中粗粒鳞片变晶结构，交代结构，块状构造	云英岩
青磐岩化	中基性（有时也可以是酸性）火山岩（安山岩等）	绿色、灰绿、黄绿、暗绿等色	钠长石、冰长石、绿帘石、绿泥石、透闪石、阳起石、石英、绢云母、碳酸盐矿物、金红石等，此外尚有黝帘石、高岭石、明矾石、重晶石、黄铁矿等	多为隐晶结构，也常具斑状结构，致密块状构造	青磐岩（变安山岩）
次生石英岩化	中酸性火山岩或次火山岩（如流纹岩）	浅灰、黑灰或灰绿色	石英（占70～75%）、红柱石、刚玉，一水硬铝石、明矾石、高岭石、叶腊石及绢云母等	细粒结构及变余斑状结构，块状构造	次生石英岩
黄铁绢晶岩化	酸性脉岩	翠黄绿色、黄绿色、浅灰色等	绢云母、石英、黄铁矿及少量碳酸盐矿物等	中细粒至显微均粒鳞片变晶结构，块状构造，产于石英脉两侧	黄铁绢晶岩

注：据《煤田地质普查勘探手册》，1981。

表 7-14　　常见动力变质岩鉴定特征表

岩石名称	原岩性质	受力性质	鉴　定　特　征
构造角砾岩	各种岩石都有，多为沉积岩和火山岩	张性应力	由大小不同的角砾组成，具无定向排列的角砾结构；若有圆化现象，略有定向排列，则可能受张扭或压扭性应力形成，可称为构造圆化角砾结
碎裂岩（压碎岩）	各种刚性岩石（岩浆岩、沉积岩、变质岩均可）	压性或压扭性应力	具有碎裂及碎斑结构，没有定向构造，有时呈压碎眼球状构造，重结晶现象不发育，新生矿物较少见
糜棱岩	大部分由化学性质稳定的岩石形成，如花岗岩、片麻岩、片岩、砂岩等	压扭性应力	结构很细的糜棱结构，常具有明显的定向构造，呈纹理构造或眼球纹理构造，岩石坚硬致密，甚至很象硅质岩，重结晶现象明显，新生矿物为云母、绿泥石　绿帘石等，作定向性排列，具有千枚结构者称为千糜岩

注：据《煤田地质普查勘探手册》，1981。

表 7-15　　常见区域变质岩鉴定特征表

变质岩石	原岩类型	变质程度	矿物成分	结构、构造
板岩	泥质岩 粉砂岩 中酸性凝灰岩	轻微变质	主要为泥质、绢云母、绿泥石，少量白云母、黑云母、石英	变余泥质结构、隐晶质结构 板状构造
千枚岩	泥质岩 粉砂岩 中酸性凝灰岩	低级变质	主要为绢云母，绿泥石、石英、钠长石，可出现硬绿泥石、黑云母	显微变晶结构、基质具鳞片变晶结构的斑状变晶结构、块状构造
片岩	超基性岩、基性岩、各种凝灰岩、含杂质的砂岩、泥质岩、泥灰岩	低—中级变质	主要由云母、绿泥石、滑石、角闪石、阳起石等片状矿物组成，粒状矿物以石英为主，长石次之，可含石榴石、十字石、蓝晶石等特征变质矿物	鳞片变晶结构、纤状变晶结构、斑状变晶结构，片状构造
片麻岩	泥质岩、粉砂岩、砂岩、酸性或中酸性岩浆岩、火山碎屑岩	中—高级变质	主要由长石、石英和角闪石、黑云母组成，含硅线石、蓝晶石、石榴石、十字石、刚玉等特征变质矿物	中粗粒鳞片粒状变晶结构，片麻状构造
角闪岩 斜长角闪岩	基性岩（喷出岩、侵入岩和火山碎屑岩）、富铁的白云质泥灰岩	中—高级变质	主要由角闪石、斜长石组成，常见铁铝榴石、绿帘石、黝帘石、黑云母、透辉石等矿物	粒状变晶结构 块状构造
石英岩	砂岩、 硅质岩	低—高级变质	主要由石英组成，含杂质时，低温出现绢云母、绿泥石，中温出现白云母、黑云母、角闪石，高温出现辉石	粒状变晶结构 块状构造
大理岩	石灰岩 白云岩	低—高级变质	主要由方解石、白云石组成，含杂质时低温出现蛇纹石、滑石、透闪石、阳起石，中温出现符山石、钙铝榴石，高温出现镁橄榄石、透辉石等特征变质矿物	粒状变晶结构 块状构造、条带状构造

表 7-16　　常见混合岩的鉴定特征表

混合岩的类型	基　本　特　征
注入混合岩	混合程度较弱，只有少量长英质或花岗质脉体注入于变质岩基体中，交代作用不强烈或没有，脉体和基体界线清楚，黑白相间，浅色组分为后来加入的长英质脉体，深色为原岩的基体组分。根据结构、构造特征，又分以下四种类型： 1. 角砾状混合岩：深色的原岩呈砾块状分布于花岗质脉体中，或混合部分呈脉状充填于砾块之间； 2. 眼球状混合岩：在混合岩化过程中形成的长石或长石、石英的集合体成大致平行的眼球状和岩石的片理或片麻理方向一致； 3. 条带状混合岩：浅色的花岗质物质顺片理注入片岩或片麻岩组分中，形成黑白相间的条带； 4. 肠状混合岩：花岗质物质顺片理注入片理很发育的云母片岩中，脉体形成复杂的肠状褶皱。
混合片麻岩	混合岩化作用过程中以交代作用为主，基体和脉体界线模糊，外表呈现为各种残留阴影构造，一般是片麻状构造较明显，根据结构、构造又可分为以下二种类型： 1. 阴影混合岩：基体部分呈一些模糊的阴暗条带小团块和斑点不均匀无规律地分布于花岗岩质脉体部分中，两者界线已极模糊； 2. 均质混合岩：与花岗岩成分相似，但含长石较多或特多，一般具有明显的片麻构造，矿物成分变化大，常有暗色矿物集合体。
混合花岗岩	这类岩石是混合岩化的最终产物，渗透交代作用和重熔交代作用都可出现。其岩性比较均匀，外表和岩浆成因的花岗岩类极相似，但其中仍保留一定量的残留阴影或片麻状构造，脉状物质或交代斑晶亦可出现。

(5) 其它特征，如岩石的断口、光泽、次生变化、破碎情况等。

(6) 综合定名。

四、变质岩描述举例

〔例 1〕红柱石角岩

深灰色，块状构造，具微粒变晶基质的斑状变晶结构。变斑晶为红柱石，浅灰色，长柱状，横断面正方形，大小近等，长约 5～10mm，由于风化使光泽暗淡，含量约 15%；变基质深灰色，粒度细小，除黑云母因其鳞片状晶形和珍珠光泽易于识别外，其它矿物均难以分辨。

〔例 2〕石榴石白云母片岩

银灰色，片状构造，变基质具鳞片变晶结构的斑状变晶结构。变斑晶石榴石，暗紫红色，等轴粒状，粒度 4～5mm，大小近等，略突出于岩石表面，含量约 5%；变基质主要由白云母和石英组成，白云母为银白色，鳞片状，平行连续定向排列，具较强的丝绢光泽，含量约 70%，石英为灰白色，颗粒细小，它形粒状，夹于平行排列的白云母之间，含量约 25%。

第八章　主要构造形态的野外观察、描述与研究

褶皱、节理、断层、不整合等基本构造类型的野外观察、描述与研究，是地质填图工作中一项十分重要的工作。特别是当地质构造比较复杂的情况下，构造问题的解决往往是能否顺利地进行地质填图的关键。因此，强调在地质填图工作中对构造的观察、描述与研究就显得十分必要。

第一节　褶　　皱

地质填图工作中，必须在野外识别褶皱，查明褶皱的几何特征、成因类型及形成时代，并作好编录工作。

一、褶皱的野外识别

小型褶皱可在野外露头或定向手标本上直接观察确定；较大型褶皱，特别是被剥蚀后的褶皱的确定，常常需要在一定范围内查明地层的层序、分布及其产状变化后才能确定。一般可从以下两方面进行研究确定：

1. 地层剖面的研究

地层剖面的研究，一般选择在垂直地层走向、露头良好、产状清楚的地段，并常在相隔一定距离的几条剖面上进行。首先要利用岩石地层学、生物地层学及年代地层学等方法，确定地层层序、地层单位。有时因构造复杂、化石保存极差的情况下，则需要认真观察沉积岩层的原生构造，以及层间褶皱、层间劈理等，研究它们与层面的关系，借以判识岩层的顶、底面和相对顺序。其次，还应随时观测和记录岩层的产状，尤其是标志层的产状变化趋势，并在此基础上，根据地层分布是否具有对称重复出露的规律，结合产状的改变，确定褶皱的存在与否。

这里需要指出两点：一是褶皱所造成的地层重复，大致是以轴面为对称面的对称重复，这种对称重复的出现与地层的产状改变有关，据此可与某些断层所造成的顺序重复（断层面两侧地层按相同层序不对称重复出露）及由地形因素所造成的单斜岩层或水平岩层的对称重复出露相区别；二是在断层，特别是一些较大的纵向断层与褶皱并存时，常需进一步扩大观察范围，并作地质剖面图，然后将断层所引起的地层重复（或缺失）恢复到原来的位态，使断层破坏对地层分布的影响基本上消除后，再进行综合分析，以确定褶皱的存在。

2. 地层在平面上分布特征的研究

为查明褶皱的存在，进一步了解褶皱的全貌，地质填图是一种重要手段。在地质图上主要是研究同一地层界线的分布状况，即当地层界线作有规律的封闭或半封闭时，如果不是地形因素所造成的，则说明有褶皱构造存在。核部地层较两翼地层老的是背斜；反之，则是向斜。在个别地区，如果地层层序尚未查清的情况下，可暂时按产状来区分为背形或向形。

二、褶皱的几何分析

自然界中，褶皱的几何形态各式各样。要研究褶皱的几何特征，就必须研究褶皱要素、褶

皱层的产状和厚度变化等，并通过地质制图，进一步研究褶皱在横剖面上、纵剖面上、平面上的特征，以揭示褶皱在三维空间的几何特征，确定褶皱的形态类型。

（一）测定褶皱枢纽和轴面产状

小型褶皱或露头完好的褶皱，可在野外直接测定。较大的或露头不完好的圆柱状褶皱，或者视为圆柱状褶皱的段落，可根据同一褶皱层上两翼的若干产状，用赤平投影法求褶皱枢纽的产状。如图 8-1 所示，根据同一岩层在圆柱状褶皱两翼的 4 个产状，求枢纽倾伏的 β 图解和 π 图解。

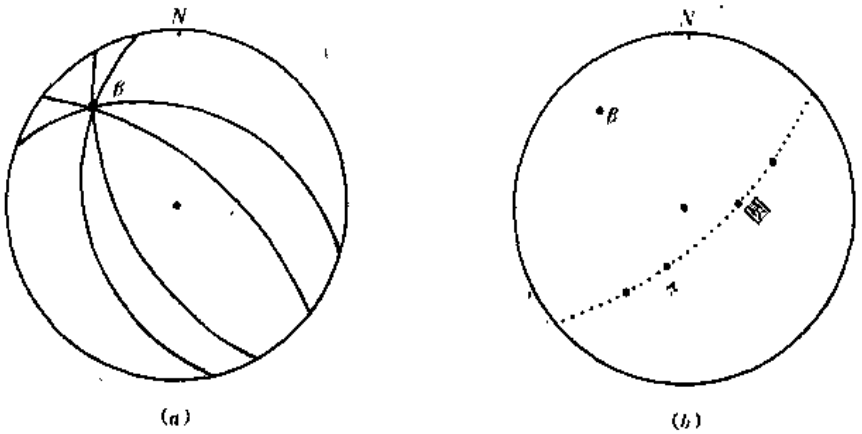


图 8-1 β 图和 π 图

a—β 图解，用大圆弧法表示圆柱状褶皱两翼同一岩层上各处产状，大圆弧的交点 β，即枢纽产状；

b—π 图解，用层面法线的极点表示图 *a* 中相同各产状构成的 π 圆。π 圆法线的极点为 β，即枢纽产状

由此再进一步可利用横截面上的轴迹与枢纽共面的关系等，求轴面产状（具体操作，参见《构造地质学》中“极射赤平投影在构造地质学中的应用”部分）。

（二）确定褶皱的主要形态类型

1. 褶皱的几何类型

根据同一褶皱层两翼不同部位产状作成的 β 图或 π 图中，大圆弧是否交会于一点或密集在很小范围内，或者其极点是否大致沿着一大圆弧分布，从面分为圆柱状褶皱和非圆柱状褶皱。

2. 褶皱的产状类型

对于圆柱状褶皱或可视为圆柱状褶皱的段落，可根据轴面和枢纽产状，将褶皱分为七种产状类型：直立水平褶皱、直立倾伏褶皱、倾竖褶皱、斜歪水平褶皱、斜歪倾伏褶皱、平卧褶皱、斜卧褶皱。

3. 褶皱在横剖面上的形态类型

（1）查明轴面和两翼产状，将褶皱分为直立褶皱、斜歪褶皱、倒转褶皱、平卧褶皱、翻卷褶皱。

（2）查明岩层厚度在褶皱转折端和两翼的原生变化及次生变化，将褶皱分为顶薄褶皱、顶厚褶皱、平行褶皱。

（3）查明褶皱层的弯曲形态，将褶皱分为圆弧褶皱、尖棱褶皱、箱状褶皱、扇形褶皱、挠曲。

(4) 查明同一褶皱中各褶皱层形态变化的相互关系，将褶皱分为协调褶皱(如平行褶皱与相似褶皱)和不协调褶皱(如层间褶皱)。

4. 褶皱横截面的几何类型

作褶皱横截面图，查明褶皱层厚度变化和等倾斜线型式所反映的褶皱面的曲率变化特征，将褶皱区分为 1_A 型——顶薄褶皱；1_B——平行褶皱；1_C 型——压扁型平行褶皱(平行褶皱向相似褶皱过渡的类型)；Ⅱ型——相似褶皱；Ⅲ型——顶厚褶皱。

5. 褶皱的组合型式

一个范围较大的地区，需要查明一系列褶皱的成生联系和空间分布关系，划分组合型式。如将褶皱系列划分为隔档式褶皱、隔槽式褶皱、复背斜、复向斜；纬向构造带、经向构造带、多字型构造、山字型构造、歹字型构造等。

三、确定褶皱的成因类型

确定褶皱成因类型的方法主要是查明褶皱的形态及其内部构造特征，进而反推褶皱成生的作用力方式是水平作用力还是垂直作用力，以及褶皱成生的物质运动方式是层间滑动还是沿剪裂面或次生劈理面穿层滑动；是切层流动、顺层流动还是粘滞性流动？从而区分为纵弯褶皱、横弯褶皱、剪切褶皱和流褶皱。

(一) 纵弯褶皱

纵弯褶皱的主要识别标志如下：

(1) 各个褶皱单层具有中和面特征。如在背斜岩层的中和面以上，常发育有扇形排列的纵张节理或小型正断层；在背斜岩层中和面以下，常发育有揉皱或小型逆断层等。

(2) 常发育有层间破劈理、层间破碎带、旋转剪节理或层间拖曳褶皱等。在正常产状的岩层中，层间破劈理或层间拖曳褶皱的轴面与其相邻上、下层面间的锐夹角，指示上覆新岩层逆倾向上滑、下伏老岩层顺倾向下滑的运动方向。

(3) 在垂直枢纽的方向上，可有层面擦痕发育。

(4) 在转折端可出现虚脱现象，从而可形成鞍状矿体或岩鞍。

(5) 较为软弱的岩层会出现受层面控制的物质流动，其流动的方向一般自翼部流向转折端，表现为翼部变薄，轴部加厚，形成相似褶皱或顶厚褶皱，并可能产生线理、流劈理、构造透镜体等。

(二) 横弯褶皱

横弯褶皱的主要识别标志如下：

(1) 各个岩层均表现为伸张状态，无中和面。

(2) 褶皱顶部张节理及正断层发育。正断层常组合成地堑。

(3) 伴生的层间拖曳褶皱的轴面与相邻上、下层面间的锐夹角，指示上覆新岩层顺倾向下滑、下伏老岩层逆倾向上滑的运动方向。

(4) 较软弱岩层可出现物质自顶部向两翼的流动，形成顶薄褶皱。

(5) 常形成弯窿构造，并伴生放射状或环状断裂系统。

(三) 剪切褶皱

剪切褶皱的主要识别标志如下：

(1) 滑动面是穿层的，不受层面控制。

(2) 滑动面是一系列密集的劈理面或剪裂面。

(3) 多发育在变质岩区。每个滑片所限制的岩层"厚度"大致相等，但滑动结果表现为翼部变薄、轴部加厚，常构成相似褶皱。

(四) 流褶皱

流褶皱的主要识别标志是：

组成岩石为高塑性的(如盐岩或煤层等)，或岩石在变形过程中处于高温高压环境下具有高塑性岩石的特性，并有与粘稠流体相似的流动特征，故常形成复杂多变的肠状褶皱。

需要强调指出，一个褶皱可以归属于一个以上的褶皱成因类型，此时应查明成因的主次关系。这里只就单个褶皱形成的力学方式来说的，并未涉及区域性的地壳运动方式，也未涉及二次或二次以上构造运动的多期变形问题。

四、褶皱的形成时代

确定褶皱形成时代，除同沉积褶皱可采用岩性厚度分析法外，一般均采用角度不整合分析法。

1. 角度不整合分析法

角度不整合分析法主要是根据反映区域构造运动幕(褶皱幕)的区域性角度不整合，来判断褶皱的形成时代。一般来说，褶皱是在掩盖它的不整合面下伏最新的褶皱岩层时代之后，在上覆最老地层时代之前形成的。这个时差，即是一次区域性角度不整合形成时代，它反映一次与之相对应的区域性褶皱形成时代。此时差愈小，所确定的褶皱形成时代愈确切。

2. 岩性厚度分析法

岩性厚度分析法主要是根据组成同沉积褶皱的地层在剖面中的岩性厚度变化，结合两翼产状变化来判断褶皱的形成时代。如一个同沉积背斜的顶部，岩层粒度较粗，层厚较小，甚至缺层；向两翼和向斜部位，粒度逐渐变细，层厚逐渐增大，甚至层数增多；且这种褶皱常较宽缓，顶部和槽部的岩层倾角较小，向两翼倾角逐渐增大等。上述特征表明，岩层在沉积过程中地壳发生过长期不均衡的升降运动，褶皱是在岩层沉积的同时逐渐形成的(同沉积褶皱)。所以同沉积褶皱的形成时代，可根据所在地层剖面中具有上述特征的地层时代进行确定。即组成同沉积褶皱的地层中，其最老地层至最新地层的时代，为该同沉积褶皱的形成时代。

五、褶皱的观测与记录

对褶皱的观察结果，应随时记录、素描和照相，以便在综合分析时，做到实际资料充分。其记录方式因具体内容或个人习惯不同而不同。本节所述内容，都是应观测记录的内容。对于初学者来说，一般可参考表 8-1 进行观察记录。

表 8-1　　褶皱观测记录简表

褶皱名称	地理位置	核部地层及出露位置	两翼地层及产状	转折端形态	枢纽产状	轴面产状	褶皱层厚度及变化趋势	与其它构造的关系	褶皱规模	褶皱类型	其它

记录者：　　记录日期：

第二节　节　理

节理在自然界中分布极广。在野外鉴别构造节理时，应从其力学性质、分期、配套、频度测定，以及野外观测与制图等实际内容进行分析。

一、节理力学性质的鉴定

在野外应根据保存较好的节理特征，区分张节理和剪节理。主要特征对比见表 8-2 所示；此外，还应注意识别节理力学性质的复合现象。

表 8-2　　张节理与剪节理主要特征对比表

张节理主要特征	剪节理主要特征
1. 产状不稳定，延伸不远	1. 产状较稳定，延伸较远
2. 节理面粗糙弯曲，常无擦痕，多绕过砾石，如砾石被断开时破裂面凹凸不平	2. 节理面平直光滑，有擦痕发育，常切割砾石或粗粒碎屑颗粒，切割面较平直
3. 节理两壁常张开，多被矿物质充填，脉壁不规划；与张节理同时成生的纤维状矿物垂直节理面生长，延伸短，尖灭快	3. 节理两壁常闭合，被矿物质充填时脉壁较平直；与剪节理同时成生的纤维状矿物平行节理面生长，延伸较长，产状较稳定
4. 组合形态常呈雁列式、锯齿状、放射状、同心环状、树枝状、网格状等	4. 常由两组节理构成 X 型共轭节理系；各级的节理之间多成等距离平行排列；主剪切面有时系由斜列的小节理构成的羽列带表现出来
5. 在节理尾端多呈树枝状、杏仁状结环，以及各种不规则状态	5. 在节理尾端常形成折尾、菱形结环或直线式分叉

二、节理的分期与配套

节理的分期与配套，应在野外与节理力学性质的鉴别同时进行。这里主要是介绍共轭剪节理的分期与配套。

（一）节理分期的主要依据

1. 交切关系

交切关系包括互切（同期节理相互切错）、错开（晚期节理错断开早期节理）和限制（早期节理限制晚期节理的延伸范围）等三种关系。

2. 追踪关系

后期节理是利用和改造早期节理而形成的。如追踪张节理，它晚于被追踪的剪节理而形成。

3. 节理中充填物的特征及其相互关系

不同期的节理中充填物的特征常不相同，而同期节理往往具有相同的充填物，据此可将不同期的节理加以区别。当充填物被错断时，其充填物被错断的节理先形成。

（二）节理配套的主要依据

1. 共轭组合关系

（1）两组剪节理互切，或根据剪节理面上的擦痕方向所反映的两组剪节理，剪切旋向相反，表明具有统一的力学关系，应视为共轭组合关系。

（2）按追踪张节理的锯齿边，或剪节理尾端变化（如折尾、菱形结环）所显示的共轭组合

关系配套。

(3) 按共轭剪切带中的两组雁列式节理所显示的共轭组合关系配套。

2. 综合分析

对节理的配套研究，除注意它们的共轭组合关系外，尚应研究节理所在的岩石性质和构造部位，这是因为节理的分布往往与岩性或所处的构造部位有着一定的关系。当从区域上进行分析时，常常发现有穿层性、延深性较强，且间距大、范围广的节理存在，这时则应考虑是否存在局部性的和区域性的两套节理共存。如果是这样，将会避免因局部性和区域性两套节理在同一地区交织难辨的困境。

节理的配套主要是指共轭剪节理的配套。有时利用张节理与共轭剪节理的方位关系进行研究，往往会收到较好的效果。当在大致平分一对共轭剪节理的方位上发育着一组张节理，这就更加证明确定的共轭剪节理是正确的。根据张节理的存在，又可对剪节理进行配套。

必须指出，节理的配套，只在确认节理是同期的才能配套；节理的分期、配套，都必须在野外同时进行。在野外观测的基础上，可进一步作统计分析，有时还需要将室内统计分析的结果再带到野外验证。

三、测定节理的频度

测定节理频度或节理密度，应在垂直节理面走向的方向上进行测量每米距离内的节理条数(条/米)。在实际工作中，一般是选取较平整的表面，在垂直大多数节理走向的方位上来测量每米距离内的节理条数。

四、节理的野外观测与制图

1. 节理观测点的布置

节理观测点的布置主要根据研究目的、地质特征和节理发育状况布点，不要求一定均匀布置，但点要疏密适度。在布点时应尽量满足下列条件：

(1) 露头良好，最好选择便于从不同剖面上观测节理的露头。

(2) 构造特征清楚，节理发育。

(3) 露头面积一般不小于 $10m^2$，以便于大量测量节理产状。

(4) 观测点应选在构造上的重要部位，并考虑在不同构造层、不同岩系和不同岩性层中布点。

2. 观测内容

从观测点对节理进行观测的内容，一般按表 8-3 登录，但具体观测内容如下：

(1) 观测点的地质背景，如构造部位、地层、岩性、岩层产状等。

(2) 鉴别节理类型，划分节理组、系，测量露头上所有节理产状。

(3) 测定节理频度、规模。

(4) 对节理进行分期、配套。

(5) 观察节理面、节理中充填物的特征。

3. 节理观测资料的室内整理与制图

每个观测点的节理产状，均应按倾向(方位角)由小到大的顺序系统整理，用统计方法编制各种节理统计图。基本节理图有：节理玫瑰花图(包括节理走向玫瑰花图、节理倾向玫瑰花图、倾角玫瑰花图)、节理极点图、节理等密图、节理构造图等。

表8-3　　节理观测点登记表

节理观测点号及位置	地层时代、层位和岩性	岩层产状和构造部位	节理组及其力学性质	节理产状	节理面特征及充填物	节理分期与配套	与主应力轴的关系	节理频度条/米	备注

记录者：　　记录日期：

有关作图方法、优缺点及应用条件，参见《构造地质学》教材，这里不再赘述。但需指出，通过作节理统计图，特别是节理等密图，能较准确地反映出节理发育程度及各组节理产状的优势方位。由此再结合各节理观测点的地质背景，应用各个观测点的共轭剪节理产状优势方位，作出相应的赤平投影图（如表示主应力轴的赤平投影图），进而为恢复构造应力场和认识其它地质构造问题提供基础地质依据。

第三节　断　　层

断层是地壳中重要构造类型之一，常常也是争议最多的构造疑难问题之一。对断层的观测研究，首先必须在野外识别断层，而后查明断层的几何特征，测定断距，确定断层的活动时代等，并同时作好观测记录工作。

一、断层的野外识别

根据识别标志发现断层，是野外研究断层的首要问题。识别断层存在的主要标志如下：

1. 构造标志

断层在形成过程中，总是要遗留下许多构造现象，这些现象是识别断层存在的重要依据，概括起来有以下几点：

（1）发现断层面（带）的存在。

（2）发现地层、矿层（煤层）、岩脉、侵入体与围岩接触面；或构造面（断层面、不整合面）等地质体，在平面上或剖面上突然中断或错开，说明有断层存在。

（3）发现成狭长带状的构造强化现象。如节理、劈理或片理沿某一狭长条带迥然密集，出现狭长的挤压揉褶带、破碎带、构造透镜体带，以及岩层产状的急剧变化等。

（4）发现断层角砾岩、碎裂岩、糜棱岩、构造片岩等构造岩。

2. 地层标志

发现地层的顺序重复或突然缺失，以及地层厚度的突然加厚或变薄的现象，是识别断层存在的重要标志。但需注意与沉积原因所造成的厚度变化及区域性地层缺失相区别。

3. 岩浆作用标志

发现岩浆岩体，以及硅化、矿化或其它围岩蚀变等带呈狭长带状延伸现象。

4. 岩相、厚度标志

发现岩相和沉积岩厚度沿某一狭长条带两侧截然剧变。

5. 地貌标志

发现断层崖或断层三角面、错断山脊或错断河谷、河流流向突变、串珠状分布的湖泊或洼地、带状分布的泉水、横切山岭走向的山前平原所显示的截接关系等，常可提供断层存在的重要线索。

上述断层识别标志的一个共同特征是：地质、地貌均在一定方向上呈现异常现象。一旦发现此种异常，即应注意进一步寻找各种断层识别标志，以便确定断层的存在。如果证据不足，则应推测为断层可能不存在。

二、断层的几何分析

发现断层时，应随即观测研究断层的几何形态特征，主要是断层的几何要素、断层两盘的相对运动方向，并根据这些要素划分断层类型。

（一）观测断层的几何要素

1. 观测断层面（带）的产状和规模

1）直接观测　在出露的断层面（带）上，直接观测断层产状及其沿走向、倾向上的变化，追索断层的延展范围。

2）间接观测　包括以下四点：

（1）追索断层线与地形等高线的关系，应用“V”字形法则反推断层面产状。

（2）在断层面（带）上，根据不在一直线上的已知三点的位置及高程推算其产状。

（3）当主要断层面产状不易直接确定时，可选取大致平行主要断层面的一系列次级断层面的优势产状，代表主断层面的产状。

（4）根据派生的且大致平行断层面的揉褶带、构造片岩带、构造透镜体带的产状来推断断层产状。

为了较客观地确定断层产状及其变化，在间接观测时，应尽量选取两种以上方法综合确定，并查明断层沿走向的延伸长度；对于沿倾向的变化及延伸深度，常常因受地形条件限制，需借助于区域构造综合分析或地球物理方法确定。

2. 确定断盘名称

（1）按断盘在倾斜断层面以上或以下，命名为上盘、下盘。

（2）按两盘相对升、降关系，命名为上升盘、下降盘。

（3）断层面近于直立的平移断层或性质不明的断层，按两盘所在的相对方位命名为东盘、西盘等。

3. 观测断层擦痕的倾伏与侧伏

当一个断层面上有几组擦痕叠置时，其中保存最完好的一组擦痕一般是最后一次滑动造成的，其倾伏指示最后一次相对滑向。对可辨认的每一组断层擦痕都应分别测量其倾伏和侧伏，注意它们之间的先后关系，并作好记录、素描或照相。

4. 观测断层位移的距离

断层位移的距离被划分为滑距和断距两大类。由于滑距常常难于测定，实用意义也不

大，故生产中主要是测定断距。有关断距的测定和命名目前尚不够统一，因此另作介绍。

（二）观测断层两盘的相对运动方向

1. 根据两盘地层新老关系及褶皱核部宽度变化推测

对于走向断层或纵断层，一般断层两侧较老地层所在盘为上升盘。但当地层倒转，或断层倾角小于地层倾角且倾向相同时，则较老地层所在盘为下降盘。对于切割褶皱的横断层，当褶皱的轴迹或核部地层界线同向错开时，可指示为平移运动；当褶皱核部同一岩层宽度或核部地层新、老有变化时，指示有相对升降运动。一般是背斜在上升盘部分核部变宽或变老，向斜在上升盘部分核部变窄或变老。如果横断层两盘沿断层面斜向滑动，则不仅轴迹或核部错开，而且核部宽度或核部地层新、老也有变化。

2. 根据两盘派生的小构造推测

（1）利用牵引构造或逆牵引构造。对比牵引构造的弯曲方向，可以确定断层的两盘相对滑向。逆牵引构造与牵引构造，反映了相反的断层两盘相对滑向。

（2）利用断层面上的擦痕、阶步或反阶步，尤其用手沿擦痕轻轻抚摸感觉光滑的方向，或擦沟由宽变窄、由深变浅的方向，即指示对盘滑向。

（3）两盘派生的小褶皱轴面与断层面的锐夹角，或雁列式构造透镜体的 AB 面与断层面的锐夹角，一般指示对盘滑向。

（4）羽状张节理，与断层面成小角度相交的一组剪节理，它们与断层面所夹锐角均指示本盘滑向。

3. 其它

（1）根据断层角砾岩中，特殊成分的角砾分布状况与其母岩的关系，可确定两盘的相对运动方向。

（2）根据二共轭断层的产状，应用赤平投影求解断层与主应力轴的关系，分析推断断层两盘的相对滑向。

在确定断层两盘相对运动时，要注意断层效应的观察分析，特别对于横断层或斜断层在切过单斜岩层的部分，正断层或逆断层的上升盘会在平面上表现为顺断层倾向平移的效应；平移断层沿着岩层倾向平移的一盘，会在切过断层的剖面上表现为上升的效应。因此必须注意，切不可将断盘沿一个方向滑动所导致的在另一个方向上的断层效应，误认为是该断盘的相对滑向。所以在确定断盘相对滑向时，最好采用多种方法综合确定。有时利用研究区构造规律，类比同性质的已知断层断盘的滑向，也可作为推断断层断盘滑向的一种方法。

（三）观测断层的几何形态类型

1. 查明断层产状与有关构造的几何关系

（1）查明断层走向与褶皱枢纽或区域构造线方向之间的关系，将断层区分为纵断层、横断层、斜断层。

（2）查明断层产状与所在倾斜岩层产状之间的关系，将断层区分为走向断层、倾向断层、斜向断层和顺层断层。

2. 查明断层产状、两盘相对运动方向及断层滑动线的侧伏角

应查明断层产状、两盘相对运动方向及断层擦痕的侧伏方向，将断层区分为正断层、逆断层（或逆掩断层）、左行平移断层、右行平移断层，以及正-平移断层、逆-平移断层、平移-正断层、平移-逆断层、枢纽断层等。

3. 查明断层的规模

断层规模包括断距、断层带宽度、断层沿走向的延伸长度，顺倾斜方向的延长深度。研究断层的规模，对于研究一个地区构造间的相互关系和构造发展史，以及对地层、矿产的控制等都具有重要的意义。当断层规模巨大，其延伸长达数百公里或上千公里，向下切割深度可达硅镁层，甚至切穿地壳或岩石圈，这种断层则应命名为区域性大断裂或深断裂。

三、测定断距

断距是指断层两盘被错开的同一岩层顶面或底面之间的相对距离。由于沿不同方向的剖面上测定的断距值常不同，因此它是一种视断距。生产中一般是在垂直于地层走向或断层走向的剖面图上，或者根据工程需要，在探、采工程线上(不一定垂直于地层走向或断层走向)，来量取断层两盘同一岩层之间的距离来确定断距。

1. 在垂直于被错断地层走向的剖面图上测定断距

如图 8-2b 所示，按选取的煤层 K，测定 hg(铅直地层断距)、ho(地层断距)、hf(水平地层断距或水平断距)；xy(落差)及 yz(平错)。上述断距之间，有如下几何关系：

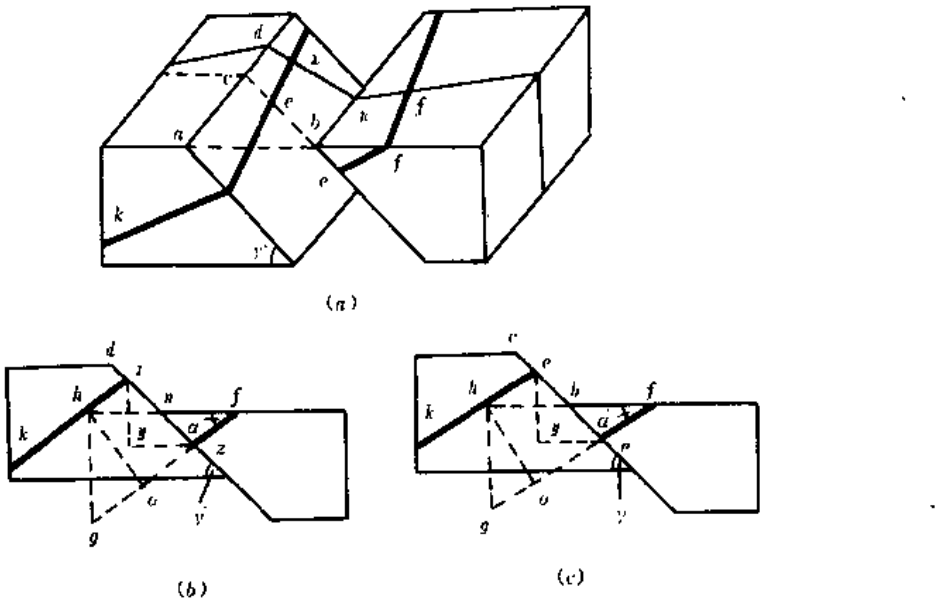


图 8-2　断层位移图

a—断层位移立体图；b—垂直于被错断地层走向的剖面图；c—垂直于断层走向的剖面图

α—地层倾角；α'—地层视倾角；γ—断层倾角；γ'—断层视倾角；K—断层两盘被断开的同一岩层或煤层

$$hg = hf\,\mathrm{tg}\alpha \tag{8-1}$$

$$ho = hg\cos\alpha = hf\sin\alpha \tag{8-2}$$

$$xy = xz\sin\gamma' = \frac{hg\cos\alpha\sin\gamma'}{\sin(\alpha \pm \gamma')} \tag{8-3}$$

$$yz = \frac{xy}{\mathrm{tg}\gamma'} = \frac{hg\cos\alpha\cos\gamma'}{\sin(\alpha \pm \gamma')} \tag{8-4}$$

式中　α——地层倾角；

γ'——断层视倾角；

($\alpha \pm \gamma'$)项，当地层倾向与断层倾向相反时取"+"号，相同时取"−"号，相减得负数时取绝对值。

2. *在垂直于断层走向的剖面图上测定*

如图 8-2c 所示，按选取的煤层 K，测定 $h'g'$(铅直地层断距)、$h'o'$(视地层断距)、$h'f'$(视水平地层断距或视水平断距)；$e'y'$(视落差)及 $y'e$(视平错)。它们之间的几何关系如下：

$$h'g' = hg = h'f' \operatorname{tg}\alpha \tag{8-5}$$

$$h'o' = hg\cos\alpha = h'f'\sin\alpha \tag{8-6}$$

$$e'y' = e'e\sin\gamma = \frac{hg\cos\alpha\sin\gamma}{\sin(\alpha' \pm \gamma)} \tag{8-7}$$

$$y'e = \frac{e'y'}{\operatorname{tg}\gamma} = \frac{hg\cos\alpha\cos\gamma}{\sin(\alpha' \pm \gamma)} \tag{8-8}$$

式中 α'——地层视倾角；

γ——断层倾角；

($\alpha' \pm \gamma$)项，其正负号及绝对值的确定方法同式(8-3)及式(8-4)中($\alpha' \pm \gamma'$)项。

在不垂直被错断地层走向而垂直于断层走向的剖面方向上测定各种断距，是为了统一和类比所选取的一个共同测定基准。至于在探、采等实际工程中，剖面既可能不垂直于地层走向，也可能不垂直于断层走向，在这类工程剖面上所遇到的各种断距，其测定值与在垂直断层走向剖面上测定的常不相等，但各种断距的几何关系、方程式的形式均不变。显然式(8-1)～式(8-4)只要将地层倾角改为地层视倾角，将断层视倾角改为断层倾角，即得式(8-5)～式(8-8)；而将方程中的地层倾角及断层倾角均改换为所在工程剖面上的地层视倾角、断层视倾角，即可求出所在工程剖面上的各种断距。此外，由于断层两盘同一岩层产状常常不同，即是在同一剖面上由同一岩层上不同位置的对应两点分次测走的各种断距也并不相等。所以严格地说，一走的断距总是对一定剖面同一岩层上某一定位置的测定点来说的。

断距的几何关系式表明，无论在何种剖面上测定断距，只要当剖面中地层产状不变，厚度稳定、铅直地层断距(hg 或 $h'g'$)是一个与剖面方向和被测定岩层上的测定位置无关的常量；而其它断距，是随剖面方向的改变而改变。从剖面方向与地层走向的关系方面来说，式(8-1)～式(8-4)与式(8-5)～式(8-8)比较后说明，前四个公式与地层真倾角 α 有关，后四个公式与地层视倾角 α' 有关。因此在后四个公式中，除铅直地层断距外，应在各种断距前附加"视"字表示之。对于落差和平错，除与地层倾角(为真倾角或视倾角)有关外，还与断层倾角(为真倾角或视倾角)有关。所以在落差或平错前所附加的'视"字，不是仅决定于地层视倾角。

需要强调指出，许多地质文献中所述的断层断距，应该理解为是在垂直地层走向方向上的断距。严格来说，一切断距数值都必须说明是何种断距才有意义。如果断距是在垂直断层走向的剖面上测走的，除铅直地层断距外，在各种断距前均应附加"视"字表示。如果所描述的断距是在某一不垂直地层走向或断层走向的剖面上测定的，还应进一步说明是在哪个工程剖面上的何种断距，如 F_7 断层在 14 勘线探剖面上的视地层断距为 66m。

四、断层活动时代的确定

1. 角度不整合分析法

被角度不整合面直接覆盖的断层，一般认为断层活动时代的下限是在被错断的一套地层中最新地层形成之后，上限是在覆盖断层的角度不整合面上最老地层时代之前。上、下限之间的时差，称为断层活动时代。所以断层是形成于不整合面下伏地层强烈变形的构造运动期。但对于一些较大的且长期多次活动的断层，其活动时代的下限不能这样简单的予以认定。

2. 切割充填关系

如发现断层切割侵入体时，说明侵入体形成在前，断层形成在后；如侵入体充填于断层中，则说明断层形成在前，侵入体形成在后，或者两者同期形成。

3. 断层与褶皱的成生关系

断层切过褶皱，使褶皱的完整性遭受破坏，一般应视为褶皱形成在前，断层形成在后。当褶皱与断层之间没有切割关系，但在断层展布与褶皱轴向之间确有一定几何关系，并能作统一的力学解释，可认为断层与褶皱形成于同一构造运动期。

4. 长期活动断层的分析

较大规模且长期活动的断层，主要是利用断层两侧的地层对比来判断。一般是在下降盘一侧，地层沉积连续完整，厚度较大，断层一侧具边缘相沉积；在上升盘一侧，地层沉积不连续，厚度较小或缺失部分地层。

5. 多期活动断层的分析

多期活动的断层，可利用各个活动期次断层位移的方向不同、断距及伴生构造的差异，以及断层两盘的地层对比及其它构造特征等，来解释推断断层活动的期次。

五、断层的观测与记录

断层研究是以野外观测为基础的，所有的观测内容都应如实地加以记录，观测的内容和记录的内容应一致，必要时还应进行素描或照相。这项工作对于一位有经验的地质人员来说是熟知的，初学者可按表 8-4 所列内容进行观测和记录。但需指出，表中所列各项并不是全部的观测内容。如"断层证据"一栏，它包括地层的重复或缺失、地质界线或构造线的不连续、构造岩、擦痕、阶步等内容，而这些内容又包括其它内容。如擦痕，不仅要观测描述擦痕的发育程度、方向、组数，而且还要测量它的倾伏方向和倾伏角、侧伏方向和侧伏角。

表 8-4　　断层观测记录简表

断层名称或编号	地理位置	断层证据	断层面产状	两盘组成的地层及产状	两盘相对位移方向	断层性质	与其它构造的关系	断距			断层规模	断层形成时代	其它
								铅直地层断距	地层断距	落差			

记录者：　　记录日期：

第四节　不　整　合

地层接触关系分整合、不整合两种基本类型。不整合的研究，是反推构造运动期次、强度、性质和地质发展史的重要依据。

一、不整合的野外识别

发现沉积间断面（不整合面），是野外确定不整合存在的根本证据。而识别沉积间断面的标志，主要有以下三种：

1. 地层古生物标志

上、下两套地层之间缺失了某些地层或化石带（至少缺失一个化石带），它们是确定不整合面存在的重要证据。

2. 沉积标志

在不整合面上常发育有底砾岩、古风化壳、古土壤层，或保存有古风化剥蚀遗迹等。

3. 构造标志

（1）不整合面上、下地层的产状明显不同，或走向斜交，或倾角不等。

（2）不整合面上、下两套地层的构造类型、方位、期次，以及强度等截然不同。

（3）不整合面上、下两套地层所经受的变质作用和岩浆作用的强度、期次、类型等截然不同。

二、确定不整合类型

确定不整合类型主要是区分：平行不整合、角度不整合两种基本类型。

1. 平行不整合（假整合）

在沉积间断面上、下两套地层之间，如仅有区域性地层缺失或化石带缺失，且地层产状基本一致时，可确定为平行不整合。它反映了该区在下伏一套地层沉积之后上升剥蚀，但未发生褶皱，之后下降接受再沉积。

2. 角度不整合

在不整合面上、下两套地层之间不仅有区域性地层缺失，而且地层产状明显不同。在平面上表现为两套地层层走向呈角度相交；在剖面上表现为两套地层倾向或倾角不同，不整合面上覆新地层界线可截割下伏不同老地层界线。无论是平面上或剖面上哪一种表现，只要上、下两套地层为沉积接触，即可确定为角度不整合。反映该区在不整合面下伏地层沉积后，发生了一次区域性褶皱运动，或者还伴随有岩浆作用、变质作用。经褶皱上升剥蚀，以后再下降沉积。

三、不整合的观测与记录

不整合的观测与记录要点，可概括为以下几点：

（1）不整合面上、下两套地层时代，根据缺失的地层或化石带可确定不整合形成时代。

（2）不整合面的形态、古风化壳及底砾岩的特征，不整合面的含矿性等。

（3）不整合面上、下两套地层的产状、构造特征、变质程度等。

（4）不整合的空间分布及其类型变化情况等。

为使观测记录的内容较齐全，建议按表 8-5 进行登记。

表 8-5　　不整合观测记录简表

不整合类型	出露位置	下伏地层时代及产状	上覆地层时代及产状	缺失地层或化石带	不整合面形态及产状	其它特征		素描与摄影
						下伏地层	上覆地层	

记录者：　　记录日期：

需要说明，观测研究的详尽程度是与研究区内可供观测的现象多少有关。因此，记录的内容、格式也可有着一定的差异。为了准确确定不整合的存在及其类型，需超出研究区一定范围，做更多的观测研究，在某些情况下（如研究区内证据不足时）尤其显得必要。

第九章　航空地质填图的一般方法

航空地质填图是继一般性地质填图或进行专门性地质研究所采取的一种新的基本方法之一。它与一般地质填图方法的区别在于，它是利用飞机或其它飞行工具，借助遥测遥感技术和仪器，对地面的地质信息进行记录、调查，并将空中所获得的资料（航空相片等）进行地质解译，据此作出各种地质图件。航空地质的先进性不仅在于它加快了地质填图的速度，提高了工作效率，重要的是它随着科学技术水平的提高，显著的提高了地质填图的质量，解析发现了人们地面工作中看不到的地质信息。航空地质填图比一般的地质填图具有如下特点：

（1）应用航空地质方法能够比较准确、客观、形象地了解地表和地下一定深度的地质构造情况，所填绘的地质图界线精确、可信度高。

（2）应用航空相片填图比使用地形图更加具体和形象。可以克服地面视线阻隔，提供较多的辅助信息，扩大了认识地质体的标志，便于了解不同地质体间的空间关系和有机联系进行综合解释，从而加深对地质矿产的研究程度。

（3）航空地质填图虽不能代替一般性手段，但航空地质填图效率高、速度快、质量好，能大幅度减少野外工作量，提高矿产的普查效果。

（4）应用航空相片填图，有助于整个区域内或局部各种构造关系及组合规律的解释和分析。

（5）随着编图的电子化、自动化和解译数字化，有可能使地质调查工作逐步做到综合化、机械化和自动化，使地质调查的科学性向更高级的阶段发展。

第一节　航空地质填图的基本知识

一、航空遥感的基本概念

从广义上说，凡是不直接接触目标而能探测目标的技术都叫遥感。具体的含义是，根据电磁辐射原理，用飞机、卫星等运载工具把传感器带到空中或太空，接受和记录各种物体发射和反射的电磁辐射信号，再对此进行提取、分析、判读，以达探测地球资源的目的。

从物理学的角度分析，任何大于绝对零度（－273.16℃）的物体，都有发射、吸收、反射电磁波的能力，由于物体的成分、结构、构造不同及受到的地质营力不同，其电磁辐射的信号也就产生差异。这些电磁波是装置在飞行器上被传感器所接受，形成不同的图像资料，专业人员据其图像的不同色调及影像特征，通过解译、判读及信息的处理，来判别地球上各种不同目标，这就是遥感过程及遥感的基本原理。

航空遥感是航空摄影的发展，它以飞机作工作平台，使用飞机上装有的各种传感器、摄影仪等，对测区按技术要求收集有关标志物的电磁波信息，经过信息传输、处理，获得各种图像、数据及曲线等资料，这样的全过程就是航空遥感。

航空遥感能为地质工作者提供比航空摄影更多的资料，它包括黑白和彩色相片，黑白和

彩色红外相片、紫外相片，雷达相片等。航空地质填图使用的相片就是这些资料中黑白或彩色相片。

二、航空摄影的种类

（一）按摄影仪的主光轴与铅垂线的关系分

1. 垂直摄影

垂直摄影是指航空摄影仪主光轴在摄影时保持铅直方向，与铅垂线的最大夹角小于±3°的摄影。它所获得的航空相片称为水平航空相片。其主要优点是，航空相片摄制后地物间的关系、位置与实际情况基本一致，并保持一定的比例关系，宜于研究者对比、解译和分析；航空相片摄制后一般不会出现一部分地物遮蔽另一部分地物的现象，所以它有利于各种地质要素的测量和编图。

由于垂直摄影取得的相片是俯视影像特征，与人们侧视（斜视）影像对比有很大的差别，使用者必须经过一个训练和熟悉的过程，借助立体镜在相片上识别、解译地质体及地形地物。

2. 倾斜摄影

倾斜摄影是指航空摄影仪主光轴与铅垂线交角大于3°时的摄影。倾斜摄影所摄制的相片是倾斜的。其优点是，倾斜摄影所取得的相片比垂直摄影包含的面积大，能显示地形地物的起伏变化，解译时立体感强。此外，倾斜摄影对于飞行器难于到达的上空的地区可提供信息资料。

由于此种摄影远景掩盖较多，各部分间比例尺差别较大，测算比较困难。所以在航空地质填图中，它仅作为补充资料，很少大规模使用。

（二）按工作任务情况分

1. 单张相片航空摄影

为某种特定的任务或目的，对特定地区进行单张相片的拍摄。

2. 带状航空摄影

根据工作任务情况，沿某一方向进行连续拍摄，如铁路、公路及构造带的专项研究等。

3. 区域航空摄影

为大面积的地质填图工作或测图工作进行多条航线的连续摄影。航线通常选择南北或东西向，相互平行并具一定的重叠幅度，是航空地质填图工作常用的一种航空摄影方法。

三、航空相片的特征

1. 中心投影成像

“投影”分为两大类：一类为垂直投影；另一类为中心投影。地形图为地面的垂直投影；航空相片为地面的中心投影（图9-1）。中心投影系指投影中心、物体和胶片三者的性质都是中心投影。但由于地物或投影中心所处的部位不同，其投影面上的影像也往往不同。如图9-1内的 S 点相当于航空摄影仪的镜头中心，P 为胶片，o 为象主点，So

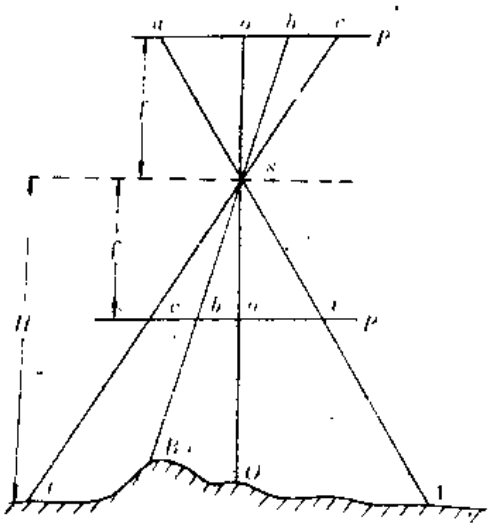


图9-1 地面点的中心投影图

为主光轴，从 S 点到地面的距离等于航高 H，地面上的点 A、B、C 在像平面上的投影分别为 a、b、c 等点，如果上下移动胶片位置由 P 到 P' 处，由于改变了胶片与投影中心 S 的距离，使 f 变成 f'，这时像平面上的 a、b、c 位置会改变成 a'、b'、c'，点间距的变化相当于投影比例尺的改变。中心投影一般的投影规律是：点——中心投影后仍然是一个点；直线——除恰与投影线重合的直线部分投影为"点"外，其余均表现为直线形象；面——中心投影后应属"直线复合体"的投影特征。

2. 航空相片的比例尺

航空相片具有不同的比例尺，一般认为

$$\frac{1}{m}=\frac{f}{H}=\frac{ab}{AB}$$

式中 f——摄影仪镜头的焦距；

H——摄影平台的高度；

ab——航空相片上某一线段的长；

AB——地面上相应线段的长。

3. 航空相片的重叠

在连续的带状或区域摄影中，要求相邻的相片上必须有一部分相同的地物影像，这就是航片的重叠。由于立体观测的要求，重叠率一般为 20～30%即可，但有时要求多一些，在高差较大的山区重叠一般要大于 60%。

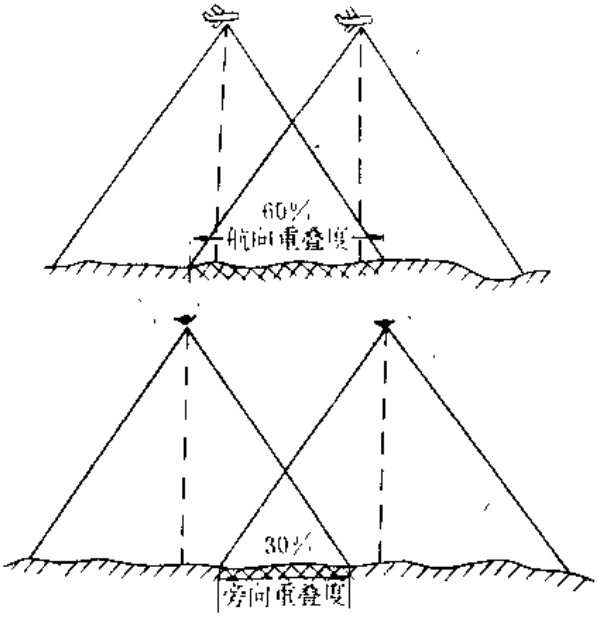


图 9-2 航空相片的航向重叠、旁向重叠

航空相片的重叠，一般分为航向重叠(沿飞行方向像片间重叠)和旁向重叠(航向与航向间像片的重叠)两种(图 9-2)。

4. 航空相片注记

航空相片的四角或四边附有摄影状态仪表记录的影像信息，称为相片注记。航片的注记，一般格式见图 9-3 所示。

(1) 框标，位于航片的四边或四角。对称的两框标连线的交点，即为相片的中心点——像主点。

(2) 水准器，用于记录摄影瞬间相片倾斜状况，一般位于相片的一角。

(3) 时表，用于记录摄影的时间，由此可据地物影像倒向，确定相片的方位。

(4) 其它，包括摄影仪的类型、镜头焦距、日期、相片编号、片底编号及气压表等，一般放在相片的周边。

四、航空相片的质量及质量评价

地质填图使用的航空像片，一般是由测绘部门测绘地形图或根据专项需要而飞行拍摄的。对其质量的评定，测绘部门要进行严格的检查验收，对于使用者一般要从五方面检查，即：相片的图像要清晰，色调一致，反差适中；航线弯曲偏离一般要求小于 3°；垂直摄影的倾斜角要求小于 3°；航片中阴影及云影面积不能过大，否则将影响填图质量；相片的一般质量检查，如划痕、斑点及泛黄、虚影等。

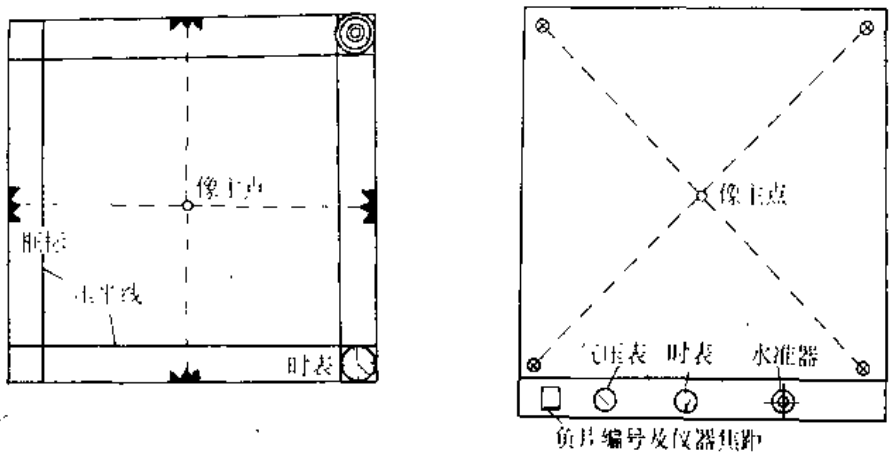


图 9-3　航空相片的注记

五、航空相片的地质解译标志

利用各种地质解译标志，从相片上分析、认识地质体和地质现象的性质、分布，圈定地质界线和解决地质问题，并编绘有关地质图件，这一过程称为地质解译；而那些能帮助研究者识别、区分地质现象并说明它们间的关系及性质的影像特征，称为地质解译标志。

解译标志分为直接解译标志(如物体的形状、色调、阴影等)和间接解译标志(如地貌、水系、植被等)两种。现分述如下：

1. 形态

各种地物均具一定的几何形态，在航片上它们表现出与地物基本类似的有独特形状和大小的影像特征。如坟墓、庙宇中的亭堂多呈圆形、多边形；许多地质构造，如穹窿、倾伏背斜也可按形状确定。因此，地物的影像特征是地质解译的主要标志。

2. 色调

地面上的物体因具有各不相同的电磁辐射特征，它们反映到航片上就是色调的深浅差异。地物的形态标志通常是通过色调得以反映，物体特征和大小也是以明显的色调差异而显示。对形态相同的物体，则据其色调的深浅变化、影纹图案等标志给予区分。

黑白相片上的色调一般划分为三类(浅色调、中色调、深色调)、十级(白、灰白、淡灰、浅灰、灰、暗灰、深灰、淡黑、浅黑和黑)。

色调的影响因素很多，变化十分复杂，因此色调是一个不稳定的解译标志。

3. 阴影

航空摄影一般在晴天进行，高出地面的物体及地形地貌的起伏变化必然显示出阴影，它是重要的解译标志之一。

阴影通常又分为本影(地物未被阳光照射的阴暗部分)和落影(物体在地面上的投落阴影)。本影有助于获得立体感，如山脊线、冲沟、河谷等地貌形态都能借助本影而明显的判别出来，落影可以帮助量度物体的高度，体现物体的真实形状(图 9-4)。

4. 影纹

影纹是指在一定范围内由一群细小的地质影像组合构成的影纹特征。一般有网格状、斑点状、斑块状、条带状、环状和线状等图案。

5. 水系

水系是由多级水道组合的水道系统构成各种不同的图形，在相片上能直观分析。一个地区的水文网络反映了该区的岩性、构造和地貌形态及切割密度，因此水系的标志在地质解译中成为一种重要的间接标志(图9-5)。利用此标志时要善于分析影响因素，掌握控制水系特征的主要原因。

水系的类型，按其平面组合，可分为树枝状水系、直角状水系、放射状水系、格状水系、环状水系、扇状水系、平行状水系及断续状水系等。

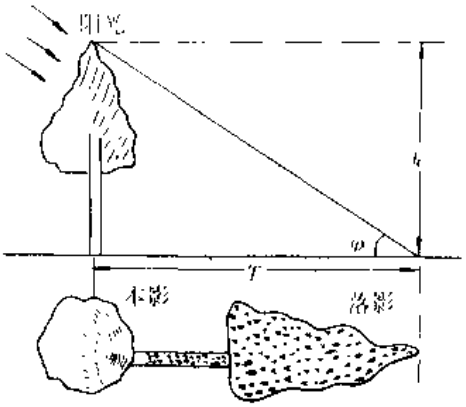


图9-4 物体的本影与落影

6. 土壤与植被

植被的生长与土壤有密切关系，而基岩的性质又往往决定土壤的类型，所以岩石、土壤、植被三者有着密切的依存和相互制约的关系。根据相片上的土壤、植被发育状况作标志，分析判定基岩的性质及分布范围，勾绘出地质界线。

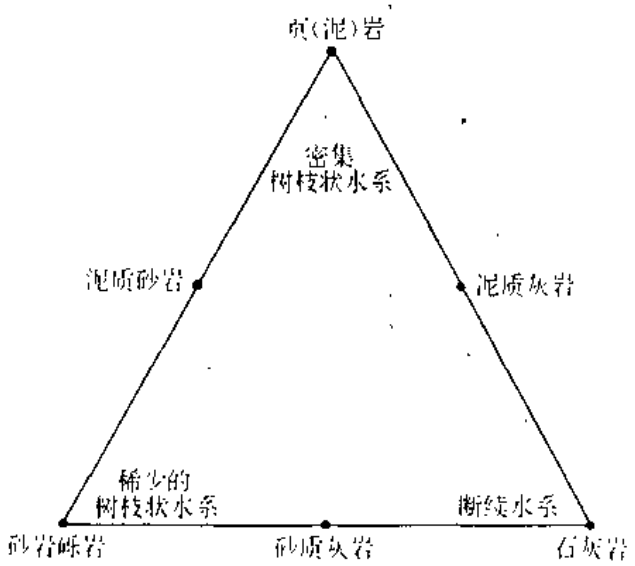


图9-5 水系与岩性关系示意图

7. 人类活动标志

人类活动标志，是指地表人类活动留下的各种痕迹，如老窑、采石场等。根据不同情况，可作为地质解译的间接标志。

上述多种解译标志是地物或地质体某一特性的直观反映，但它往往不是事物的全貌。因此，在地质解译过程中应详细分析研究地物或地质体的各种特征标志，综合应用、全面分析、相互补充验证，避免或减少解译的误差。

六、航空相片的解译方法

航片的解译方法主要分为目测解译和仪器定量解译。其中，后者又分为光学增强处理和电子计算机图像处理等。这里主要介绍目测解译方法(包括使用立体镜和放大镜)。

目测解译是指根据地物的影像特征，运用解译过程中建立的各种解译标志，从航片上直接认识和分析地质内容。解译的效果不仅取决于航片的质量及解译区的难易程度，而且与解译人员的技术、业务水平也有直接关系。

1. 直判法

根据某些解译标志，通过目测或稍加分析来判定影像所反映的地质内容，并勾绘各种地质界线，如侵入岩体、某些褶皱和断层等。

2. 对比法

根据解译片的影像特征，结合搜集的有关地质资料与实际测绘的航片资料或标准样片相对比，识别和分析地质内容确定其性质，如沉积岩、变质岩和火成岩的岩性解译等。

3. 邻比法

将研究区的影像特征与邻区或区域性解译标志进行对比，确定或推测地质内容，如地层接触关系、某些褶皱和断层等。

对比法在航片的地质解译中应用广泛，只要根据各种解译标志进行分析、对比，就能由已知推断未知，提高解译的效果和能力。但是，航片的解译工作一定要遵循先整体后局部，先易后难、先构造后岩性、先目测后仪器、图像解译与地面调查相结合的原则，以保证解译工作的顺利开展和解译质量。

第二节　岩石和构造的解译

一、岩石和地层解译的一般标志和色调

航空地质解译与一般的常规地质填图等工作一样，岩石和地层是作为各种资料的基础。由于航片等反映的地质现象都是通过岩石表现出来的，查明这些地质现象就必须先分出不同类型的岩石（沉积岩、岩浆岩和变质岩），从而确定各种构造的组成及相互关系，以及它们的空间分布及组合。对于识别航片上各类岩石的解译标志来说，图形是主要的；而对于多波段遥感图像来说，则图形与色调或色彩是并重的。

（一）色调特征

岩石颜色的深浅，主要是由造岩矿物的颜色及含量所决定。所以航片上观察的岩石色调变化是相对的，它随岩石颜色的深浅变化而变化，这些变化在解译中只有通过观察对比才能更好地分辨，任何差异都可能是岩石差异所致。因此，色调和颜色也是解译岩石类型的重要标志之一。

影响岩石色调特征的主要因素是岩石的成分和结构构造，其次是岩石的颜色（包括原生色和次生色）、岩石表面的湿度、粒度大小、粗糙程度、植被覆盖情况和物理风化、化学风化的情况等因素。此外，航片的获取方式、感光材料及冲洗等，也往往对岩石的色调产生影响。

1. 沉积岩的色调特征

不同的颜色、结构和构造、不同成分的沉积岩，它们在航片上反映的色调特征均不相同。一般来说，以浅色矿物为主、风化面颜色较浅的岩石，色调较浅；以暗色矿物为主、风化面颜色较深的岩石，色调也较深。对于松散的沉积物，色调主要取决于矿物成分、颜色和湿度。一般干燥的土壤色调较浅，潮湿的土壤则色调较深。

2. 岩浆岩的色调特征

酸性、中性、基性和超基性的岩浆岩，由于酸、基性程度不同，在航片上呈现的色调往往不相同，并且出现色调由浅至深的规律。一般是酸性岩浆岩色调呈浅灰至灰白色，中性岩浆岩色调显灰色，基性和超基性岩浆岩则表现为深灰至黑色。

3. 变质岩的色调特征

变质岩是由不同的原岩经过不同的变质作用而形成的。由于受多种因素的影响，变质后生成的变质矿物种类繁多，结构构造极为复杂，它们直接影响着岩石的色调特征。一般是副变质岩的色调特征与沉积岩接近，而正变质岩的色调特征则与岩浆岩接近。

三大类岩石的结构构造极为复杂，它们经受的构造变动历史不同和强烈程度及外部条件的影响，这些因素均对岩石在航片上呈现的色调产生影响。所以对上述介绍的一般规律，

在应用时要注意其变化，对具体情况作具体分析，并要仔细观察。

（二）岩石解译

1. 沉积岩的解译

沉积岩的分布面积占地球总面积的75%，而煤田地质工作者所从事的研究大多在沉积岩区，所以沉积物与沉积岩的解译在航空地质填图工作中非常重要。

1）松散沉积物解译　松散沉积物与基岩的界线在航片解译中容易确定，但要详细划分松散沉积物的岩性及分界较为困难。所以解译标志主要是观察沉积物分布的地貌位置和组成的地形形态，其次是色调标志。

砾石层　多分布在山前边缘、洪积扇、河床及山间盆地、戈壁山区，表现为分布不均、表面粗糙、植被径流稀少、地形较陡等特点。在航片上，一般为灰色调，色调不均，呈斑状或斑点状的粗糙影像特征。

砂层　主要分布在海边、沙漠、河床等地，航片上呈现色调浅而均匀，且表面光洁的影像特征。

粘土与亚粘土　主要分布在平原区及表现为冲沟多、切割密度大、植被发育的地区，或农田开垦区等，航片上呈现均匀柔和的色调、长条状、方块状或梯形条块状的影像特征。

黄土　可组成梁、塬、峁地形特征，在航片上表现明显，一般呈现出浅灰而均一的色调，条块状或方格状（农田、村落）的影像特征。

2）岩石解译　它包括砾岩、砂岩、泥岩和页岩、碳酸盐岩等。

砾岩　多以似层状、透镜状、层状分布，层理不发育。岩石表面粗糙、颜色不一，地形起伏明显，在航片上多为不均匀的深色调、斑点状及斑状影像特征（表9-1）。

砂岩　一般分布较广，厚度稳定、节理发育，水系多发育为树枝状。由于不同成分和结构构造的差异，砂岩可分为多种岩石类型，它们在航片上的色调及影像特征变化较大。例如，质软层理发育的砂岩区，以条纹或条纹夹带状影像为主；杂色砂岩，它们在航片上显示深浅不同的色调；近于水系的砂岩，其水系则表现为稀疏的树枝状或格状。所以在砂岩区进行地质解译时，要给予足够的重视。

泥岩、页岩　泥岩和页岩都易遭风化剥蚀，多形成低山丘陵、坡地、洼地等，树木、耕田及井的分布多，水系发育。在航片上多表现为色调均匀柔和，但往往随其本身的颜色而有差异。如出露地表的煤系地层，其风化后颜色一般变浅，以致煤层也变成浅灰色。

碳酸盐岩　碳酸盐岩分布较广，由于不同气候条件和构造作用的影响，其碳酸盐岩的地貌景观差异很大，导致航片上的影像差别很大。

2. 岩浆岩的解译

岩浆岩的类型不一，产出形态也比较复杂，但在三大类岩石中岩浆岩一般较容易解译，尤以侵入岩解译效果最好。

侵入岩　侵入岩岩体有规模大的岩基，也有比较小的岩墙或岩脉，它们均不具层理。航片上一般呈椭圆或串珠状的团块状，整体露头具有一定轮廓，色调比较均一，接触带形状不规则且有穿插现象，水系多为树枝状和放射状。

火山岩　在不同条件下进行解译差别很大，一般出露面积广、年代新、形态和特征地貌较完好、植被少的解译程度高；反之，解译程度较低。火山岩一般颜色较深，在航片上多表现为深色调，有时可见破火山口、火山湖、熔岩穹丘，以及风化后的接触带陡坎、悬崖等地貌图

表9-1　　沉积岩岩石解译标志

岩石类型	湿润气候区						干旱气候区					
	地形	水系	色调	冲沟	植被	其它	地形	水系	色调	冲沟	植被	其它
砾岩	脊状垅岗	不发育	暗，多呈斑点状	无	分布不均受裂隙控制	层理不明显	陡崖、陡坎、地形畸岖	不发育	暗，表面结构粗糙	无	植被少	分水岭尖峭，起伏大
砂岩	坡陡的块状、桌状山丘	树枝状水系，多受裂隙控制	浅	冲沟少	植被少，多集中在水系旁	影像粗糙，变化大	平缓的桌状山	树枝状水系，或见格状水系	深浅不同的条带状	至少无	树木少，植被不发育	地形畸岖，道路沿沟延伸
页(泥)岩	低缓的山丘	较标准的树枝状水系	多为色调均一而柔和，见杂斑状	开阔的冲沟	植被发育，居民点多	地形开阔	低缓的山丘	标准的树枝状水系	浅，亮、暗相杂	坡陡的冲沟	树木、农田少	山脊平缓或呈负地形
碳酸盐岩	多为岩溶地形	内向水系干流	杂斑状、碎斑状	冲沟短而浅	植被发育受岩溶控制	裂隙多见	桌状山，岩溶地貌少	角形树枝状水系	浅	冲沟少	植被极少	分水岭尖峭，多呈高山

像反映。

3. 变质岩的解译

变质岩区的岩石由于受多次构造变动、变质作用及混合岩化作用影响，使之成为岩石解译中最困难的一部分。基本解译标志是无论片麻岩及混合岩发育区，航片上呈现整体地形地貌和花纹图案比较单调，给人一种景观平淡的感觉，色调比较均匀，水系以树枝状为主；变质作用使变质岩片理化、叶理、断裂及褶皱发育强烈的地区，航片上多见褶皱和线性构造；变质岩中的大理岩、石英岩，岩性坚硬，航片上一般为浅色，呈似层状，透镜体状、不规则状的外观图案，地形多为陡壁。

（三）地层解译

航空相片解译中，地层的分析、划分及建立相对层序在地质解译中占有重要的地位。

1. 相对地层层序的建立

地层层序的确定和建立是地质填图工作的基础，通过解译确定岩层的新老关系、地层时代及各组、段地层分界的标志。地层层序的解译往往在岩石和构造解译的基础上进行，但又必须经过各种资料的综合分析，反复对比而确定。其中，区域性地层标志层的发现和利用十分重要。标志层是指出露宽度不大、层位稳定、有明显影像特征，以及与上下层位界线清楚的岩层，它具有不同于其它岩层的颜色、地形或植被等影像特征，明显易辨认又延伸较远。如浅色背景的深色岩层或深色背景的浅色调岩层，都可作为标志层。在方法上可采取相片地层追索法。

2. 地层角度不整合的解译

地层的角度不整合接触关系在航片解译中比较容易，一般均能取得较好的效果。

解译标志主要表现为：在接触面两侧的两套岩层产状不一致，在航片上表现为两套岩层走向线斜交或极不协调；在接触面上、下两套地层，构造发育程度及构造线方向截然不同，老地层显示的构造被新地层截断，而新地层走向与不整合线一致，并掩盖老地层；不整合面上、下两套地层的地形及水系等发育特征有显著差别；不整合面上的底砾岩及古风化壳，在航片上往往表现为色调异常带状展布。

但需注意，上述标志在使用中应注意断层与不整合的区别。

二、构造解译

构造解译是航空地质解译中的关键环节，其效果十分明显。它往往影响着岩性和地层的解译，并决定着航片的解释效果。航片对一个地区的构造、地形等可以直观地、真实地表现出来，由于航片具有连续性、整体性及立体感强的特点，便于研究者整体分析及了解构造的三度空间变化特征，有时也可在覆盖区通过综合标志发现隐伏构造。

1. 水平岩层及直立岩层的解译

水平岩层在航片上表现特征与一般地质读图类似，它们大体分布在相同的海拔高度，地质界线与地形等高线平行或重合。此时应区分两种情况：一是在地势平坦区，地形未受切割或切割微弱，航片上只能见到顶部岩层，表现为色调一致，水系及地貌特征均一；二是受强烈切割的水平岩层区，航片上显示出有规律的花纹图案，尤其是在软硬相间的情况下，岩层界线呈封闭的同心圆状或椭圆状。

岩层产状近于直立(>80°)的岩层，其重要的解译标志是岩层的露头线不受地形影响，呈直线或弧线状穿越山系沟谷。坚硬的直立岩层在地貌上呈现平直的垅脊，软弱的直立岩层在地貌上则呈平直的沟槽延伸。

2. 倾斜岩层的解译

在航片的地层解译中，倾斜岩层最常见。由于倾斜岩层受产状、地形及摄制条件等因素的影响，航片上呈现各种复杂的影像特征，因此解译的难度也较大。其主要的解译标志如下：

(1) 航片上倾斜岩层发育区多出现不同形态的岩层三角面、梯形面等，它在一定程度上反映了岩层的产状。

(2) 倾斜岩层的露头线与地形等高线相交，受地形影响穿越河谷或山脊时呈现“V”字形弯曲特点。

(3) 倾斜岩层发育分布区，在地貌上多表现为单面山及猪背岭等特征。对倾斜岩层产状的解译，一是可根据三角面或梯形面目估判定，二是使用全能仪、立体测量仪等装置的反光立体镜测算。

3. 褶皱构造的解译

在航空地质解译中，根据解译标志(表 9-2)来判别褶皱构造一般比较容易，主要是结合地层、产状分析研究褶皱的有关要素及其形态，尤其是在具备多种比例尺的相片可供观察解译时，其效果更佳。

4. 断裂构造的解译

断裂构造的解译在航片解译中效果最好，许多在地面工作不易发现的断裂构造在航片上有清晰的反映。识别断层存在的标志很多，这里仅介绍几种常见且又易于分辨的解译标志

(表 9-3、表 9-4)。但这仅是概略、初步的，要准确可靠的解译还有待于地面的检查和补充。

表 9-2　　主要褶皱构造解译标志

褶皱类型		影像解译标志
直立褶皱		两翼岩层三角面背斜为尖端相对、向斜为尖端相背，沿褶皱轴对称分布，因而色调、颜色、水系特征及地貌形态大致对称显示
斜歪褶皱	斜歪褶皱	两翼岩层三角面表现为不对称，缓翼表现为锐角形，而陡翼则宽缓，地貌上多显示出单面山外观，颜色、色调、水系特征表现为对称相间展布但不协调
斜歪褶皱	倒转褶皱	两翼岩层向同一方向倾斜，因此三角面指向一致；地貌上易与单斜构造混于一种构造，解译中要对其转折端仔细追索，并注意虽岩层对称分布，但由于倾角不同，其露头宽度、色调、水系特征及岩层三角面形态对称而见差异

表 9-3　　断层的判读标志

		判读标志
地层标志		岩层沿走向突然消失，在其侧方重新出现，可帮助判断横向或斜向断层；走向断层则需查明地层缺失、重复或构造是否连续
地貌标志	陡崖	地表上的陡崖或陡坎呈直线状排列，并延伸相当的距离
	凹地	呈线状展布的凹地，如湖泊、沼泽、盆地及落水洞等
	错脊	山脊错断现象，见于与山脊走向垂直或斜交的断层
	火山岩	侵入体呈条带状展布，火山口、火山锥呈直线状排列
	地震	现代地震所形成的一系列崭新的地貌现象，如断层陡坎、地裂缝、线状分布的喷沙口、冒水口等
水系标志		格子状和角状水系是受断裂构造所控制．直线状或折线状河谷、海岸线、湖岸线及河道的突然加宽、变窄、拐弯等
水文标志		地下水溢出点(泉)呈直线状分布
土壤与植被标志		在无茂密植物区，植物呈带状展布；在干旱区，土壤条带状可形成盐碱地、荒漠或不长植物的盐土；由于断裂带地下水较发育，常见地植物沿此带呈条带状分布
其它		成分不同的岩系沿断裂彼此接触时，在断裂两侧的地形、构造线方向、水系图案、土壤成分、植物的密度和种类及其它景观特征都会有很大的不同

表 9-4　　断层性质解译标志

类型 \ 标志 内容	解译标志		
	地貌	微地貌	其它
正断层	断层陡崖、断层三角面、阶梯式断崖、断盆及地堑湖	断续的宽沟及小盆地	松散沉积物发育、植被发育、直线型水系延伸好，泉水或湖泽线状分布
逆断层	阶梯状的塌崖，多呈参差不齐状	构造透镜体、破碎带、片理化带	露头线缓波状延伸连续性强，两盘产状、水系不协调
平移断层	地形或地质体相对错位，平直的切脊或平直的线性地形	色调明显见分界面	两侧水系格局不对应，可见牵引或派生扭动的岩层

第三节　航空地质填图的一般工作程序

一、准备工作阶段

准备工作阶段的主要任务是：作好航空地质调绘资料和物质等各项准备，并通过对搜集资料的分析研究及航片的初步解译，了解填图区的整体构造轮廓及自然地理状况，进行野外踏勘和实测剖面，建立详细的地质解译标志，编写工作计划和技术设计书(图 9-6)。

(一) 资料的搜集和准备工作

资料的搜集和准备，包括以下八项工作：

(1) 全面搜集填图区的地质、物化探、矿产、地貌、水文、植被和地震等各种有关的文字和图件资料。

(2) 根据工作需要，搜集各种比例尺的卫星图像资料。

(3) 向有关部门申请索取填图区的航空摄影资料，包括不同比例尺的单张相片、镶嵌复照图、镶嵌平面图及技术鉴定书等。

(4) 搜集的航片数量，同一地区一般以 2～3 套为宜。一套用来作镶嵌略图，一套用于野外调绘，另一套则用于室内清绘。航片的质量一般要求色调一致、反差适中、无损伤和气泡、斑点、影像清晰。对构造复杂或煤层密集地段，应加洗放大片。

相片的比例尺主要根据成图比例尺而定，详见表 9-5 所示。

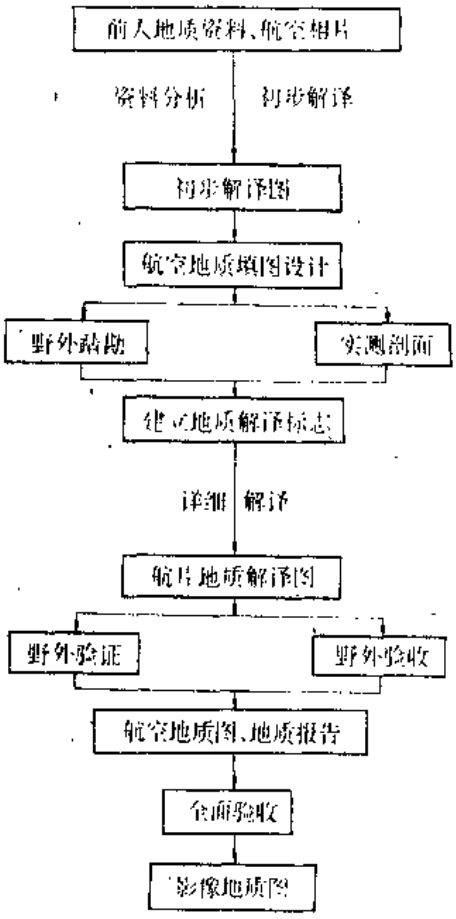


图 9-6　航空地质填图工作程序框图

表 9-5　　航片比例尺与成图比例尺对照表

成图比例尺	航片比例尺
1∶5000	1∶14000～1∶7000
1∶10000	1∶20000～1∶15000
1∶25000	1∶30000～1∶25000
1∶50000	1∶60000～1∶35000

(5) 划定调绘面积，目的是为了保证调绘相片之间不发生遗漏或重叠。具体方法是在相片旁向重叠中线和通过相邻像主点且垂直于方位线的交点附近选取明显地物点，相互转绘，然后分别连线和立体勾绘，画出调绘面积。

(6) 编制航空相片镶嵌略图，其方法很多，以像主点连线应用最广。一般方法是从图幅中部开始以航线向两边及上下展开，使相邻相片的影像尽量重叠一致，然后选择适当的切割线裁切，将裁切好的相片粘贴到一张硬纸板上，并整饰成图。切割线一是要通过相片重叠中线，二是不能通过重要的居民点，三是切割线相邻相片的色调要尽量一致。

(7) 物质准备，包括反光立体镜、放大镜、相片夹、绘图薄膜、特种绘图铅笔、绘图笔、脱脂棉、刀片、尺子、刺针及胶带等工具。

(8) 制定工作计划。

(二) 初步解译和建立地质解译标志

航空相片的初步解译，是航空地质填图工作的基础，只有反复综合分析，建立可靠的解译标志，才能取得良好的效果。

1. 初步解译

在熟悉填图区以往地质资料的基础上，首先选择一些地质构造现象清楚且前人研究程度较高的地区，由易到难逐步展开；根据已有资料的对比分析，初步了解填图区的范围、地层分布、构造形态、地形地貌特点，以及植被发育状况，寻找各地质体的形、色特征，选择和建立解译标志；然后进行相片的立体观察，并进行详细记录，作出初步解译地质草图。

初步解译地质草图是航空地质填图的初步成果，是后续工作的重要参考资料。根据它可布置踏勘工作，选择踏勘路线和实测地层剖面的位置等。

2. 建立解译标志

建立解译标志工作基本是从航片的初步解译开始，通过野外踏勘和实测地层剖面之后基本完成。野外踏勘中应携带航片，验证初步解译的可靠程度，并进行实地与航片的对照，研究各种地质体在航片上的影像特征，建立各种地质体的解译标志。实测地层剖面时，应注意寻找和总结各填图单位在航片上的影像特征，以便使解译标志更符合填图区情况。

(三) 野外踏勘和实测地层剖面

1. 野外踏勘

目的是在初步解译的基础上，概略了解填图区的自然地理状况、地质构造的轮廓、地层及煤层的分布，统一填图单位、建立标志层；检查分析初步解译的可靠性，选择实测地层剖面位置，熟悉航片的解译方法和掌握基本工作步骤，收集地质体影像特征的实际资料。

观察记录的格式，见表 9-6 所示。

表9-6　　地质体观察记录表

工作图幅	地质体特征					解译标志									验收情况
	代号	构造部位	岩性特征	产状	厚度	色调	地形	水系	土壤	植被	人工环境	综合影纹	其它	主要解译标志	

2. 实测地层剖面

实测地层剖面是航空地质填图的基础，是确定填图单位和建立解译标志的重要步骤。实测地层剖面的方法与要求基本上和一般常规实测地层剖面相同，不同的是要对各填图单位的影像特征进行详细观察描述，作为野外建立解译标志的依据。解译标志确定后，应将实测地层剖面的内容转绘到航空相片镶嵌略图上。

二、详细解译阶段

通过野外踏勘和实测地层剖面的研究，根据已确定的分层单位和各类解译标志，在室内立体镜下进行地质内容的详细解译勾绘。它是地质填图最终成果(即地质图的基础)，也是正式地质图的初稿，解译内容包括常规地质图中应填绘的全部内容，一般是先解译断裂，后解译地层，或两者同时进行，各地质要素的符号一般与常规地质填图的符号一致。如地质界线和断层线，按解译程度可分清晰与不清晰的两种，分别用实践和断线表示。

详细的解译成果，一般勾绘在透明薄膜上。

三、野外地质调绘阶段

(一) 野外调绘的主要目的和任务

(1) 验证和检查解译过程中勾绘的地质界线准确与否，对解译可靠的和不可靠的均应实地检查、验证。

(2) 对填图区内有理论和生产实际意义的地质现象及解译难以确定的地质界线，用常规方法追索填绘。

(3) 实地调查不同地质体的影像特征，验证室内解译标志的准确程度，并给以修正。

(4) 采集必要的岩性地层及煤层标本。

(5) 对基本观测点进行详细的描述。

(二) 野外地质调绘的方法

1. 地质观测线与观测点的布置

地质观测线与观测点的布置，以能准确控制岩性地层、构造形态和煤层出露为原则，一般是利用航片所提供的地质信息在航片上直接布置。解译良好区，地质构造在航片上能连续追索，可以极稀的路线控制，以验证为主；解译效果中等区，地质构造在航片上不能连续追

索，以少量路线控制可解译的区段，重点开展解译困难区段的工作；解译困难区，各种地质体标志不明显，应布置较密的观测线，用常规方法填绘。

2. 野外判读与刺点

野外对航片的判读一般要遵循先易后难、由远而近、由粗到细的原则，根据地形地物的特征找出地质点的具体位置，然后再对照航片影像标志，判定地质点的详细位置刺点，对影像或地物标志不甚明显的地质体，要借助立体镜勤于核对，以保证刺点的精度。刺点要求孔径小于 0.2mm，误差小于 0.2mm，刺针应垂直像面刺点，孔要刺正、准、透，刺完后在相片背面画圈，标出孔位，并编号。

3. 连线

使用软硬合适的 HB 铅笔或特种铅笔，以 0.15mm 的线条在航片正面或透明薄膜上按照地质点的点位、地质体的影像特征，对照实际勾绘连接。连线要求细致、准确、清晰，防止过重或过轻。对实测的产状要绘于透明薄膜上。

4. 记录

野外记录内容参见航空地质调绘观测点卡片(表 9-7)，其它如井泉、生产矿井和老窑调查同常规地质填图。在文字描述中应增加影像特征，各种数据要取全、记准。对各种地质要素及工程编号要在相片正、背面注记，且与记录一致。

表 9-7　　航空地质调绘记录卡片格式

_____地区航空地质调绘观测点卡片

点号		所在图幅号码		类型	
地点、位置					
与前后点关系					
地质内容和影像特征描述					
地层单位		地质时代			
地层产状		厚度测量			
标本号码		照片号码			
记录者		日期		气候	

5. 接边

填图中航片与航片之间，一般要求野外调绘时自由边以外填绘出 5mm 以上，地质界线要在立体镜下观察衔接，防止错开，遗漏或重叠，影响成图和最终室内整理。

（三）野外地质调绘的技术要求

按煤炭工业部颁发的《航空地质填图规程》要求为准。

四、野外工作的室内整理

野外工作期间的室内整理非常重要，它往往直接影响调绘质量和最终成图的精度。它分当日资料整理和阶段资料整理二项。

1. 当日资料整理

每天返回填图基地后，要求在立体镜下、透图台上检查野外刺点及连线的正确性。在相片的正面以刺点为圆心画一直径 1.5mm 的小圈，写上点号，用黑色绘图墨水在立体镜下清绘地质界线，用红色清绘构造线、洪水位线等，然后按相片方位标绘产状；在相片的背面，检查、校核各种点位及标记是否准确、齐全；在透明薄膜上，综合相片正、反两面的内容，按标准图例着色。

2. 阶段资料整理

首先在日常资料整理的基础上将各调绘相片上的内容转绘到地形图上，编绘地形地质草图；而后对调绘图幅范围进行综合分析，检查是否还有需要现场解决的地质、矿产问题，研究弥补方法。

在立体镜下检查各航片间的接边情况，检查控制点的布置是否合理、野外记录等是否齐全，其次是对采集的标本、样品进行整理并送样。

五、最终室内整理

最终室内整理阶段的任务是完成各种正式图件，编写航空地质填图报告，提交最终成果。

1. 外业成果的检查和验收

检查验收的依据是批准执行的设计书和部颁《航空地质填图规程》。首先是填图小组间相互检查，检查后作出工作小结，然后由上一级业务部门组织现场审查，最后对填图工作的质量等进行评定，鉴署验收意见。

检查验收的内容一般包括：调绘精度、研究程度，以及资料完善情况等。

2. 图件的定稿与清绘

已检查验收的图件，经过现场验证并进行补充修改过的解译图，再一次和有关原始资料、综合材料进行核对，核对无误即可进行图面的整饰、定稿清绘作为成果图件提交。对于地形地质图的成图，一般采用经过简化的地形图作底图，或采用航空相片平面图（或略图）作底图，套印地质内容制成图像地质图。对矿区大比例尺航空地质填图，由于精度要求很高，需送成图单位用仪器成图。

正式清绘前，应先对野外的调绘片按照实际材料图的要求进行系统清绘，之后在立体镜下再将正式地质图包含内容转绘到清绘片上。清绘工作完毕后，将清绘片上的内容再全部绘在相片的透明薄膜上，以供成图时参考。

送交成图单位时，应将清绘片按航线顺序依次装袋，并附以成图过程中编写的成图说明书，然后送交成图单位。

3. 送交成图单位的资料

送交成图单位的资料包括：实测地层剖面图、综合地层柱状图；地形地质草图及影像地质图；地质调绘片、余片；地质调绘卡片，生产矿井和老窑、井泉调查表及调绘小结等；验收意见书；成图说明书等。

4. 成图说明书的编写

成图说明书的编写内容虽因各填图区(调绘区)的情况不同而有差异，但一般应包括以下六个部分：

(1) 填图区的交通位置、自然地理和范围。

(2) 填图区地质概况，包括：填图单位的划分、地层特征；含煤地层的分布、厚度及编号；构造特征的分析与描述；生产矿井、老窑及水文地质特征简述。

(3) 简要叙述主要调绘方法、质量评价和各种解译标志的效果，以及存在的问题。

(4) 对成图质量、图件内容、时间的要求。

(5) 已完成的工作量、工程量统计，工作成果及对今后工作的意见等。

(6) 送交成图单位的资料清单。

此外，在各章节内容中要适当选用一些典型图像，根据影像特征说明某些地质现象和结论，这样效果更佳。

第十章　计算机在地质填图工作中的应用

目前计算机在我国地学领域的科学研究和生产应用方面的发展很快，但利用计算机处理地质问题是一个非常复杂和困难的任务，它受诸多因素的影响和制约，如电子计算机的迅速更新、电子计算机的不同型号和不同品代、定量和定性能力的不断增长等。

计算机在地质填图工作中的应用和开发，由于受多种条件的限制却显得与迅速发展的电子计算机技术不相适应。原因虽多方面，但一个很重要的因素就是缺乏适用并解决实际问题的软件和掌握计算机技术的科技人员，其次是设备和资金的不足。这里以普及的 IBM 计算机为例，简单介绍计算机在地质填图工作中常用计算和地质图件编绘两方面内容，并附部分较通用的语言程序，以便于各单位根据自己的技术及设备力量选择应用。其目的是积极发挥地质部门和院校现有计算机的作用，推动计算机在地质工作各阶段的应用、开发和开拓应用领域，促进教学、方便野外生产。

电子计算机能识别的语言——算法语言的种类已有 300～400 种之多，常用的有 FORTRAN (Formula Tramslation)，ALGOL (Algorithmic Lanuage)，BASIC 和 COBOL 语言。这里主要使用通俗易懂、应用广泛的 BASIC 语言，以方便和服务于教学和野外地质工作。

BASIC 是一种国际性通用计算机语言。它的主要特点是，简单易学；占内存空间少，适用于一般计算机；操作指令实行人机"对话"，工作中对程序可以边算边改。但 BASIC 语言对于不同的计算机也存在一些差异，因此使用前必须先阅读要使用的计算机系统的 BASIC 说明书。

编写计算机程序的步骤为：建立地质数学模型；画出程序框图；调试程序并上机计算或绘图。

由于电子计算机系统均备有说明，BASIC 语言专门有教材介绍，限于篇幅及任务，这里不作详细介绍。

第一节　地质填图工作中的常用计算

在一般常规地质填图工作中的数据计算是多方面的，这里主要介绍地质剖面和地层柱状图测制中的厚度计算和岩层真、视倾角的换算，以便提高工作效率和计算精度。

一、地层厚度计算

地层厚度计算的依据是地层产状和它与地形及剖面线间的关系。计算公式为

$$M = L(\sin\alpha\cos\beta\sin\theta \pm \sin\beta\cos\alpha) \tag{10-1}$$

式中　M——岩层厚度；

L——导线斜距；

α——岩层倾角；

β——地面坡度角；

θ——地层走向与剖面线方向间的夹角。

地面坡向与岩层倾向一致时，用减号；地面坡向与岩层倾向相反时，用加号。

（一）地层厚度的计算公式

（1）当地层走向与剖面线垂直，且地面坡向与地层倾向相反时，地层厚度的计算公式为

$$M = \sum_{i=1}^{k} [\sin(\beta + \alpha)L] \tag{10-2}$$

（2）当地层走向与剖面线垂直，且地面坡向与地层倾向相同时，地层厚度的计算公式为

$\alpha > \beta$ 时

$$M = \sum_{i=1}^{k} [\sin(\alpha - \beta)L] \tag{10-3}$$

$\alpha < \beta$ 时

$$M = \sum_{i=1}^{k} [\sin(\beta - \alpha)L] \tag{10-4}$$

（3）当地层走向与剖面线斜交，且地面坡向与地层倾向相反时，地层厚度的计算公式为

$$M = \sum_{i=1}^{k} [(\sin\alpha\cos\beta\sin\theta + \sin\beta\cos\alpha)L] \tag{10-5}$$

（4）当地层走向与剖面线斜交，且地面坡向与地层倾向相同时，地层厚度的计算公式为

$\alpha > \beta$ 时

$$M = \sum_{i=1}^{k} [(\sin\alpha\cos\beta - \cos\beta\sin\alpha\sin\theta)L] \tag{10-6}$$

$\alpha < \beta$ 时

$$M = \sum_{i=1}^{k} [(\sin\alpha\cos\beta\sin\theta - \sin\beta\cos\alpha)L] \tag{10-7}$$

式中 M——地层厚度；

L——导线斜距；

β——地面坡度角；

α——岩层倾角；

θ——剖面线方向与地层走向间的夹角。

（二）计算机运行操作方法

（1）程序运行后输入计算日期。

（2）当屏幕显示 X $(C,X)时，若岩层走向与剖面线方向垂直，键入“C”；岩层走向与剖面线方向斜交，键入“X”。

（3）屏幕显示 Y $(F,T)时，若地面坡向与岩层倾向相反，键入“F”；地面坡向与岩层倾向相同，键入“T”。

（4）一组数据计算结束后，屏幕上显示“Ji Xu Ma”(y/n)？如继续键入 y 返回主程序，否则键入 n 计算结束。

（5）程序中 No 为数据组数；A＝β；B＝α；C＝θ。

（6）程序中 N 为地层垂直厚度，一般适用于钻孔资料计算。

（三）地层厚度计算程序

```
10   REM "Di Ceng Zong Hou Du Ji Suan"
20   INPUT "year=" ; Y
30   INPUT "month=" ; M
40   INPUT " day=";D
50   LPRINT " Di Ceng Zhen HouDu Ji  Suan ":PRINT
60   LPRINT " ------------------------------"
70   LPRINT " Year= ";Y;" Month=";M;" day=";D
80   LPRINT " ------------------------------"
90   LPRINT " "
100   INPUT "X$(c,x)=";X$
110   IF X$="C"THEN 140
120   IF X$="X" THEN 610
130   GOTO 100
140   INPUT "Y$(f,t)=",Y$
150   IF Y$="f" THEN 180
160   IF Y$="t" THEN 370
170   GOTO 140
180   LPRINT" Zou xiang yu pou mian chui zhi"
190   LPRINT" Po xiang yu qing xiang xiang fan"
200   LPRINT " "
210   LET M=0
220   LET N=0
230   LET L=0
240   INPUT "No:= ";K
250   PRINT "No:= ";K
260   FOR I=1 TOK
270   INPUT "L= ";L
280   INPUT "A= ";A
290   INPUT "B= ";B
300   LPRINT "    ";I;":";"L=";L;"A=";A;"B=";B
310   LET A=3.14159/180*A
320   LET B=3.14159/180*B
330   M=M+SIN(A+B)*L
340   N=N+(SIN(A)+TAN(B)*COS(A))*L
350   NEXT I
360   GOTO 1180
370   LPRINT" Zou xiang yu pou mian chui zhi"
380   LPRINT" Po xiang yu qing xiangxiang tong"
390   LPRINT " "
400   LET M=0
410   LET N=0
420   LET L=0
```

```
430  INPUT "No:= ";K
440  PRINT "No:= ";K
450  FOR I=1 TOK
460  INPUT "L= ";L
470  INPUT "A= ";A
480  INPUT "B= ";B
490  LPRINT "  ";I;":";"L=";L;"A=";A;"B=";B
500  LET A=3.14159/180*A
510  LET B=3.14159/180*B
520  IF B<A THEN 540
530  IF B>A THEN 570
540  M=M+SIN(A-B)*L
550  N=N+(SIN(A)-TAN(B)*COS(A))*L
560  GOTO 590
570  LET M=M+SIN(B-A)*L
580  LET N=N+(TAN(B)*COS(A)-SIN(A))*L
590  NEXT I
600  GOTO 1170
610  INPUT "Y$(f,t)=",Y=$
620  IF Y$="f" THEN 650
630  IF Y$="t" THEN 890
640  GOTO 610
650  LPRINT" Zou xiang yu pou mian xie  jiao"
660  LPRINT" Po xiang yu qing xiang xiang fan"
670  LPRINT " "
680  LET M=0
690  LET N=0
700  LET L=0
710  LET A=0
720  LET B=0
730  LET C=0
740  INPUT "No:= ";K
750  PRINT "No:= ";K
760  FOR I=1 TOK
770  INPUT "L= ";L
780  INPUT "A= ";A
790  INPUT "B= ";B
800  INPUT "C= ";C
810  LPRINT "   ";I;":";"L=";L;"A=";A;"B=";B;"C=";C
820  LET A=3.14159/180*A
830  LET B=3.14159/180*B
840  LET C=3.14159/180*C
```

```
850   M=M+L*(SIN(B)*COS(A)*SIN(C)+SIN(A)*COS(B))
860   N=N+L*(TAN(B)*COS(A)*SIN(C)+SIN(A))
870   NEXT I
880   GOTO 1170
890   LPRINT" Zou xiang yu pou mian xie jiao"
900   LPRINT" Po xiang yu qing xiang xiang tong"
910   LPRINT " "
920   LET M=0
930   LET N=0
940   LET L=0
950   LET A=0
960   LET B=0
970   LET C=0
980   INPUT "No:= ";K
990   PRINT "No:= ";K
1000   FOR I=1 TOK
1010   INPUT "L= ";L
1020   INPUT "A= ";A
1030   INPUT "B= ";B
1040   INPUT "C= ";C
1050   LPRINT "   ";I;":";"L=";L;"A=";A;"B=";B;"C=";C
1060   LET A=3.14159/180*A
1070   LET B=3.14159/180*B
1080   LET C=3.14159/180*C
1090   IF B>A THEN 1110
1100   IF B<A THEN 1140
1110   M=M+L*(SIN(B)*COS(A)*SIN(C)-SIN(A)*COS(B))
1120   N=N+L*(TAN(B)*COS(A)*SIN(C)-SIN(A))
1130   GOTO 1160
1140   M=M+L*(SIN(A)*COS(B)-(COS(A)*SIN(B)*SIN(C))
1150   N=N+L*(SIN(A)-(TAN(B)*COS(A)*SIN(C))
1160   NEXT I
1170   LPRINT" M=";M, " N=";N
1180   LPRINT " "
1190   INPUT "Ji xu ma (y/n)" ;Z$
1200   IF Z$="Y"ORZ$="y" THEN GOTO 100
1210   END
```

（四）计算举例

1. 当地层走向与剖面线方向垂直时

（1）地面坡向与地层倾向相反

```
--------------------------------
Year= 1994  Month= 8day= 18
--------------------------------
 Zou xiang yu pou mian chui zhi

 po xiang yu qing xiang xiang fan
 1.      I=50      A=30      B=60
     M=50.00001        N=99.99986
```

（2）地面坡向与地层倾向相同

```
 Zou xiang yu pou mian chui zhi
po xiang yu qing xiang xiang tong
1:       I=60      A=55      B=45
    M=10.41888        N=14.73452
```

2. 当地层走向与剖面线方向斜交时

（1）地面坡向与地层倾向相反

```
Zou xiang yu pou mian xie  jiao
po xiang yu qing xiang xiang fan
1:       I=90      A=87      B=13      C=45
     M=88.32238        N=90.64561
```

（2）地面坡向与地层倾向相同

```
Zou xiang yu pou mian xie  jiao
po xiang yu qing xiang xiang tong
1:    I=120      A=65      B=34      C=55
     M=66.93322        N=80.73603
```

二、岩层真、视倾角的换算

（一）岩层真、视倾角的换算公式

$$\tan d = \tan\alpha\cos A \tag{10-8}$$

式中 d——视倾角；

α——真倾角；

A——岩层倾向与视倾向之间的夹角。

（二）岩层真、视倾角换算程序

计算程序中的No为数据组数；$B=\alpha$；$A=A$。

```
10 LPRINT " ZhenShi Qing Jiao Huan Suan--"
20 LPRINT "-----------------------------------"
30 INPUT "shu ju zushu N=";N
40 PI=3.141592654/180
50 FOR I=1 TON
60 PRINT TAB(5);"No: ",I
70 INPUT "zheng qing jiao B=";B
80 INPUT "zheng shi qingxiang jia  jiao  A=";A
90 BO=INT(TAN(B*PI)*COS(A*PI)*100000+0.5)/100000
100 LPRINT " "
110 LPRINT TAB(15);"No: ";I
120 LPRINT " "
130 LPRINT TAB(5);"B= ";B;TAB(30);"A= ";A
140 LPRINT TAB(10);"shi qing jiao Bo= ";BO
150 LPRINT "-----------------------------------"
160 NEXT I
170 END
```

```
  --ZhenShi Qing Jiao Huan Suan--
-----------------------------------
     No:  1
  B= 30          A= 60
     shi qing jiao Bo=  0.28868
-----------------------------------
     No:  2
  B= 60          A= 45
     shi qing jiao Bo=  1.22475
-----------------------------------
```

第二节　地质图件的绘制

无论是地质填图教学实习还是野外生产工作，地质图件（包括地质剖面图、地层柱状图和节理玫瑰花图）的绘制和检校工作量相当繁重。如果采用计算机绘制各种地质图件，将会极大地提高工作效率和绘图精度。这里主要介绍几种填图过程中图件绘制的基本方法和程序。

一、地质剖面图的绘制

测制地质剖面是地质填图工作投入工作量较大及研究较细的基础工作，而地质剖面图则是地质填图和研究工作所必备的基础资料，计算机绘制地质剖面图将提供给研究者一个简便而迅速的作图方法。由于实测剖面中各岩层产状、层数、构造等数据较多，变化较快，所以使用计算机只能绘出剖面图的框架图形，在图上给出岩层产状、岩层分划位置及序号，然后添绘岩性花纹。但因绘图比例尺受计算机打印纸的限制，所以计算机绘制的地质剖面图一

般仅用作研究资料或大比例尺绘图的参考资料。

由于目前计算机型号、品代的不同，对绘图语言的识别差异很大，因此这里仅给出通用的剖面绘图计算程序，对剖面图绘图部分给出程序框图。

（一）程序中主要变量说明

操作人员姓名N$和日期D$；剖面线号X$、剖面起点Q$和剖面终点Z$；岩层总数N、导线数ND；各导线中岩层产状数值的极大值AN、各岩层产状所能控制的岩层层数极大值CN、各导线中断层产状数值极大值DN；岩层倾向A、岩层倾角B、导线方位C、地面坡角D、岩层底板导线读数LL、断层倾向FA、断层倾角FB、断层点导线读数FL和剖面累计厚度NH及断层面视倾角VF等。

剖面计算过程中的变量，与第一节中计算公式相同。

（二）操作使用说明

（1）根据程序变量要求，参照实测地质剖面记录表内容，统计实测地质剖面中各导线的参数值，按程序中变量顺序列表整理。

（2）启动程序，将姓名、日期及剖面变量参数按顺序输入程序中。

（3）计算机打印换算结果。

（4）如需作剖面图，应首先赋予计算机T值（比例尺），比例尺的分母值为T值。

（5）根据程序框图（图10-1），编制相应的地质剖面图绘图子程序，然后分导线绘制剖面图，拼接并添绘花纹。

（三）地质剖面图程序框图

地质剖面图的程序框图如图10-1所示。

（四）地质剖面图绘制程序

二、地层柱状图的绘制

地层柱状图是在实测地质剖面资料的基础上编绘的。使用计算机编绘岩性花纹柱状一般可任选比例尺，根据工作区实际选定岩性花纹图例并列表编号，对岩层厚度大者可作省略处理。其特点是绘图迅速、准确，但计算机绘制的仅是岩性柱状和地层厚度。

绘图程序中所采用的图例，应按能源部《煤矿地质测量图例》（1989年）设计。

（一）程序中主要变量说明

程序中的主要变量参照第三章地层柱状图绘制方法中的资料赋予。主要包括：图名NO、比例尺T、地层层数N、岩层厚度H、柱状图顶层的顶面累计值HH、柱状图底层底面数值HD、与下伏岩层的接触关系DM和各岩层代号YX等。

（二）程序编写说明

由于不同工作区地质情况各异，地层柱状图常受图例选择、作图比例尺及计算机绘图语言识别差异的限制，加之绘图的目的、要求不同，因此当某一工作区需编绘地层柱状图时，可参照图10-2计算机绘制地层柱状图程序框图。根据实际工作中所搜集的资料和现有计算机设备情况，编写计算机绘制地层柱状图的程序。

如果工作区岩性复杂，地层柱状图绘制可采取分段输入、分段绘图拼接的方法。但分段作图每次输入的HH和HD，应为所绘岩性段最上层的顶面累计值和最下层的底面累计值。

（三）地层柱状图程序框图

```
10 REM "po mian tu hui zhi"
20 CLS
30 COLOR 2
40 LOCATE 6,26
50 PRINT "WELLCOME TO THE PROGRAMME"
60 LOCATE 12,1
70 INPUT "cao zuo yuan xing ming";N$
80 INPUT "cao zuo ri qi  (*-*-*)?";D$
90 PRINT " "
100 INPUT "po mian xian bian hao=";X$
110 INPUT "qi dian hao=";Q$
120 INPUT "zhong dian hao=";Z$
130 READ N,ND,CN,AN,DN
140 DIM A(ND-1,AN-1),B(ND-1,AN-1),C(ND-1),D(ND-1),L(CN-1),LL(CN-1),FA(DN),FB(DN)
150 DIM H(CN-1),V(ND-1,AN-1),NA(ND),NC(ND-1,AN-1),AL(ND-1,AN-1),FL(ND-1,DN)
160 DIM DD(ND),NF(ND-1),L0(N),L1(N),L2(ND),L3(N),VF(ND-1,DN)
170 CLS
180 LPRINT "po mian xian bian hao=    ";X$
190 LPRINT " "
200 LPRINT "cao zuo yuan xing ming:  ";N$
210 LPRINT "cao zuo ri qi:    ";D$
220 LPRINT " "
230 LPRINT "qi dian : hao= ´";Q$
240 LPRINT "zhong dian  hao=";Z$
250 LPRINT " "
260 LPRINT "yan ceng zong shu N=";N
270 LPRINT " "
280 LPRINT "ce liang  dao xian  gen shu  ND=";ND
290 LPRINT "yan ceng shu  ji  da  zhi  CN=";CN
300 LPRINT "chan zhuang ge shu ji dazhi  AN=";AN
310 LPRINT "duan ceng ge shu ji da  zhi  DN=";DN
320 LPRINT " "
330 LET M=0
340 LET PI=3.1415926514/180
350 LET IP=180/3.1415926514
360 IF DN<>0 THEN DIM FF(ND-1,DN)
370 FOR I=0 TO ND-1
380 LPRINT "----------------------------------------"
390 LPRINT " "
400 LET D$="D("+STR$(I+1)+")="
410 LET C$="C("+STR$(I+1)+")="
420 LET M$="L2("+STR$(I+1)+")="
```

```
430 LPRINT TAB(15);"No: ";I+1
440 READ C(I),D(I),L2(I),NF(I)
450 LPRINT C$;C(I);TAB(15);D$;D(I);TAB(30);M$;L2(I)
460 LPRINT " "
470 LET Y$="NF("+STR$(I+1)+")="
480 LPRINT TAB(15);Y$;NF(I)
490 LPRINT " "
500 IF NF(I)=0 THEN GOTO 760
510 GOTO 900
520 FOR J=0 TO NF(I)-1
530 LET EF=ABS(C(I)-(FA(J)+90))
540 LPRINT " "
550 IF EF>270 THEN GOTO 610
560 IF EF>180 AND EF<270 THEN GOTO 630
570 IF EF>90 AND EF<180 THEN GOTO 590
580 GOTO 640
590 LET EF=180-EF
600 GOTO 640
610 LET EF=360-EF
620 GOTO 640
630 LET EF=EF-180
640 LET RF=90-EF
650 LET VF(I,J)=ATN(TAN(FB(J)*PI)*COS(RF*PI))*IP
660 LET DU=INT(VF(I,J))
670 LET NU=(VF(I,J)-DU)*60
680 LET MU=INT(NU)
690 LET SU=INT((NU-MU)*60+0.5)
700 LET VF(I,J)=DU+MU/100+SU/10000
710 LET VF$="VF("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
720 LET VF(I,J)=INT(VF(I,J)*100+0.7)/100
730 LPRINT TAB(15);VF$;VF(I,J)
740 LPRINT " "
750 NEXT J
760 LET X$="NA("+STR$(I+1)+")="
770 LET Y$="NF("+STR$(I+1)+")="
780 READ NA(I)
790 LPRINT TAB(15);X$;NA(I)
800 LPRINT " "
810 FOR J=0 TO NA(I)-1
820 LET A$="A("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
830 LET B$="B("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
840 LET E$="AL("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
```

```
850 READ A(I,J),B(I,J),AL(I,J)
860 LPRINT A$;A(I,J);TAB(15);B$;B(I,J);TAB(30);E$;AL(I,J)
870 LPRINT " "
880 NEXT J
890 GOTO 990
900 FOR J=0 TO NF(I)-1
910 LET R$="FB("+STR$(J+1)+")="
920 LET G$="FB("+STR$(J+1)+")="
930 LET R$="FL("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
940 READ FF(I,J),FA(J),FB(J),FL(I,J)
950 LPRINT F$;FA(J);TAB(15);G$;FB(J);TAB(30);R$;FL(I,J)
960 LPRINT " "
970 NEXT J
980 GOTO 520
990 FOR J=0 TO NA(I)-1
1000 LET E=ABS (C(I)-(A(I,J)+90))
1010 LET EE=E
1020 IF E>270THEN GOTO 1080
1030 IF E>180AND E<=270 THEN GOTO 1060
1040 IF E>90 AND E<=180 THEN LET E=180-E
1050 GOTO 1090
1060 LET E=E-180
1070 GOTO 1090
1080 LET E=360-E
1090 LET R=90-E
1100 LET V(I,J)=ATN (TAN(B(I,J)*PI)*COS(R*PI))*IP
1110 LET DU=INT(V(I,J))
1120 LET NU=(V(I,J)-DU)*60
1130 LET MU=INT(NU)
1140 LET SU=INT((NU-MU)*60+.5
1150 LET V(I,J)=DU+MU/100+SU/10000
1160 LET Z$="V("+STR$(I+1)+","+STR$(J+1)+")="
1170 LET V(I,J)=INT (V(I,J)*100+.7)/100
1180 LPRINT TAB(15);Z$;USING "###.##";V(I,J)
1190 LPRINT " "
1200 LET N$="NC("+STR$(J+1)+")="
1210 READ NC(I,J)
1220 LPRINT TAB(15);N$;NC(I,J)
1230 LPRINT " "
1240 FOR K=0 TO NC(I,J)-1
1250 LET Q$="LL("+STR$(K+1)+")="
1260 READ LL(K)
```

```
1270 LPRINT TAB(15);Q$;LL(K);"m"
1280 IF J=0 AND K=0 THEN GOTO 1320
1290 IF J<>0 AND K=0 THEN GOTO 1340
1300 LET L(K)=LL(K)-LL(K-1)
1310 GOTO 1350
1320 LET L(K)=LL(K)
1330 GOTO 1350
1340 LET L(K)=LL(K)-L1
1350 LET M=M+1
1360 LET L1(M)=L(K)
1370 LET L1=LL(K)
1380 NEXT K
1390 LPRINT " "
1400 LET CC=C(I)
1410 IF D(I)>0 AND C(I)>=180 THEN LET CC=C(I)-180
1420 IF D(I)>0 AND C(I)<180 THEN LET CC=C(I)+180
1430 LET C=ABS(A(I,J)-CC)
1440 IF C>90 AND C<=270 THEN GOTO 1460
1450 GOTO 1480
1460 LET DD(I)=ABS(D(I))
1470 GOTO 1490
1480 IF C<=90 OR C>270 THEN LET DD(I)=-ABS(D(I))
1490 FOR K=0 TO NC(I,J)-1
1500 LET H(K)=ABS(L(K)*(SIN(B(I,J)*PI)*COS(DD(I)*PI)*SIN(EE*PI)+
SIN(DD(I)*PI)*COS(B(I,J)*PI)))
1510 NEXT K
1520 FOR K=0 TO NC(I,J)-1
1530 LET H=INT(H(K)*100+0.5)/100
1540 LET A$="H("+STR$(K+1)+")="
1550 LPRINT TAB(15);A$;H;"m"
1560 LET NH=NH+H
1570 NEXT K
1580 LPRINT " "
1590 NEXT J
1600 NEXT I
1610 LPRINT " "
1620 LPRINT TAB(10);"M=";M;TAB(20);"NH=";NH
1630 LPRINT "----------------------------------------"
1640 DATA 6,3,3,3,1
1650 DATA 130,60,11.2,1,1,110,35.7,1,200,44,10,2,10,11.2
1660 DATA 130,0,18.7,1,-1,137,56,4.8,1,200,44,10,1,18
1670 DATA 105,-7,35,1,1,120,60,5,2,150,28,11,122,15,28,2,6,14,1,35
```

1680 END

po mian xian bian hao = Xi'an-8
cao zuo yuan xing ming: Ju Tianyi
cao zuo ri qi: 1994-8-20

qi dian hao= 8-1
zhong dian hao= 8-3

yan ceng zong shu N=6

ce liang dao xian gen shu ND= 3
yan ceng shu ji da zhi CN= 3
chan zhuangge shu ji da zhi AN= 3
duan ceng ge shu ji da zhi DN= 1

No: 1

C(1)=130 D(1)= 60 L2(1)= 11.2

NF(1)= 1

FA(1)= 110 FB(1)= 35 FL(1, 1)= 7

VF(1,1)=33.21

NA(1)= 1

A(1,1)= 200 B(1, 1)= 44 AL(1,1)=10

V(1,1)= 18.17

NC(1)= 2

LL(1)= 10 m

LL(2)= 11.2 m

H(1)= 7.42 m

H(2)= 0.89 m

No:2

C(2)= 130 D(2)= 0 L2(2)= 18.7

NF(2)= 1

FA(1)= 137 FB(1)= 56 FL(2,1)= 4.8

VF(2,1)= 55.48

NA(2)= 1

A(2,1)=200 B(2,1)= 44 AL(2,1)=10

V(2,1)= 18.17
NC(1)= 1

LL(1)= 18 m

H(1)= 4.28 m

No: 3

C(3)= 105 D(3)= -7 L2(3)= 35

NF(3)= 1

FA(1)= 120 FB(1)=60 FL(3,1)= 5

VF(3, 1)= 59.08

NA(3)=2

A(3,1)= 150 B(3,1)= 28 AL(3,1)= 11

A(3,2)= 122 B(3,2)= 15 AL(3,2)= 28

V(3,1)= 20.36

NC(1)= 2

LL(1)= 6 m

LL(2)= 14 m

H(1)= 1.33 m

H(2)= 1.78 m

V(3,2)= 14.22

NC(2)=1

LL(1)= 35 m

H(1)= 2.69 m

M= 6 NH= 18.39

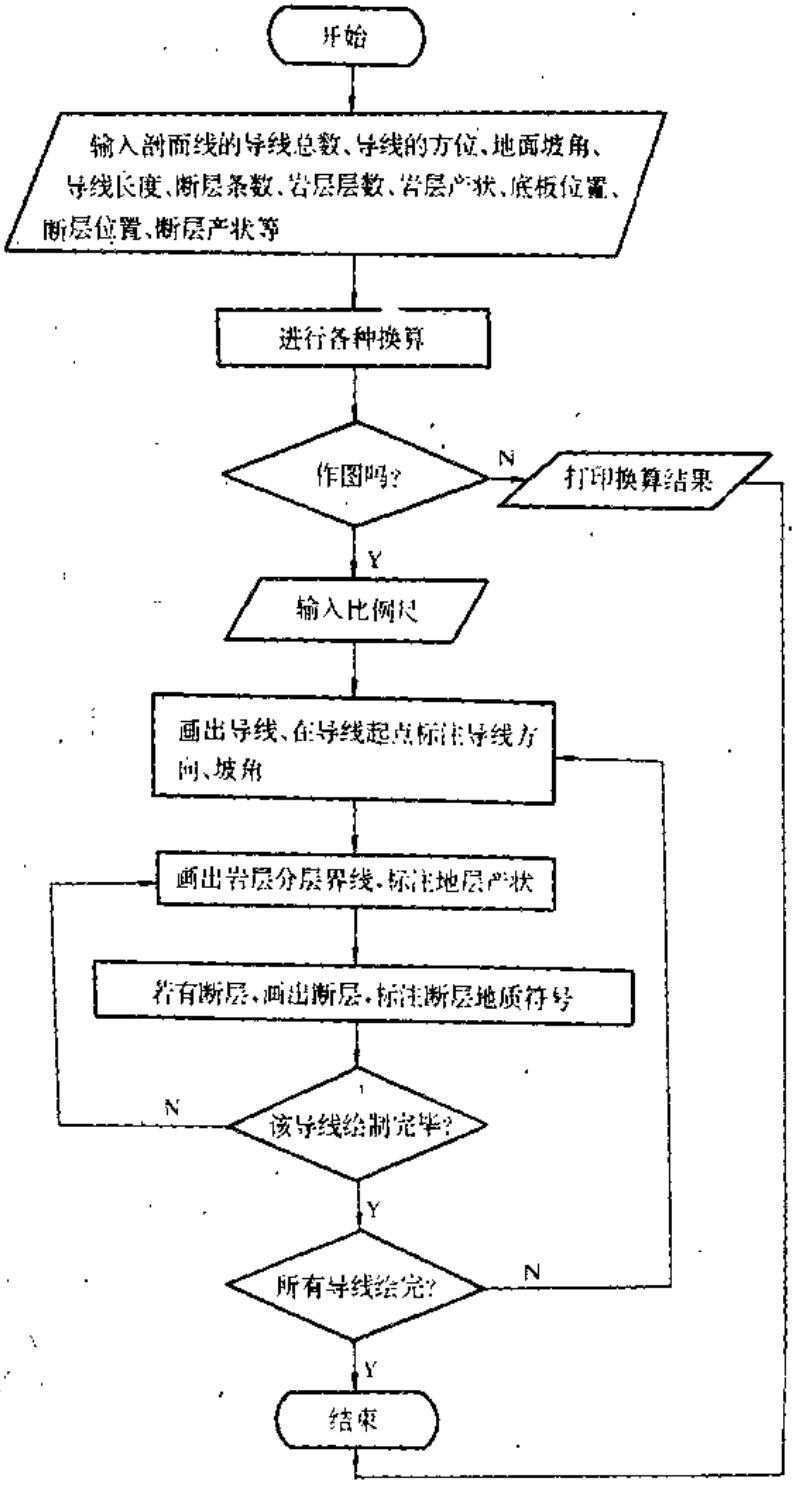


图 10-1　地质剖面图程序框图

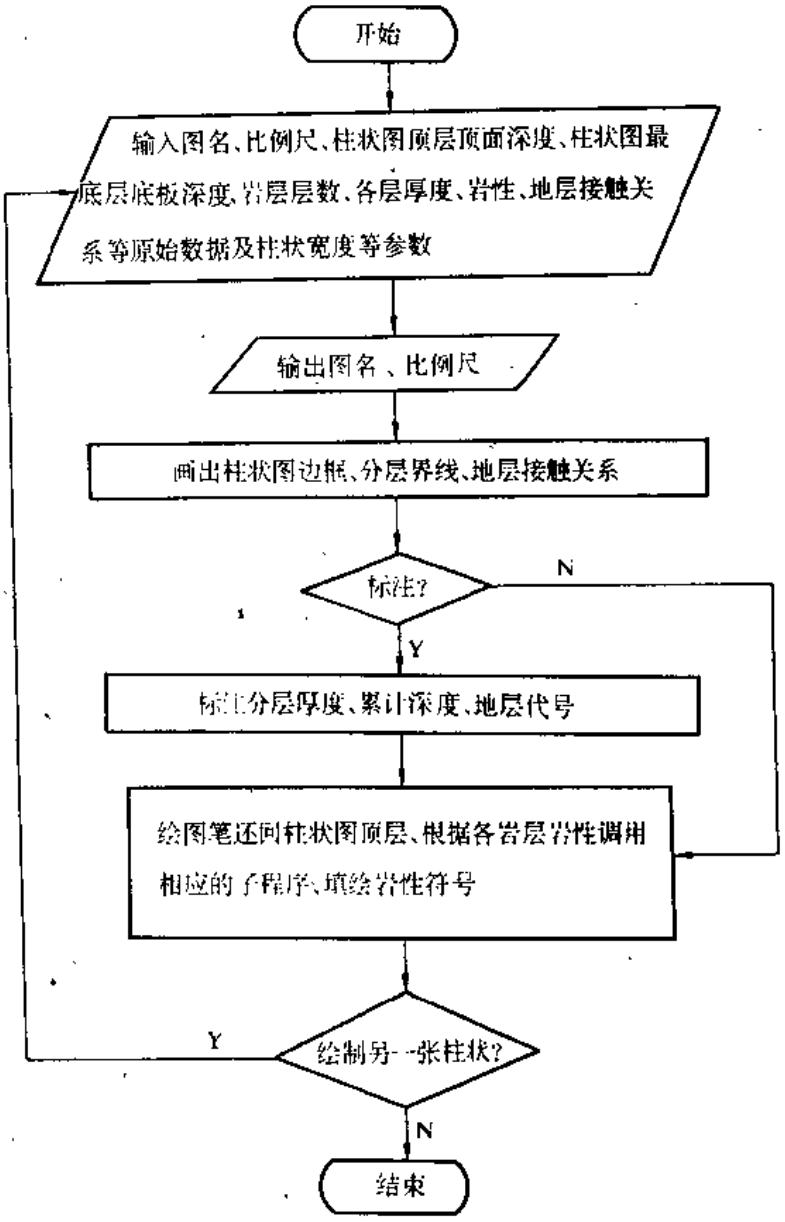


图 10-2　地层柱状图程序框图

地层柱状图程序框图如图 10-2 所示。

三、节理玫瑰花图的绘制

节理玫瑰花图是节理资料的统计方式之一，形象醒目，能比较清楚地反映某一地区主要节理的优势方向，是地质构造分析中的一种简便而有效的方法。

节理走向玫瑰花图多应用于节理产状比较陡直的情况，而节理倾向玫瑰花图多用于节理产状变化较大的情况。

（一）程序的特点

这种程序是用于节理资料的室内整理，包括：节理走向玫瑰花图、节理倾向玫瑰花图、节理极点图。各种成果图形均可在计算机屏幕上显示出来，从打印机上输出图形结果。

节理玫瑰花图采用10°间隔，节理走向玫瑰花图只绘270°～360°及0°～90°两个象限。

（三）程序中的主要变量说明

节理总条数N；节理面倾向S(I,0)，I=1,2,3,…,N；节理面倾角S(I,1)，I=1,2,3,…,N。

（四）操作使用说明

(1) 启动程序，按程序提示给出节理原始数据文件名。

(2) 按程序提供的选择进行操作，在屏幕上可显示相应的处理结果。

(3) 如需从打印机上输出图形，先按Y键；这时先改变图形的纵横比例(以消除打印机与计算机屏幕的不一致性)，然后按屏幕打印命令；若不打印，只需按N键，程序便返回主程序，以便进行其它处理工作。

（五）节理玫瑰花图程序框图：

节理玫瑰花图的程序框图如图10-3所示。

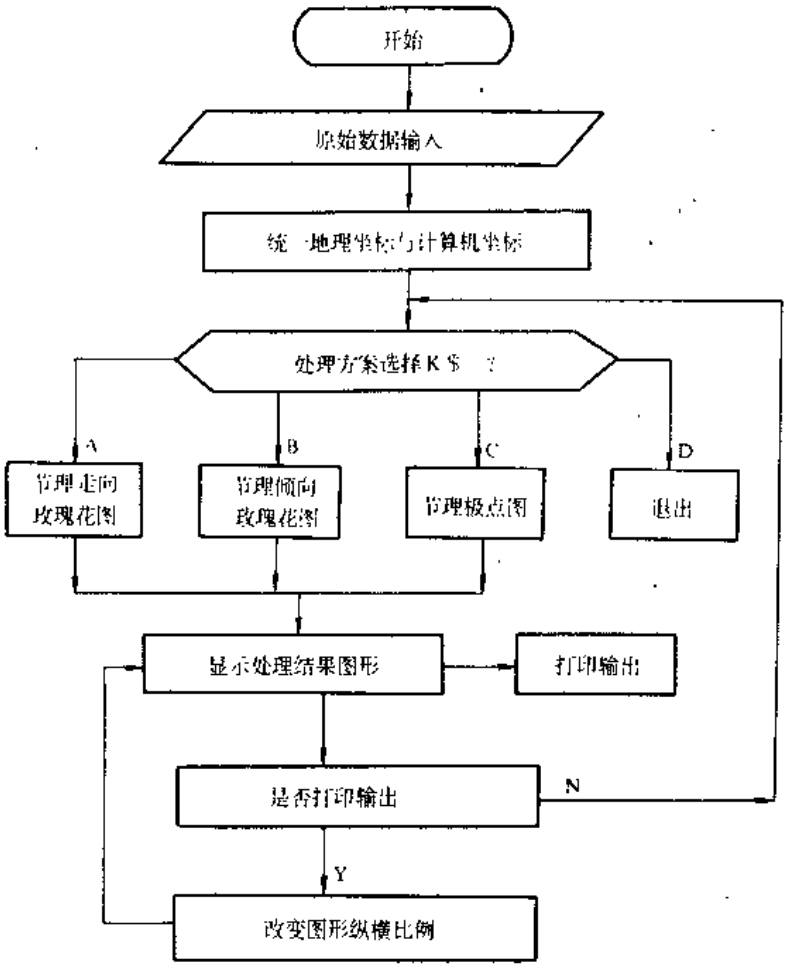


图10-3 节理玫瑰花图程序框图

（六）节理玫瑰花图程序及打印图形

```
10 Jie Li Shu Ju Zi Liao Zheng Li
60 DIM S(200,1),B(200,1),A(200,2),D(36),E(36)
65 INPUT "File's Name?", W$
```

```
70 OPEN W$ FOR INPUT AS #1
80 INPUT #1,N:N=N-1:FOR I=0 TO N:INPUT #1,S(1,0),S(1,1):NEXT 1: CLOSE #1
90 FOR I=0 TO N:S(I,0)=90-S(I,0):IF S(I,0)>=0 THEN 95
92 S(I,0)=360+S(I,0)
95 NEXT I
100 CLS:PRINT TAB(10),"Xuan Ze zheng Li Fang An"
110 PRINT TAB(10):"A    JLZXMGHT"
120 PRINT TAB(10):"B    JLQXMGHT"
130 PRINT TAB(10):"C    JLJDT"
165 PRINT TAB(10):"D    Tui Chu"
170 PRINT "Xuan Ze"
172 k$=INKE Y$: IF K$=" " THEN 172
180 L=ASC(K$): IF L<90 THEN 200
190 L=L-96: GOTO 210
200 L=L-64
210 ON L GOTO 1000,2000,3000,230
220 GOTO 100
230 END
1000 "JLZXMGHT"
1010 PRINT "JLZXMGHT" : ASP=.45
1015 FOR L=0 TO 18 : D(L)=0 : E(L)=0 : NEXT L
1020 FOR I=0 TO N : B(I,0)=S(I,0)+90
1030 IF B(I,0)>360 THEN 1040
1033 IF B(I,0)>180 THEN 1050
1035 GOTO 1060
1040 B(I,0)=B(I,0)-360 : GOTO 1060
1050 B(I,0)=B(I,0)-180
1060 L=INT(B(I,0)/10) : D(L)=D(L)11: E(L)=E(L)1B(1,0)
1070 NEXT I : F=D(0)
1072 'FOR L=0 TO 18 : PRINT D(L);E(L),:NEXT : STOP
1080 FOR L=1 TO 18 : IF F>D(L) THEN 1090
1085 F=D(L)
1090 NEXT L
1100 FOR L=0 TO 18 : IF D(L)=0 THEN 1110
1105 E(L)=E(L)/D(L)
1110 D(L)=D(L)/F : NEXT L
1120 R=800: CLS: SCREEN 2,0 :WINDOW(-3*R,-.8*R)-(3*R,3*R)
1128 IF ASP=.55THEN 1135
1130 CIRCLE(0,0),R,,0,3.1416,ASP: GOTO 1140
```

```
1135 CIRCLE(0,0),R,,0,3.1416,ASP
1136 FOR Q=0 TO 180 STEP 10 :X=R*COS(Q/180*3.1416) : Y=R*SIN(Q*3.1416/180)*(ASP+
.56) :PSET(X,Y) : LINE-(X+R*.05*COS(Q/180*3.1416),(Y+R*.05*SIN(Q*3.1416/180)))
:NEXT Q
1137 PSET(0,0)
1140 LINE(-R,0)-(R,0) : LINE(0,.01)-(0,0)
1142 FOR L=0 TO 18
1145 IF ASP =.45 THEN 1155
1150 X=R*D(L)*COS(E(L)*3.1416/180) : Y=R*D(L)*SIN(E(L)*3.1416/180)*(ASP+.6)
1152 GOTO 1160
1155 X=R*D(L)*COS(E(L)*3.1416/180) : Y=R*D(L)*SIN(E(L)*3.1416/180)*(ASP*2)
1160 LINE-(X,Y) :NEXT L
1180 LINE(-.5*R,-.3*R)-(.5*R,-.3*R)
1190 LINE(-.5*R,-.2*R)-(-.5*R,-.3*R): LINE(.5*R,-.3*R)-(.5*R,-.2*R)
1195 LOCATE 22,50: PRINT F : LOCATE 24,30 : PRINT "JLZXMGHT"
1200 'PRINT "ShiFou Da Yin? N/Y"
1210 B$=INKE Y$ : IF B$="" "THEN 1210
1220 IF B$="N" OR B$="n" THEN 1230
1225 ASP=.55: GOTO 1120
1230 GOTO 100
2000 "JLQXMGHT"
2010 PRINT "JLQXMGHT" :ASP=.45
2015 FOR L=0 TO 36 : D(L)=0 : E(L)=0 : NEXT L
2020 FOR I=0TO N
2060 L=INT((S(I,0)-.1)/10 : D(L)=D(L)+1 : E(L)=E(L)+S(I,0)
2070 NEXT I : F=D(0)
2080 FOR L=1 TO 36 : IF F>D(L) THEN 2090
2085 F=D(L)
2090 NEXT L
2100 FOR L=0 TO 35 : IF D(L)=0 THEN 2110
2105 E(L)=E(L)/D(L)
2110 D(L)=D(L)/F : NEXT L
2120 R=800: CLS: SCREEN 2,0 :WINDOW(-3!*R,-3!*R)-(3!*R,3*R)
2128 IF ASP=.55THEN 2135
2130 CIRCLE(0,0),R,,,,ASP :GOTO 2142
2135 CIRCLE(0,0),R,,,,ASP
2136 FOR Q=0 TO 360 STEP 10 : X=R*COS(Q/180*3.1416) : Y=R*SIN(Q*3.1416/180)*
(ASP+1.25): PSET(X,Y) :LINE-(X+R*.05*COS(Q/180*3.1416),(Y+R*.05*SIN(Q*3.1416
/180))) : NEXT Q
2137 PSET(0,0)
2142 FOR L=0 TO 36
2145 IF ASP=.45THEN 2155
```

```
2150 X=R*D(L)*COS(E(L)*3.1416/180) : Y=R*D(L)*SIN(E(L)*3.1416/180)*(ASP*1.25)
2152 GOTO 2160
2155 X=R*D(L)*COS(E(L)*3.1416/180) : Y=R*D(L)*SIN(E(L)*3.1416/180)*(ASP*1)
2160 LINE-(X,Y) :NEXT L
2178 IF ASP <>.45 THEN 2197
2180 LINE(-.5*R,-1.8*R)-(.5*R,-1.8*R)
2190 LINE(-.5*R,-1.8*R)-(-.5*R,-1.7*R) : LINE(.5*R,-1.8*R)-(.5*R,-1.7*R)
2195 LOCATE 22,50: PRINT F;"Tiao": LOCATE 24,30 : PRINT "JLQXMGHT"
2196 GOTO 2200
2197 LINE(-.5*R,-1.2*R*(1.25+ASP))-(.5*R,-1.2*R*(1.25+ASP))
2198 LINE(-.5*R,-1.2*R*(1.25+ASP))-(-.5*R,-1.1*R*(1.25+ASP)):LINE(.5*R,-1.2*R*
(1.25+ASP))-(.5*R,-1.1*R*(ASP+1.25))
2199 LOCATE 22,53: PRINT F; "Tiao" :LOCATE 24,30 : PRINT "JLQXMGHT"
2200 'PRINT "ShiFou Da Yin? N/Y"
2210 B$=INKE Y$ : IF B$="" THEN 2210
2220 IF B$="N" OR B$="n" THEN 2230
2225 ASP=.55: GOTO 2120
2230 GOTO 100
3000 PRINT "JLJDT" : ASP=.45
3120 R=1000 : CLS: SCREEN 2,0 :WINDOW(-3*R,-3*R)-(3*R,3*R)
3128 IF ASP=.55THEN 3135
3129 FOR Q=0 TO 360 STEP 10 : X=R*COS(Q/180*3.1416) : Y=R*SIN(Q*3.1416/180)*
(ASP+1): PSET(X,Y) :LINE-(X+R*.05*COS(Q/180*3.1416),(Y+R*.05*SIN(Q*3.1416/180)))
: NEXT Q
3130 CIRCLE(0,0),4: CIRCLE(0,0),R,,,,ASP : GOTO 3140
3135 CLS: CIRCLE(0,0)4,,,,ASP : CIRCLE(0,0),R,,,,ASP
3136 FOR Q=0 TO 360 STEP 10 : X=R*COS(Q/180*3.1416) : Y=R*SIN(Q*3.1416/180)*(
ASP+1.25): PSET(X,Y) :LINE-(X+R*.05*COS(Q/180*3.1416),(Y+R*.05*SIN(Q*3.1416/180)
)) : NEXT Q
3140 IF ASP=.45THEN 3142 ELSE FOR K=0 TO N : F=SQR(2)*R*SIN(S(K,1)/360*3.1416) :
X=INT(F*SIN(S(K,0)/180*3.1416)): Y=INT(F*COS(S(K,0)/180*3.1416)*(ASP+1.25)) :
PSET(X,Y) :NEXT K
3141 LOCATE 22,34 : PRINT "JLJDT" : GOTO 3199
3142 FOR K=0 TO N : F=SQR(2)*R*SIN(S(K,1)/360*3.1416) : X=INT(F*SIN(S(K,0)/180*
3.1416)) : Y=INT(F*COS(S(K,0)/180*3.1416)*(ASP+1)) : PSET(X,Y) :NEXT K
3150 LOCATE 25,34 : PRINT "JLJDT"
3199 IF ASP=.55THEN 3210
3200 'PRINT "ShiFou Da Yin? N/Y"
3210 B$=INKE Y$ : IF B$="" THEN 3210
3220 IF B$="N" OR B$="n" THEN 3230
3225 ASP=.55: GOTO 3135
```

```
3230 GOTO 100
10000 DATA 50,30,60,30,120,5,180,70,175,10,220,80,270,40,330,78,331,79,355,20,5
```

计算机打印的节理玫瑰花图如图 10-4、图 10-5、图 10-6 所示。

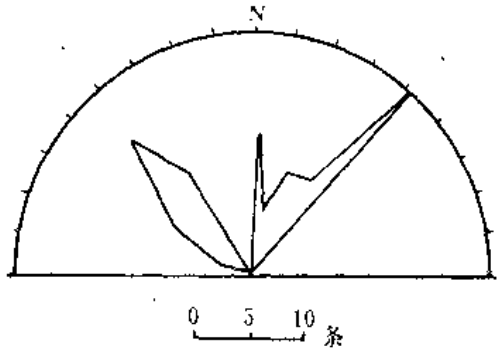


图 10-4　节理走向玫瑰花图

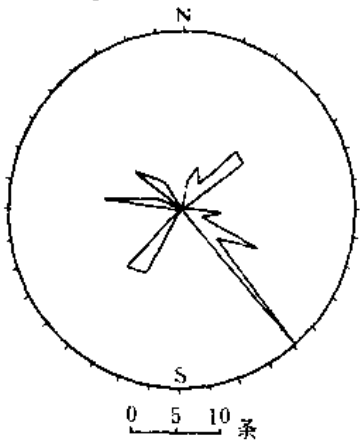


图 10-5　节理倾向玫瑰花图

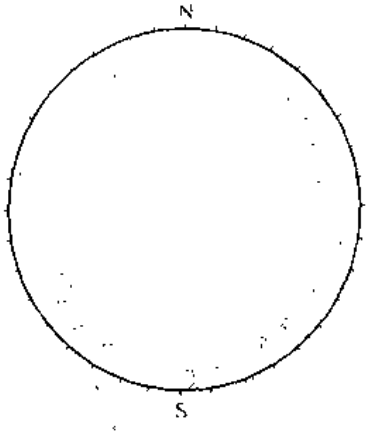


图 10-6　节理极点图

附　录

附录一　主要实习基地简介

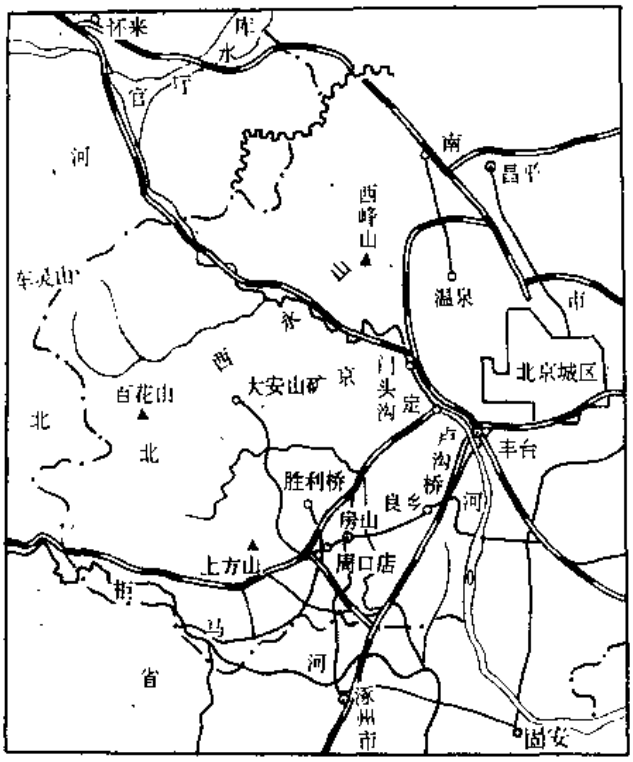
一、北京周口店地区地质概况

（一）概况

1. 交通位置

周口店位于北京市西南约 50km 处，属北京市房山区周口店镇。本区有京原（北京—太原）铁路通过，周琉（周口店—琉璃河）支线与京广铁路相连，公路可直达北京，交通十分便利（图附 1-1）。

周口店实习区地理位置处于华北平原同燕山山脉交接地带。其范围北起燕山石油化工总厂，南至云峰寺，东起房山，西达上方山。



图附 1-1　北京周口店交通位置示意图

2. 地形、气候

周口店地区相对高差一般在 100m 左右，最大高差达 200m，属低山丘陵区。河流有周口河、沙河两条季节性河流。年降雨量平均 700mm，全年 70%的降雨量集中在 7～8 月，每年 6～7 月为高温季节，平均气温 26℃，最低气温平均－7℃，多集中在 1～2 月，4～10 月的月平均气温超过 10℃，是开展野外工作的有利季节。

周口店有世界闻名的“北京猿人”遗址，这里发现的石器和用火痕迹，表明我们的祖先用劳动创作了灿烂的古代文化。

本区地处山麓地带，耕地不多，农业以小麦、玉米、花生和水果为主；工矿企业有著名的燕山石油化工总厂、长沟峪煤矿、卷扬机厂等。本区矿产丰富，主要有煤、石灰岩、花岗岩、大理石和板岩，有力地支援了首都的经济建设。

3. 地质调查简史

周口店地区的地质调查工作始于 19 世纪末期，最早是美国地质学家庞派来（R. Pumpelly），20 世纪 20～30 年代我国地质学家叶良辅、谢家荣、谭锡畴、陈恺、熊永光、赵金科、杨杰、李捷、杨仲健、斐文中、何作霖等对本区地层都做过不同程度的研究。杨增成对房山

岩体的研究，刘清香、周宗俊测绘的1：25000地质图，为周口店的地质研究奠定了基础。1912年12月2日斐文中发现了完整的北京猿人头骨化石，由此使周口店闻名于世。

解放后，北京西山（周口店地区属北京西山的一部分）进行了许多综合性的地质调查，自50年代以来，王述平、贾蓝坡、刘宪亭、王嘉荫、王曰伦、杨杰、郑剑东、汤英俊、马杏垣、高平、邱家骧、王人镜、李东旭、张德全、叶俊林、王根元、单文琅、宋鸿林等先后就周口店地区地层、构造、岩石、第四纪冰川等作了探讨。1975年以后正式出版了北京地质研究所编制的比例尺1：100000“北京市地形地质图”、1：100000“北京地区活动构造体系图”和“北京地区构造体系图”。

值得提出，原北京地质学院自1954年建立周口店地质教学实习基地以来，对周口店地区进行了全面、系统的地质研究工作，在地层划分对比、地质构造、第四纪地质和地貌、水文地质等方面取得了卓有成效的成果，对周口店的地质研究作出了一定贡献，为其它地质院校（系）的实习提供了方便。1985年以原武汉地质学院师生为主，测制的1：50000房山幅地质图，使该区地质研究程度又提高了一步。

（二）地层

北京西山地层发育较全，自老至新有前上元古界（长城系、蓟县系、青白口系）、古生界（寒武系、下奥陶统、中上石炭统、二叠系）、中生界（侏罗系、下白垩统）及新生界（第三系和第四系）。由于实习区内出露面积有限，加之断层影响，使早古生代以前地层普遍发育不全，现自老到新简述如下：

1. 前上元古界（$AnPt_2$）

原称“前震旦亚界”，包括太古界及下元古界，主要是一套变质程度较深的区域变质岩系。由于实习区内此套地层出露不全，加之北侧燕山期房山侵入体的穿插影响，目前尚难建立起更详细的地层层序，所以统称“前上元古界变质岩系”。同位素年龄约在18亿年前，有人称“太古宙变质岩系”。

该套地层主要分布在周口店实习区北部，房山侵入体以南的宫砥、大洪寺等地呈东西带状分布。主要岩性为黑云母斜长片麻岩、透辉石角闪岩、薄层石英岩、浅粒岩及混合岩等。与北部房山岩体呈侵入接触，与南部沉积围岩呈断层接触。

2. 上元古界（Pt_2）

原称“震旦亚界”，现有人将其划归为中、上元古界。北京地区上元古界地层与实习区地层系统的对比，见表附1-1。

现将实习区内所见地层简述如下：

蓟县系

高于庄组（Pt_2g）　厚度大于200m。仅分布于房山区西南，该组出露不全，未见顶底。岩性主要为硅质团块或条带白云岩、灰质白云岩。

铁岭组（Pt_2t）　厚度约100m。由于断层影响，该组未见顶底。主要分布在一条龙、骆驼山北坡、乱石垅一带。岩性为灰、灰白色含燧石团块或条带的白云质灰岩、灰岩，夹少量粉砂岩、页岩，现已变质为结晶灰岩、透闪石或硅灰石大理岩及蛇纹石大理石，夹少量板岩、千枚状板岩、千枚岩；富含藻类叠层石。与下伏地层呈断层接触。

表附 I-1　　北京地区和周口店实习区上元古界地层系统对比

北京地区地层系统		实习区地层系统
震旦系(Z)	缺失	
	晋宁运动(晚期)	
青白口系	景儿峪组(Pt_2j)	景儿峪组(Pt_2j)　断层
	龙山组(Pt_2l)	龙山组(Pt_2l)　断层
	下马岭组(Pt_2X)	下马岭组(Pt_2X)
		或断层
蓟县系	铁岭组(Pt_2t)	铁岭组(Pt_2t)
	洪水庄组(Pt_2h)	
	雾迷山组(Pt_2w)	
	杨庄组(Pt_2y)	
	高于庄组(Pt_2g)	高于庄组(Pt_2g)
	大红峪组(Pt_2d)	
长城系	团子山组(Pt_2tu)	
	串岭沟组(Pt_2cu)	
	常州沟组(Pt_2ch)	
	吕梁运动	
前上元古界($AnPt_2$)		

青白口系

下马岭组(Pt_2x)　厚度 120～127m。该组地层主要分布在一条龙至向源山一线。原岩为泥岩及砂质泥岩，现已变质为银灰色板岩、千枚状板岩、黑色板岩及二云母片岩、柘榴石—红柱石片岩等。

龙山组(Pt_2l)　厚度 15～30m。其分布同下马岭组，以含海绿石石英砂岩为主夹泥岩、页岩，现已变质为变质石英砂岩、石英岩夹板岩、千枚状板岩。砂岩中见多种类型的层理及波痕，地貌上常为突出的山脊或陡崖。

景儿峪组(Pt_2j)　厚度 40～60m。分布同下马岭组，岩性主要由两部分组成：下部为白色薄层板状大理岩，上部主要为灰绿色千枚状板岩，板理极为发育。

青白口系各组地层之间均为整合接触或断层接触。

3. 下古生界(Pz_1)

寒武系(∈)

下寒武统($\in_1$)

府君山组($\in_1 f$)　又称豹皮灰岩组。厚度16～27m。岩性以青灰色、中厚层状灰岩为主，夹少量纹带状白云质灰岩及板岩，灰岩因含泥质而风化后常呈不规则的黄褐色、灰黄色斑点，貌似"豹皮"故称"豹皮灰岩"，为本组地层特征标志；产 *Redlichia sp*(莱德利基虫)。

馒头组($\in_1^2 m$)　厚度23～46m。岩性为黄褐色、灰黄色、紫红色页岩(变质为板岩、千枚岩)，夹1～3层灰岩、白云质灰岩透镜体；未见完整生物化石。

中寒武统($\in_2$)

厚度60～90m。岩性以普遍发育的鲕状灰岩为特征，夹泥质条带灰岩、千枚状板岩、砂质板岩及少量粉砂岩；产 *Bailielle sp*(毕雷虫)化石。

上寒武统($\in_3$)

厚度47～137m。岩性主要为灰色、灰黄色泥质条带灰岩，夹少量薄层鲕状灰岩及竹叶状灰岩；产 *Ptychaspis sp*(褶盾虫)、*Blackwelderia sp*(蝴蝶虫)、*Obolus*(圆货贝)。

寒武纪地层主要分布于西部黄院、太平山北坡、三不管沟、山顶庙南磨盘山东。各组地层间为整合接触，与下伏景儿峪组为平行不整合或断层接触。

奥陶系(O)

仅发育下奥陶统(O_1)，主要分布在太平山南北两坡、牛口峪水库等地，自下而上(由老到新)分为下述三组。

冶里组(O_1y)　厚度30～85m。岩性以浅灰色纹带状灰岩为主，夹少量"豹皮灰岩"。

亮甲山组(O_1l)　厚度35～83m。岩性以下部含燧石团块或条带状灰岩为特征；上部主要为灰白色白云岩、白云质灰岩，风化面上常见纵横交叉的"刀砍状"溶沟；产 *Manchuroceras sp*(满州角石)、*Cameroceres sp*(房角石)、*Ophileta*(舌卷螺)等化石。

马家沟组(O_1m)　厚度24～263m，岩性是底部常发育1～3层同生角砾状灰岩，下、中部主要为青灰色的中厚层状灰岩、结晶灰岩，上部主要为泥质条(纹)带灰岩或白云质灰岩；产 *Actinoceres sp*(珠角石)、*Armenoceras sp*(阿门角石)。

本统各组地层间均为整合接触，与下伏上寒武统为整合接触或断层接触。

4. 上古生界(Pz_2)

本区上古生界缺失泥盆系及下石炭统，主要为中、上石炭统及二叠系，分布于太平山南北两坡。

中石炭统(C_2)

本溪组(C_2b)　原称"清水涧组"，厚度18～40m。底部普遍发育有褐绿色硬绿泥石角岩(风化后常为褐红色)，为古风化壳产物；中、上部主要为黄褐色板岩、千枚岩及红柱石角岩(俗称菊花石)，夹1～3层生物碎屑灰岩透镜体及少量粉砂岩，其中板岩、千枚岩中普遍发育有黄铁矿压力影；灰岩透镜体中富产生物化石 *Chaetetes*(刺毛虫)、*Crinus*(海百合

茎)。

太平山北坡岩性差异较大,下部为数米厚的砾岩,砾石成分多为石英岩,磨圆度较好,硅质胶结,上部为灰黑色变质粉砂岩、砂质板岩。

本溪组与下伏奥陶系为区域平行不整合接触关系。

上石炭统(C_3)

太原组(C_3t) 原称"下杨家屯组",厚度 38～60m。主要分布在太平山、磨盘山、大杆山一带。本组具有旋回性强、普遍含有不规则煤层的特点。自下而上可划分出以下二个沉积旋回,即二个段。

第一段(C_3^1t) 底部为中厚层状中、细粒变质砂岩,中上部为灰黑色红柱石角岩、千枚状板岩、斑点板岩及黑色板岩。

第二段(C_3^2t) 底部为含砾变质砂岩;中上部为变质细砂岩、砂质板岩及炭质板岩,夹不规则煤线或 2～4 层局部可采煤层;产植物化石 *Neuropteris ovata*(卵脉羊齿)、*Neuropteris sp*(脉羊齿)、*Sphenophyllum sp*(楔叶)、*Annularia sp*(轮叶)等。

下二叠统(P_1)

山西组(P_1^1) 原称"中杨家屯组",厚度 25～90m。本组地层为一完整旋回,底部为灰黑色中、粗粒含砾变质(岩屑)砂岩,局部为细砾岩;中上部为浅灰色变质细砂岩,夹灰色板岩、炭质板岩及煤层;常见 *Sphynophyllum of retticillatum*(轮生楔叶)、*Calamites sp*(芦木)、*Lobotannularia sp*(瓣轮叶)。

杨家屯组(P_1^2Y) 原称"上杨家屯组",厚度 100～150m。底部为灰绿色含砾变质砂岩或变质砾岩;中上部为杂色变质砂岩,夹少量复成分含砾变质砂岩及黑色板岩;在砾岩及砂岩中可见树干化石碎块。

上二叠统(P_2)

上二叠统主要见于填图区外的升平山向斜核部。

红庙岭组(P_2^1h) 厚度约 200m。岩性主要为肉红色、灰白色厚层状变质含砾粗砂岩、变质细砂岩、砂质板岩、红色板岩等。局部夹炭质板岩,砂岩中可见交错层理及波痕等沉积构造。

双泉组(P_2^2sh) 厚度 50m。本组时代尚有争议,有人认为属三叠系。岩性主要为灰紫、灰绿色凝灰质细粉砂岩、砂质板岩及变质石英砂岩、长石砂岩、局部见炭质板岩。

上古生界各组地层之间均为整合接触。

5. 中生界(M_z)

北京西山中生界仅发育有侏罗系及白垩系下统,实习区内未见。现将北京西山地区的地层层序列于表附 1-2 中。

6. 新生界(Kz)

第三系(R)

老第三系长辛店组,为红色粘土及砾石层,胶结疏松,测区有部分出露;新第三系,测区

内不发育。

第四系(Q)

为松散的红土层、坡积物、洪积物，以及石灰岩溶洞和裂隙中的洞穴堆积物。广布于山坡、山前、不整合于所有老地层之上。

表附 1-2　　北京西山中生界地层层序简表

地层单位		主要岩性	厚度，m
统	组		
下白垩统	夏庄组(K_1x) 卢尚蚊组(K_1l) 蛇里组(K_1t)	粉砂岩与火山碎屑岩互层 复成分碎屑为主 砾岩及火山碎屑岩	585 656 >300
	?		
上侏罗统	辛庄组(J_3x) 大灰厂组(J_3dh) 东岭台组(J_3d)	紫色碎屑岩 大山碎屑岩 流纹岩、粗安岩	400 16～123 数十至数百
中侏罗统	碧鬐山组(J_2t) 九龙山组(J_2Jd) 龙门组(J_2l)	中性火山岩 碎屑岩 碎屑岩为主夹煤层	300 1300 200～400
下侏罗统	窑坡组(J_1y) 南大岭组(J_2n)	主要含煤岩系 玄武岩	200～600 0～100
	或		
	双泉组(P_2^3sh)		

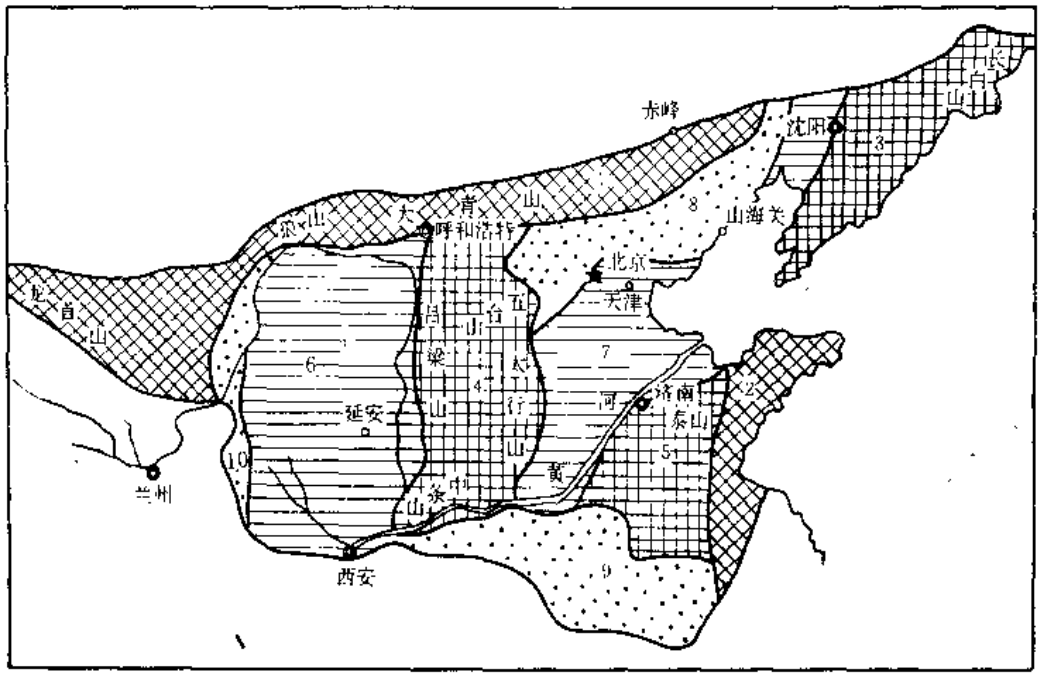
（三）构造

周口店实习区位于地壳相对比较稳定的一级构造单元——华北地台中强烈沉降、构造上比较活动的二级构造单元——燕山台褶带(图附 1-2)，本区处于该带以拗陷为主、构造变动以褶皱为主的西山拗褶区，具体的构造位置则为北岭向斜的东南端。

实习范围内的填图区构造相对比较复杂(图附 1-3、图附 1-4)，褶皱、断裂及岩浆活动均较强烈。横贯本区的主体构造为近东西向的周口店复式向斜，向斜南北两翼发育着一系列的纵向(逆或逆冲)断层，且被近南北向的横断层所切，该向斜北部是有名的房山侵入体，在它的影响下构造更趋复杂，表现了褶皱轴向多变、组合类型复杂、断层纵横交错、小岩体星罗棋布的构造景观。

1. 褶皱

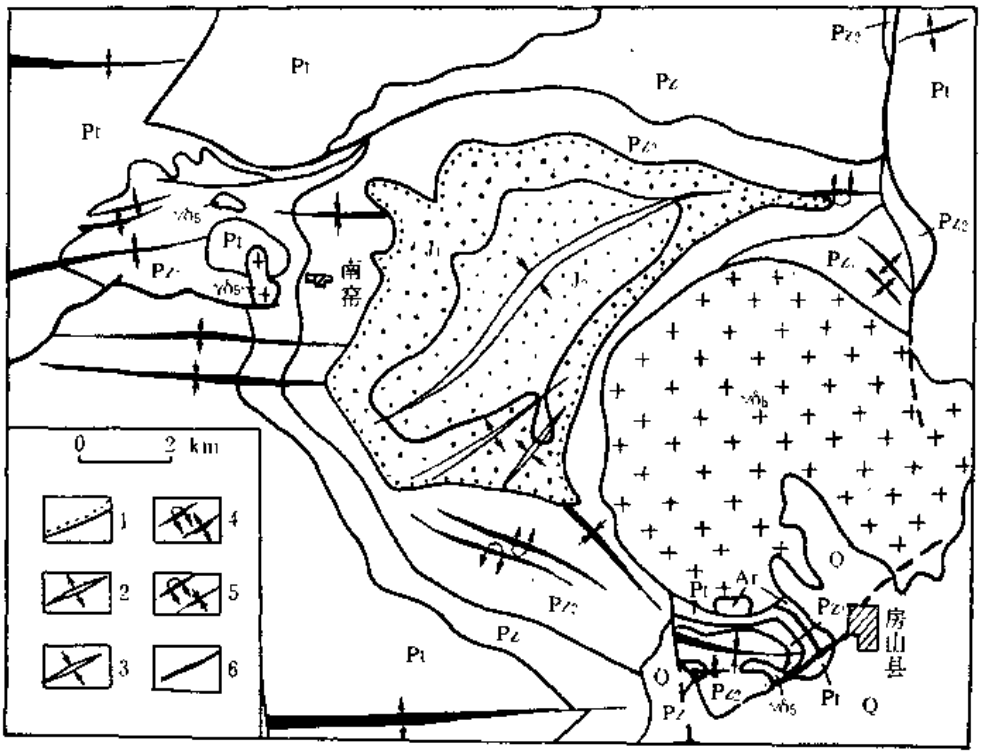
本区褶皱构造主要是周口店复式向斜，它的大致范围是西起周口河，东至大洪山，东山口—山顶庙一线以南，云峰寺以北。东西长 4km，南北宽 2km，面积约 8km^2。复式向斜的核部为石炭、二叠纪地层，翼部为寒武、奥陶纪地层。复式向斜轴向近东西，由一系列的次级褶



图附 1-2　华北地台大地构造分区图

1—内蒙地轴；2—鲁东地盾；3—辽东台背斜；4—山西台背斜；5—鲁西台背斜；
6—鄂尔多斯台向斜；7—辽冀台向斜；8—燕山台褶带；9—豫淮台褶带；10—贺兰—六盘台褶带

（据杨森楠等主编，《中国区域大地构造学》）



图附 1-3　周口店地区构造略图

Q—第四系；J_2—中侏罗统；J_1—下侏罗统；Pz_2—上古生界；Pz_1—下古生界；P_t—元古界；Ar—太古界；$\gamma\delta_5$—燕山期中酸性侵入岩；1—不整合线；2—燕山期背斜；3—燕山期向斜；4—印支期背斜和倒转背斜；5—印支期向斜和倒转向斜；6—断裂

（据宋鸿林等，1984，稍有简化）

原书缺页

原书缺页

皱所组成，主体褶皱是太平山向斜，其次有164背斜、尖锋山向斜、刀背梁背斜、大东坡倒转向斜，以及更次级背、向斜组成。

2. 断层

本区断层相当发育，集中分布在周口店复式向斜的南北两翼和东部转折端部位，以走向纵断层为主，且有与其大致垂直、规模不一的横断层，依据本区断层的展布及其性质可划分为三个断层组。

1）一条龙—山顶庙断层组　主要分布在太平山向斜北翼，大体可归纳如下几个特点：

（1）断层走向和岩层走向基本一致，由西向东，断层汇拢乃至合并，断距加大，呈近东西方向展布在向斜北翼，发育在晚元古代及古生代地层中。

（2）断层倾向主要向北倾斜，倾角较陡，一般均在70°以上，沿倾向呈陡立的波状起伏，因此暴露在地表的不同地段局部时有南倾，但总体北倾，在剖面上表现为逆冲叠瓦式。

（3）断层密集。垂直断层走向不到300m长的距离内，查明的断层达5条之多。由于断层上盘逆冲和某些可能的岩石流变，致使部分地层缺失或变薄，成为确定本组断层的重要直接证据。

（4）发育在脆性岩石中的断层，普遍可见断层破碎带，塑性岩层中造成强烈的揉皱，以及各种构造透镜体、断层角砾岩、劈理化岩带、岩层陡立，各种旁侧构造时有可见，沿断层面及其附近侵入的闪长岩体屡见不鲜。

（5）与走向逆冲断层近垂直或大角度斜交的横断层将走向断层切断，并多使其东盘南移，造成地层走向的局部改变和地层界线不连续。

据单文琅等研究认为，该组断层是顺层韧性剪切带及其上下岩层的剪切流动而导致原生沉积岩系的高度变薄，甚至使某些岩性层发生构造流失，地层严重缺失不全，但各组地层分子在剖面中依次排列、全部存在。

2）云峰寺——房山断层组　分布在周口店复式向斜的南翼，主要由三条逆断层所组成，它们走向北东，倾向南东，倾角一般小于40°，老地层逆冲到新地层之上，为本组断层的主要特征。

3）周口河断层组　由走向近南北的周口河断层和若干张性分支断层组成。它以东盘上升，西盘下降，兼具东盘南移、西盘北移为特征，燕山期房山岩体使之进一步加强，新生代以来变上升盘为下降盘，表明新构造运动使周口河断层的东西两盘产生反向的升降运动。

（四）岩浆岩和变质岩

1. 岩浆岩

周口店地区出露的岩浆岩主要为深成的房山侵入体；此外，尚有数个小型侵入体。

1）房山侵入体　位于填图区北部，平面上近圆形，直径约7.5～9km，面积近54km^2，为一中型岩株。房山侵入体与周围地层呈侵入接触关系，局部为断层接触。房山侵入体是由两个岩体组成的复合岩体，早期为石英闪长岩体，后期被花岗闪长岩体所侵入，成为房山岩体的主体，占整个岩体面积的96%，二者之间的关系是同源岩浆"脉动"侵入的结果。

石英闪长岩体分布于花岗闪长岩体的边缘，石英闪长岩为浅灰色、中细粒结构，致密块状构造，矿物成分肉眼可见斜长岩、钾长石、石英、角闪石、黑云母及副矿物榍石等。原生节理不甚发育，围岩捕虏体较多。

花岗闪长岩为房山岩体的主体，根据钾长石斑晶含量大小和特征的不同，可将花岗闪长

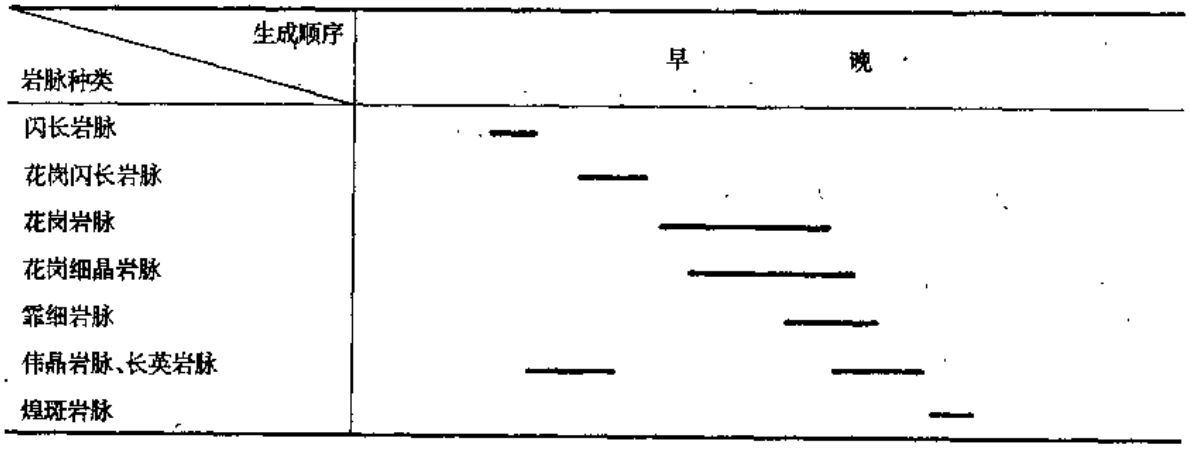
岩体划分为三个岩相带。从岩体中央向外依次为中央相、过渡相和边缘相，相带以中央相为核心呈同心环状分布。花岗闪长岩为浅灰或灰白，中粗不等粒花岗闪长岩，或似斑状花岗岩，主要矿物成分是石英、斜长石、钾长石、次要矿物有黑云母、普通角闪石，副矿物为铬铁矿、磷灰石、榍石、锆石，具清楚的流动构造和广泛发育的原生节理，边缘相和过渡相中捕虏体较多。

根据房山岩体侵入接触的最新地层为下二叠统，岩体热变质晕圈影响到中侏罗统龙门组，因此房山岩体侵入时代应在中侏罗世之后，据 14 个同位素测定资料表明，其年龄值在 143～100 百万年之间，即房山侵入体应为燕山运动晚期早白垩世的产物。

2）小型侵入体及岩脉　小型侵入体分布于房山侵入体以南的牛口峪、一条龙一带，但出露面积较小，主要有牛口峪菱铁矿化花岗闪长岩、“灯泡”花岗岩、“龙眼”花斑岩等。这些小型侵入体共同的特点是更富于酸性、色浅，后期有菱铁矿化，围岩受热变质作用而产生白云母角岩。其时代可能晚于房山侵入体。

本区岩脉以小型酸性岩脉为主，几乎都分布于房山岩体之内，而又以边缘相和过渡相内岩脉尤多，岩脉的种类有闪长岩脉（或玢岩）、花岗岩脉、花岗细晶岩脉、煌斑岩脉、霏细岩脉、长英岩脉及花岗伟晶岩脉。根据岩脉之间的关系，岩脉生成的先后顺序大体如表附 1-3 所示。

表附 1-3　　岩脉生成顺序示意图表



2. 变质岩

周口店地区二叠纪以前的地层，都经历了不同的构造变动、岩浆活动和变质作用致使该区的变质岩种类繁多。根据变质程度，本区变质岩大致可划分为两大类：浅—中级变质的副变质岩类和混合杂岩。其中，前者构成实习区内变质岩的主要组成部分。

1）浅—中级变质的副变质岩　实习区副变质岩是在区域变质作用的基础上叠加接触热变质作用的综合结果。根据原岩类型，可划分为泥质岩类、碳酸盐岩类和碎屑岩类。

泥质岩类　原岩为粘土岩、粘土质粉砂岩，根据特征的变质构造，常见的有板岩（炭质板岩、钙质板岩、粉砂质板岩、千枚状板岩等）、角岩（红柱石角岩、堇青石角岩、硬绿泥石角岩）、千枚岩（银灰色千枚岩、灰绿色千枚岩、红柱石千枚岩、钙质千枚岩）、片岩（黑云母片岩、二云母片岩、红柱石—柘榴石片岩、红柱石片岩）。

碳酸盐岩类　原岩为石灰岩、白云岩等碳酸盐岩石，经区域变质作用或接触热变质作用

而成。实习区常见的有含橄榄石大理岩、透辉石大理岩、透闪石大理岩等。

碎屑岩类变质岩 原岩为各种粉砂岩、砂岩、砾岩经变质作用而成。实习区内石炭二叠纪地层中，常见的有变质粉砂岩、变质细砂岩、变质砂岩(变质长石杂砂岩、变质石英砂岩)、变质砾岩等。

2) 混合杂岩 在房山侵入体南侧，关砥到山顶庙一带和房山以东的小洪山，出露了一套混合岩，以及和混合岩密切共存的变质程度较深的片麻岩、斜长角闪岩、石英岩等称为混合杂岩。其主要的岩石类型有黑云母斜长片麻岩、斜长角闪岩、黑云母变粒岩—浅粒岩、混合花岗岩等。

(五) 矿产

本区矿产资源比较丰富，以非金属矿产为主，如煤、石灰岩、红柱石、大理石、石板材料和花岗岩等。现简要分述如下：

1. 煤

本区煤炭开采已有数十年的历史，是房山区最重要的矿产资源，主要赋存在下侏罗统窑坡组和上古生界太原组和山西组。

1) 下侏罗统窑坡组 主要分布在周口店北部凤凰山至上岭寺一带，已探明储量数亿吨，建有房山煤矿、长沟峪煤矿等中型矿井多处，年产达百万吨，可采煤层 4～7 层，煤厚 1.3～3m，煤质均为无烟煤。

2) 上古生界太原组与山西组 主要分布于太平山、升平山、凤凰山南麓等地，为乡镇煤矿的开采对象，含煤 2～4 层，为透镜状或串珠状薄煤，质软易碎，均为无烟煤。由于受房山侵入体的影响，有的已变为半石墨、灰分高，硫磷含量低，当地称"青灰"，用做涂料。

2. 石灰岩

本区广泛分布有马家沟组、府君山组、张夏组的石灰岩，储量丰富。当地群众长期以来就进行开采，主要用作建筑石料、烧制石灰和制水泥。

3. 红柱石

周口店区的下马岭组、太原组和红庙岭组中均有含红柱石的岩层，其中以下马岭组中的红柱石片岩中的红柱石质纯，符合高级耐火材料的要求，仅一条龙至骆驼山一带，含红柱石 5%以上的片岩计有 10^6m^3，是一个较大的红柱石矿床。

4. 大理石

在接近房山岩体部位，区域变质叠加接触热变质使石灰岩变成各种颜色的大理石。明、清修建宫殿用的"汉白玉"，主要采自本区的大理石。

5. 石板材料

双泉组中的凝灰质板岩及景儿峪组中的钙质板岩，是作屋顶用的好石料。

6. 花岗岩

房山侵入体面积达 $54km^2$，其边缘相、过渡相和稍早的石英闪长岩体颗粒细而均匀，属上等石料颇负盛名，宏伟的天安门广场就用了大量的房山花岗岩。

二、南京湖山地区地质概况

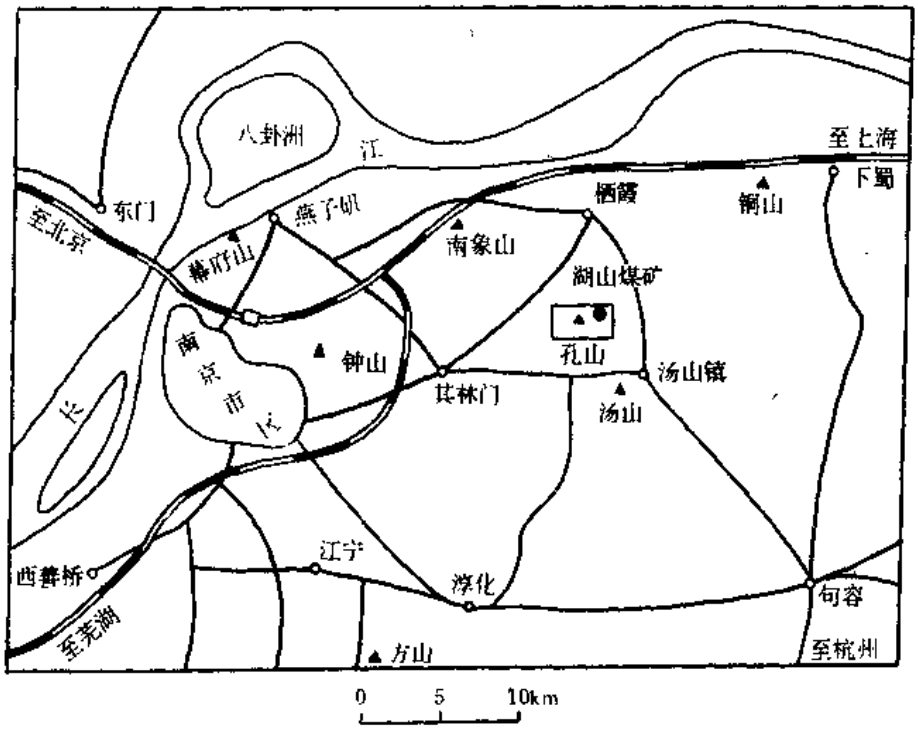
本区地层发育齐全，露头良好，地质构造现象清楚，加之地质研究程度较高，交通方便，是教学的良好场所。

（一）概况

1. 交通位置

南京市是江苏省的政治、文化中心，它位于长江下游南岸，水陆交通非常发达。东到上海，西至武汉、郑州，向北跨过长江可抵北京、天津、东北等地。著名的南京长江大桥，使长江天堑变通途，成为华东地区大江南北交通的枢纽。

湖山位于南京东约 20km 处，属南京市郊，有公共汽车达湖山煤矿，宁杭公路从湖山矿区西侧通过，矿区内为采石、开矿修筑了许多盘山公路，交通非常方便（图附 1-5）。



图附 1-5 南京湖山交通位置图

2. 地形、气候

湖山地区属低山丘陵区，最高峰孔山只有 341.5m，由于构造和风化剥蚀，山体呈近东西向延伸，南北呈三排并列，南边一排自西至东由珠山、羊山、团山、土山组成；中间一排由火石峰、孔山、陡山组成；北边一排由排山、湖山组成。

南京位于北纬 32°5′，东经 118°46′，为北温带的南沿，近于亚热带区域。由于距海岸较近，所以受季风影响比较明显。每年一月温度最低，但很少在零度以下，平均气温 3℃；7 月温度较高平均可达 27℃，是我国长江流域著名的三大火炉之一。

南京市气压是冬高夏低，冬季多西北风，由大陆吹向海洋，干燥少雨；夏季多东南风，由海洋吹向内陆，潮湿而多雨。

全年平均降雨量 1100mm，雨量多分布在 6 月、7 月、8 月。根据资料统计，7 月间多有1/2 的时间为降雨日。但 1978 年夏，华东区遇到 100 年以来的最大干旱，整个夏季长久不雨，天气奇热。每年的 4 月、9 月、10 月、11 月，雨量不多，阳光充足，气温适宜，是从事野外工作的黄金时期。

湖山地区村镇较多，人口比较稠密，工农业均较发达。

原书缺页

原书缺页

3. 地质调查简史

南京湖山地区位于宁镇弧形山脉的内侧西翼。宁镇山脉分布在南京镇江一带，呈向北凸出的弧形展布。东西长约200km，沿江弯曲，状若弓形，因此称为宁镇弧形山脉。宁镇山区地质内容极为丰富，地质现象极为壮观，很早就成为地质工作者注目的地方。

1869年英国史米尔(T. W. Kingsmill)观察长江下游地质(已涉及南京附近地区)情况。1877年德国李希霍芬曾在南京镇江一带作过较详细的地质观察，绘制了南京镇江一带地质图，由于对地层的划分、构造的观察非常粗糙，因而错误很多。1910～1920年日本矢部长克和早板一郎也曾相继来南京附近作地质调查，在地层古生物方面做了许多工作。1919年国内地质工作者最早来南京一带作地质调查的是丁文江、叶良辅，并著有《杨子江下游地质志》。1924年刘季晨、赵汝钧作过详细的地质矿产调查，著有《江苏地质志》(地质专报甲种4号)。1923年瑞典的安特生(J. L. Andersson)也曾来宁镇山区作过新生代地质调查。此外，1928年地质学家谢家荣来南京作过局部地质观察；1932年著名地质学家李四光及朱森曾对宁镇山脉的龙潭与栖霞山一带作过详细的地质调查，著有《龙潭地质指南》，朱森还著有《金陵灰岩之珊瑚类及腕足类化石》；1933年叶良辅、喻得渊曾专门调查宁镇山脉的火成岩，著有《南京镇江间火成岩地质史》；1935年朱森、李捷、李毓尧三人对宁镇山脉作过系统、详细的地质调查与研究，著有《宁镇山脉地质》，从当时来说，他们对宁镇山脉作了最全面、最系统、最详细的研究，为宁镇地区的地层划分、构造研究奠定了基础。

解放后，1951～1952年原华东财经委员会地质矿产勘测处的地质工作者，亦曾在栖霞山一带进行矿产勘探，进行了槽探与钻探工程。50年代以后至70年代，华东地质研究所、南京古生物研究所、江苏省地质局、江苏省煤炭局煤田地质勘探公司所属有关单位均在南京附近作过许多地层古生物及地质调查工作。近些年来，全国许多大专院校地质专业的学生也几乎每年都到宁镇地区，特别是湖山一带进行地质实习，积累了极为丰富的地质资料，为今后进行地质填图教学实习创造了良好的条件。

(二) 地层

湖山地区地层发育较好，出露比较齐全。主要有志留系、上泥盆统、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系和第四系(图1-6)。在本区南部汤山一带可见寒武系和奥陶系地层。现将各时代地层自老至新分述如下：

志留系(S)

下志留统(S_1)

高家边组(S_1g)　厚度大于293m。岩性以黄绿色页岩及泥岩为主，底部为黑色页岩，上部夹有粉砂岩及细粒石英砂岩。其中，黄绿色页岩和泥岩易风化成小碎块，颜色变为淡黄色；在底部黑色页岩中富产笔石化石。

本组与下伏奥陶系呈整合接触。

中志留统(S_2)

坟头组(S_2f)　厚度338mm。岩性分三部分：下部为土黄色、黄褐色、灰绿色中—厚层状粉砂岩、细粒石英砂岩，层面上含有较多的云母碎片，大型楔形层理与斜层理均较发育；中部为灰黄绿色薄—中厚层状粉砂岩，粉砂质页岩细粒岩屑石英砂岩及长石石英砂岩夹薄层灰白色、灰紫

色、灰绿色泥岩，其中砂岩中含铁质及泥质小团块，在厚层砂岩的底面有时可见到重荷膜；上部为灰绿色薄—中厚层状粉砂岩、粉砂质页岩偶夹细砾岩屑质石英砂岩，在层面上除有许多云母碎片外还常见到黑色锰质薄膜。本组化石丰富，有三叶虫、腹足类、腕足类、鱼类等化石。

本组与下伏地层高家边组呈整合接触。

上志留统(S_3)

茅山组(S_3m)　厚度 27m。岩性为一套紫红色碎屑岩：底部为紫红色薄层粉砂岩；下部为紫红色中厚层状粉砂岩，含细砾石英砂岩，砾石成分为硅质；中部为浅紫红色、灰白色厚层状含砾石英砂岩，砾石成分为石英；上部为紫红色、灰白色薄层状粉砂岩、页岩。

本组与下伏坟头组呈整合接触。

泥盆系(D)

泥盆系中、下泥盆统缺失，只沉积了上泥盆统五通组。

上泥盆统(D_3)

上泥盆统五通组(D_3W)厚度 150m。岩性由四部分组成：底部为土黄褐色含细砾石英砂岩，向上砾石减少，过渡为中厚层状灰黄色细粒石英砂岩；下部为灰白色厚层状中、粗粒石英砂岩和石英砾岩，砾石为白色石英、黑色燧石和浅灰色具纹理的硅质岩；中部为灰白色、厚层状中粒石英砂岩；上部为黄褐色砂岩及粉砂岩，夹有灰白色粘土岩及灰黑色炭质页岩，局部地区夹 1～2 层煤线。在五通组上部的砂页岩及粘土岩中，植物化石非常丰富。

本组与下伏茅山组呈假整合接触。

石炭系(C)

下石炭统(C_1)

金陵组(C_{1j})　厚度 6～10m。岩性为灰黑色细晶生物碎屑灰岩，生物碎屑主要是海百合和腕足类碎片。该组化石丰富，其中腕足类、珊瑚等到处可见。

本组与下伏地层五通组呈假整合接触。

高骊山组(C_1g)　厚度 40m。岩性由四部分组成：底部为灰白、灰绿、深灰、紫红等色页岩，内夹薄层粉砂岩及黄褐色泥灰岩透镜体，有腕足类化石碎片；下部为灰绿、灰黄色薄层状长石石英细砂岩，层面上富含白云母片；中部为黄褐色中厚层状长石石英砂岩和灰绿、灰紫、灰等色页岩互层；上部为灰白色、灰绿色、紫红色粘土岩及粉砂质页岩，夹炭质页岩，顶部夹少量灰黄色薄层石英砂岩。本组化石丰富，以腕足类最多。

本组与下伏地层金陵组为假整合接触。

和州组(C_1h)　厚度 3～5m。岩性为灰黄、灰紫及灰等色泥质灰岩，夹白云质灰岩及生物碎屑灰岩。化石丰富，主要有珊瑚类、腕足类等化石。

本组与下伏高骊山组呈假整合接触。

老虎洞组(C_1l)　厚度 6～10m。岩性为浅灰色、肉红色厚层状结晶白云岩，中夹燧

石团块。产珊瑚化石。

本组与下伏和州组呈假整合接触。

中石炭统(C_2)

黄龙组(C_2h) 厚度60m。岩性由三部分组成：底部为灰白色粗结晶灰岩，方解石结晶颗粒粗大，含有许多白云岩角砾；下部为浅灰色、灰白色巨厚层状石灰岩；上部为肉红色、灰白色、深灰色厚层状微晶生物碎屑灰岩，化石丰富，主要有䗴、珊瑚、腕足类等化石。

该组总厚约60m。与下伏老虎洞组为假整合接触。

上石炭统(C_3)

船山组(C_3c) 厚度约40m。岩性主要为灰、灰黑色块状生物碎屑灰岩及微晶生物碎屑灰岩，夹微晶灰岩。产葛万藻及䗴科化石。

本组与下伏黄龙组呈整合接触。

二叠系(P)

下二叠统(P_1)

岩性为浅海相石灰岩和硅质岩沉积。包括栖霞组和孤峰组。

栖霞组(P_1q) 厚度约190m。包括臭灰岩段、下硅质岩段、本部灰岩段、上硅质岩段。

臭灰岩段 底部有一层1m左右厚的灰黄色、灰绿色泥质页岩、粉砂质页岩及薄层状生物碎屑灰岩；向上为灰黑色厚层状富含沥青质的生物碎屑微晶灰岩。

下硅质岩段 岩性为灰黑色燧石岩，夹纹层状硅质生物碎屑灰岩。

本部灰岩段 岩性为灰及灰黑色厚层至块状微晶生物碎屑灰岩，含黑色燧石结核，结核形状不规则。

上硅质岩段 岩性为深灰色硅质页岩，夹条带状或透镜状的灰黑色燧石岩。盛产䗴科、腕足类、珊瑚类等化石。

本组与下伏地层船山组呈假整合接触。

孤峰组(P_1g) 厚度约50m。岩性为灰黑色燧石岩及硅质页岩，以燧石岩为主夹少量泥岩，含磷质结核。产菊石、腕足类等化石。

本组与下伏栖霞组呈整合接触。

上二叠统(P_2)

岩性为滨海沼泽相含煤沉积和浅海相硅质页岩沉积。包括龙潭组和大隆组。

龙潭组(P_2l) 厚度150～160m。岩性由三部分组成：下段为灰、灰黑色薄层状粉砂岩、粉砂质页岩、页岩夹薄层泥岩；中段主要为灰黄色中细粒长石石英砂岩、粉砂岩夹灰黑色页岩及煤线，产大量植物化石；上段的下部为灰黄、灰白色厚层状粗粒长石石英砂岩，上部为灰黑色、灰黄色细砂岩、粉砂岩、页岩互层并含煤1～5层，且多数不可采。

本组与下伏孤峰组呈整合接触。

大隆组(P_2d) 厚度20m。下部为灰紫色、灰黑色页岩、硅质页岩，上部为灰黑色硅质页岩，且黄绿色钙质页岩、粉砂岩及灰黑色燧石条带互层，顶部夹

灰岩透镜体。

本组与下伏龙潭组呈整合接触。

三叠系(T)

下三叠统(T_1)

下青龙组(T_1x)　厚度162m。岩性由四部分组成：下部以黄绿色、褐黄色钙质页岩为主，偶夹薄层泥质灰岩；中部为土黄色、浅灰色、灰紫色钙质页岩与薄层状泥质灰岩、微晶灰岩互层；上部以浅灰色薄层状微晶灰岩、泥灰岩为主，夹土黄色钙质页岩；顶部为浅灰色厚层状微晶灰岩。化石主要为瓣鳃类和菊石。

本组与下伏大隆组呈整合接触。

中三叠统(T_2)

上青龙组(T_2S)　厚度约200m。岩性由三部分组成：下部为灰色中薄层状微晶灰岩夹数层灰紫色、灰黄色、灰色瘤状微晶砾屑灰岩；中部为灰色、灰绿色薄层状微晶灰岩、泥质灰岩；上部为灰色中厚层状微晶灰岩。

本组与下伏下青龙组呈整合接触。

中上三叠统(T_{2+3})

黄马青群($T_{2+3}h$)　厚度大于800m。岩性主要为灰紫、暗紫色钙质粉砂岩，夹泥质灰岩透镜体。

本组与下伏上青龙组呈假整合接触。

在湖山地区，黄马青群出露不全，大部分被第四系覆盖，而且底部被断层断失，只出露了十几米。

下中侏罗统(J_{1+2})

象山群($J_{1+2}x$)　厚度约315m。分上、下两段。

下段　下部为灰白色、灰黄色、浅棕红色石英砂岩或含砾粗粒石英砂岩；中、上部为灰白色、灰黄色、灰黑色含砾石英砂岩。

上段　为灰白、灰黄色石英砂岩与紫红色、暗紫色、灰绿色粉砂岩、泥岩互层。

本组与下伏黄马青群呈角度不整合接触。

第四系(Q)

厚度0～20m。为近代沉积物，主要分布在山间冲沟、山谷中。其岩性受基岩控制，因地而异。

(三) 构造

宁镇地区位于杨子准地台的下杨子台褶带的宁镇隆起带，北西与豫准台褶带及秦岭地槽相邻，南部与浙西台褶带相连。

前震旦系变质岩构成本区地台的基底，震旦系—三叠系地层构成本区沉积盖层。晚三叠世以来，由于受太平洋板块活动的影响，以及印支期、燕山期和喜山期出现了强烈的构造活动和岩浆侵入，形成了宁镇隆起带及其复杂的构造。

宁镇隆起带自北向南可分为三个复背斜和两个复向斜：即龙潭—仑门复背斜、范家场复向斜、宝华山—巢凤山复背斜、桦墅—亭子复向斜及汤山—仑山复背斜。湖山地区即位于汤

山—仑山复背斜中段的北翼。

1. 褶皱

1) 孔山背斜　位于湖山煤矿之南的孔山，其轴线延伸方向为北东东方向。背斜的核部由五通组组成，其北东翼为石岩系；南东翼翼部地层因 F_1 断层切割，倾角缓，一般为 30°左右；北西翼倾角陡峻，多在 70°～80°，甚至局部地层倒转。孔山背斜的枢纽向南西西方向倾伏，其倾伏角在 25°左右。

2) 石榴庵背斜　原与孔山背斜为同一个构造，因后期被陡山西沟横断层切割错断而成为一个单独的背斜，其轴线延伸方向为北东东向石榴庵背斜的核部由五通组石英砂岩组成，两翼由石炭系、二叠系组成；北西翼倾角陡，一般在 50°～70°；而南东翼倾角缓，一般在 25°～35°；轴面向南东方向倾斜。

3) 火石峰倒转向斜　位于坟头村之东羊山碑材(即大石碑)一带，其轴线延伸方向为北东东—南西西方向。向斜核部由下二叠统栖霞组组成，两翼为石炭系；北西翼产状正常，倾角缓，约 30°；南东翼地层倒转，倾角为 80°左右；向斜枢纽向南西西方向倾伏，向北东东方向仰起。

4) 陡山向斜　位于石榴庵背斜之南侧陡山附近。其核部由下二叠统栖霞组构成，两翼由石炭纪的地层组成。轴向呈北北东向；北西翼倾向北北西，倾角一般大于 50°；南东翼倾向南南东，倾角 25°～35°。由此可知，陡山向斜为一轴面北北西倾斜，枢纽向北北东倾伏的斜歪倾伏背斜。

2. 断层

湖山地区断层比较发育，类型齐全，地表易于观察。主要有以下几条断层：

1) 羊山—土山纵断层　断层走向北东东，与孔山背斜轴走向平行。西起黄龙山、羊山，向东经土地山、沙帽山、土山一直延伸到狼山以东，纵贯全区。

该断层位于五通组及早石炭世地层中，并造成地层缺失，在陡山南侧五通组砂页岩与黄龙组接触，缺失下石炭统及部分五通组。在羊山北坡下石炭统高骊山组与黄龙组接触，缺失下石炭统老虎洞组，和洲组和部分高骊山组。

断层带内发育有构造透镜体、带内岩石极为破碎，并有赤铁矿、软锰矿和硅化现象。从陡山南侧及土山附近观察，断层面倾向南南东，倾角 60°～70°，南东盘相对上升，为一逆冲断层。

2) 陈家边逆—平移断层　位于陡山之东，断层走向北西，断层面近直立，为一斜交断层。断层北东盘向南东运动，南西盘向北西向运动，水平位移约 1000m。陈家边一带，断层北东盘为三叠系下青龙群灰岩，南西盘为泥盆系五通组碎屑岩，断层带内有龙潭组长石石英砂岩及大隆组硅质岩透镜体。断层面上有擦痕和磨擦镜面，由陈家边沿断层向南东追索至狼山北坡可见宽 6～10m 的角砾岩硅化带。

3) 陡山西沟横断层　位于陡山西沟，断层呈锯齿状南北延伸，反映追踪张裂特点。断层东盘下降并向北错移，其西盘上升并相对向南错移，切割了本区纵向断层及褶皱。

4) 其它断层　除上述三条主要断层外，本区还发育有北东向及北西向小型平移断层。它们均反映北北西—南南东向挤压应力场的特征。

(四) 岩浆岩

湖山地区所见岩浆岩只在本区东部有零星分布，多为中性，浅成相的闪长玢岩。一般沿

断层、裂隙或顺层侵入，由于闪长玢岩的侵入，常使围岩产生退色或重结晶现象。

闪长玢岩为灰色、杂灰色；斑状结构，斑晶主要是灰白色中性斜长石（含少量肉红色钾长石）、黑云母及角闪石，基质为深灰色隐晶质（镜下观察为微晶斜长石、角闪石、黑云母、磁铁矿及少量石英；块状构造。岩石大部分风化。

（五）矿产

湖山及邻区矿产丰富，是我国著名的"长江中下游富铜、富铁成矿带"的一个组成部分，已分别由国家及地方进行开采。

1. 煤

本区含煤地层属晚二叠世的龙潭组及侏罗纪的象山群。分别为滨海沼泽相及河湖沼泽相沉积，煤层不稳定，呈鸡窝状、藕节状或透镜状。矿床规模较小，主要有龙潭煤矿、宝华山煤矿、伏牛山煤矿、石佛庵煤矿、东流煤矿、灵谷寺煤矿等。

2. 石膏

石膏产于周村的周冲村组中。矿层自下而上可分为18层，累计矿体总厚度600m以上。主要矿物为硬石膏。

3. 粘土矿

本区粘土矿有十几处，规模较大的有丹徒、十里长山、句容高骊山等地，赋存层位多，主要位于五通组顶部、和洲组底部、高骊山组下部、范家塘组、象山群下段，以及雨花台砾石层顶部和下蜀组下部。

4. 白云石

白云石主要赋存于上震旦统灯影组、上寒武统观音台组、下奥陶统仑山组及下石炭统老虎洞组。

5. 石灰岩

石灰岩主要赋存于奥陶系仑山组、红花园组、大湾组、石炭系黄龙组、船山组、二叠系栖霞组及三叠系青龙群。

6. 金属矿床

1）铁矿　主要类型有：矽卡岩型铁矿，如六合冶山铁矿；与火山作用有关的铁矿，如吉山铁矿；热液型铁矿，如凤凰山铁矿。

2）有色金属矿床　主要有句容县铜山矽卡岩铜钼矿、江宁铜井金铜矿、栖霞山铅锌银矿等。

附录二　野外地质素描与摄影

在地质填图工作中，为了阐明某些地质问题，如实表现一些地质现象，常常需要作地质素描与摄影。这是地质记实的一种好形式，是地质工作者的一项基本技能。

这里只简单介绍一些最基本的理论与方法。

一、素描的基本原理和方法

地质素描是素描在地质制图中的应用和发展，它遵循素描的基本原理和方法。

素描前首先应选定好要画的对象。所画的对象叫主题。选择主题叫取景，它与摄影时取景一样。初学者可用手指构成一个小方框，透过小方框向外观察取景。一般取主题位置位于画面中线稍偏下，并偏左或偏右一些。选好主题并定位后，开始素描。

素描时先控制大范围，用单色线条勾绘景物轮廓，然后再逐步推行各部分的详细描绘。

素描要求作到准确、真实，必须合乎比例关系和透视原理。一般还需要表现出景物的立体形象。

1. 透视的基本原理

这里首先介绍有关透视的一些术语。

1）视点　画者眼睛所在的位置。

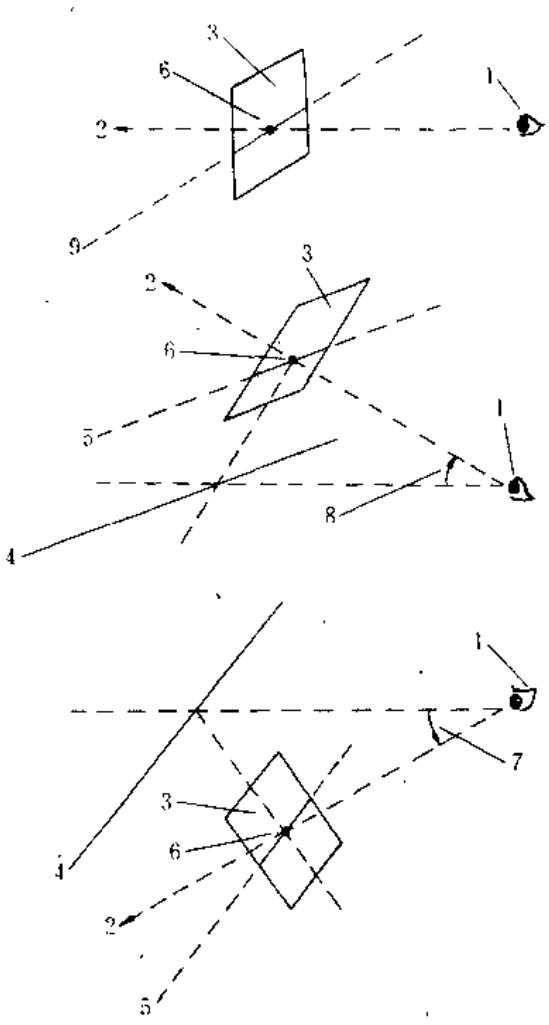
2）视线　视点与物象上各点间的假想联线。

3）视心线　垂直画面的一条视线，即视锥的中轴线，又叫视轴。

4）心点　又叫主点，为视心线与画面的交点。

5）地平线　观察者站在广阔地平面上平视前方，所见天、地的交汇线，它是一条与视点等高的水平线。在室内或群山环抱中，地平线是看不到的，仅仅是由画者平视时的视平线来表示的。

6）视平线　在画面上通过心点的一条水平线。当画者平视时，画面直立，是一条与视点等高的水平线。在画面上，此时地平线与视平线重合。仰视时画面在地平线上方，而且朝着观察者倾斜，视平线高于地平线；俯视时画面在地平线下方，并朝着观察方向倾斜，视平线低于地平线(图附 2-1)。

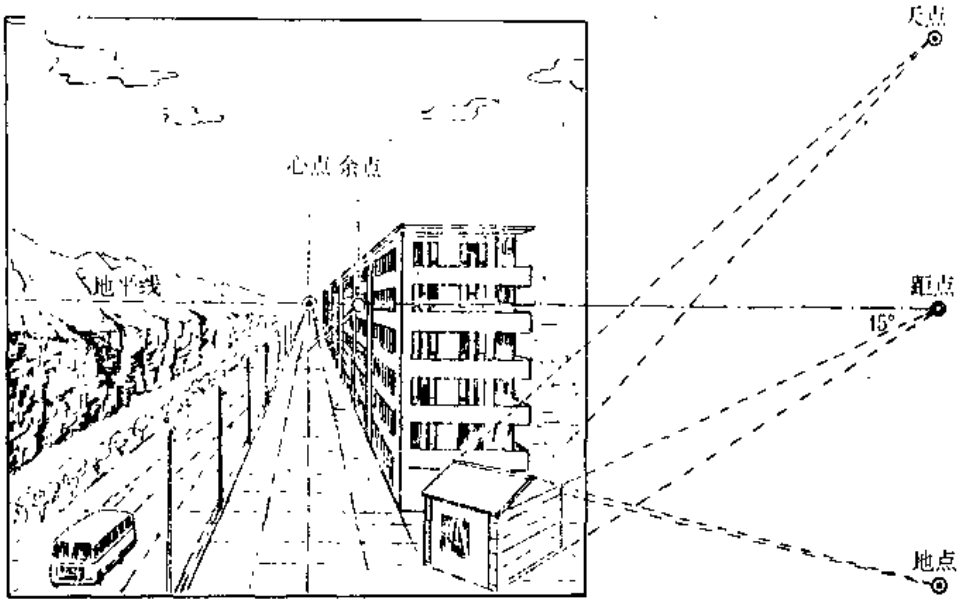


图附 2-1　平视、仰视和俯视示意图

1—视点；2—视轴；3—画面；4—地平线；5—视平线；6—心点；7—俯角；8—仰角；9—平视时地平线与视平线重合

7）消失点　被观察的景物，离视点愈远愈小而渐趋消失。在物像上，与画面平行的各组线段，将始终与画面保持平行，但有长短的变

化；其它一切与画面不平行的各个平行线组，距视点由近及远，均将逐渐靠拢，以致每一平行线组，最终将各自收敛消失于各点。此每一平行线组所收敛消失的点，称消失点。视平线上的点，都可能成为消失点，但并不是所有消失点都在视平线上。根据各组平行线与画面相交的角度不同，消失点可区分为五种类型(图附 2-2)。



图附 2-2　消失点的类型

心点——切与画面成 90°角的水平线段的消失点；距点——切与画面成 45°角的水平线段在地平线上的消失点；余点——切与画面成任意角度(90°、45°除外)的水平线段在地平线上的消失点；天点——近低远高互相平行的倾斜线段在地平线上方的消失点；地点——近高远低互相平行的倾斜线段在地平线下方的消失点

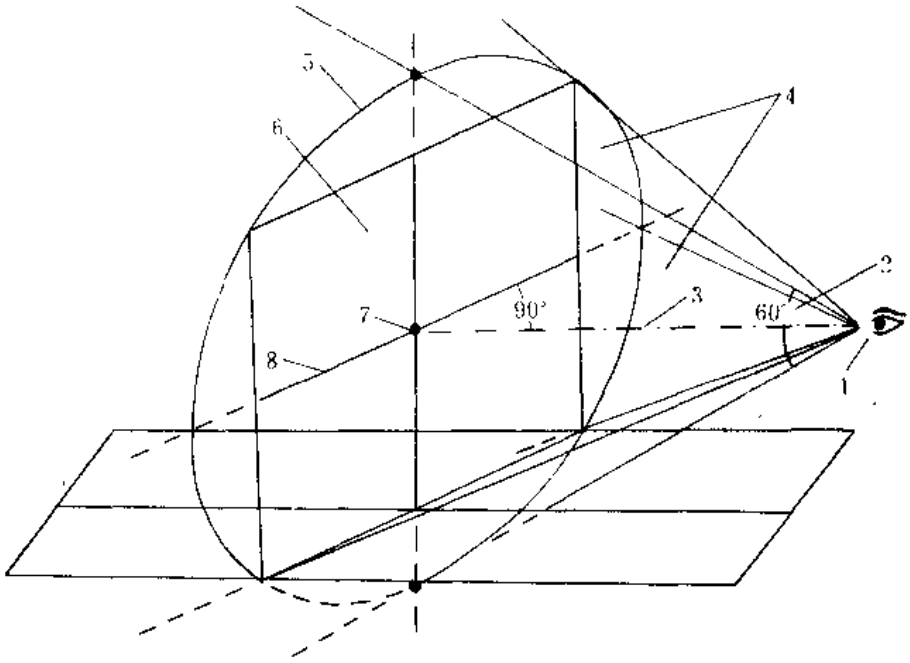
(据李尚宽，《透视与地质素描》，1982)

8) 视锥　视线自视点呈放射状发出，这个以视点为锥顶的无数视线所构成的视线圆锥叫视锥。人眼为视锥的顶角。

9) 视域　视点一定时的最大可见范围，即视锥所包括的范围，称为视域或视野。视锥与画面交接的圆面叫视圈。视圈就是视锥所包括的范围在画面上的透视投影区。即在画面上视域与视圈所限定的范围一致，从这个意义上来说，二者为同义语(图附 2-3)。

当视点一定时，视域以外的景物便看不清楚，因此只有在视域以内的景物才可以素描，而且也不可以转动视点以扩大视域和素描范围。如果需要扩大视域，一般可按照像时取景那样，以进退来调整视域大小。当受到地形限制，不能后退以扩大视域，或者后退仍不能满足窄长或宽广的素描主题需要时，最好将主题分解为几幅画面来作。

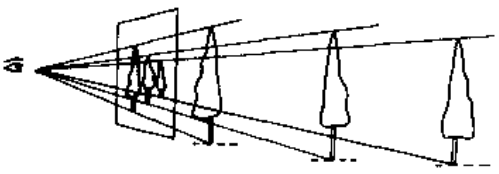
那么何谓透视呢？透视乃是指透视投影和透视投影图(透视图)的简称。就是设想在视点与被观察物像之间，有一垂直视心线的透明平面(假想画面)，在观察物像时，视点与物像上各点连结的视线，在透过假想画面时的交点，即物像上各点在画面上的透视投影点。由这些点所构成的图像，即为透视图(图附 2-4)。犹如人们透过窗玻璃平视外景时，窗外的景物将像一幅图画呈现在窗子玻璃上一样，窗玻璃即相当于假想画面，窗玻璃上所见图像即为透视图。若将此图像素描在实际画面(画纸、野外记录簿等)上，即得一真实的透视图(素描图)。这就是说，透视是以视点为投射中心，以视线为投射线，以假想画面(透视面)为投影面的中



图附 2-3　有关透视术语示意图

1—视点；2—视角；3—视轴；4—视锥；5—视圈；6—画面(透视面)；7—心点；8—视平线

心投影。这种中心投影称为透视投影。将假想画面上观察到的透视图，素描在实际画面上所得的真实透视图，即为素描图。上述就是透视原理，即素描的基本原理。



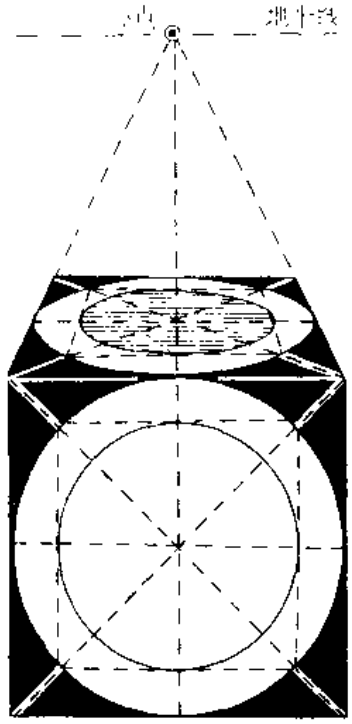
图附 2-4　透视示意图

现设想顺着景物表面的自然趋势无限分割，这样任何实体及其表面形态总可以分割成为由无数足够小的几何形体及其表面叠置而成的集合形态。这些几何形体的表面叫块面。块面若是以直线为基础，则由平行直线组组成；若是以圆为基础，则由圆曲线或曲面组成。所以景物的透视原则，可简化为以直线和圆为代表的透视问题来研讨。根据透视原理，一幅透视图应符合以下基本原则：

(1) 一幅透视图中，有一个或很多个消失点，但只能有一条视平线。所以一幅素描图，不能用转动视点(改变视向)的方法来扩大视野，否则将不只有一条视平线，这时画面则不是同一平面了。

(2) 与视平线平行的水平线组，在透视图中仍平行于视平线，永不相交；与视平线垂直的直立线组，在透视图中仍垂直于视平线，永不相交(参见图附 2-2)。

(3) 一切与画面垂直的水平线段，均向心点聚敛而消失；一切与画面斜交的各水平线组，以各组与画面所成角度不同而分别消失于视平线上的两个距点或各个余点上；与画面斜交的各倾斜线组，消失点均在视平线外。其中，相对于视点为近低远高的各倾斜线组在透视图上愈远愈高，最终将分别消失于视平线以上的各天点；反之，近高远低的各倾斜线组在透视图上愈远愈低，最终将分别消失于视平线以下的各地点(参见图附 2-2)。所有这些平行线组具有一个共同原则，即每一组平行线消失于一个消失点。



图附 2-5　同心圆的透视

同心圆的透视均以正方形为基础；同心两圆之间的不同部位距离相异；左右距离最宽，远半圆最窄（据李尚宽，《透视与地质素描》，1982）

（4）在视域中，任何方向的等长线段、等大形体，距视点愈近，其物像占有的视角愈大，相应的透视图形也较长较大；反之，距视点愈远，其物像占有的视角愈小，相应的透视图形也愈短愈小，并最终趋于消失。

（5）水平圆的透视一般为椭圆，距视点愈远愈扁愈小，愈近愈圆愈大。仅当水平圆所在平面通过视心线时，透视为一直线。

（6）两个同心水平圆的透视，所成两个椭圆之间的距离，左右两端的线距比中部的大（图附 2-5）。

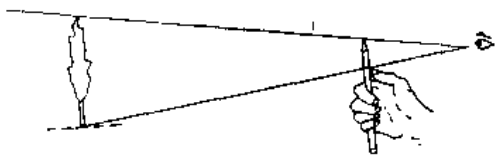
（7）直立圆的透视一般仍为椭圆，距视点愈远愈扁愈小，愈近愈圆愈大。仅当直立圆所在平面通过视心线时，透视为一直线。

2. 比例关系

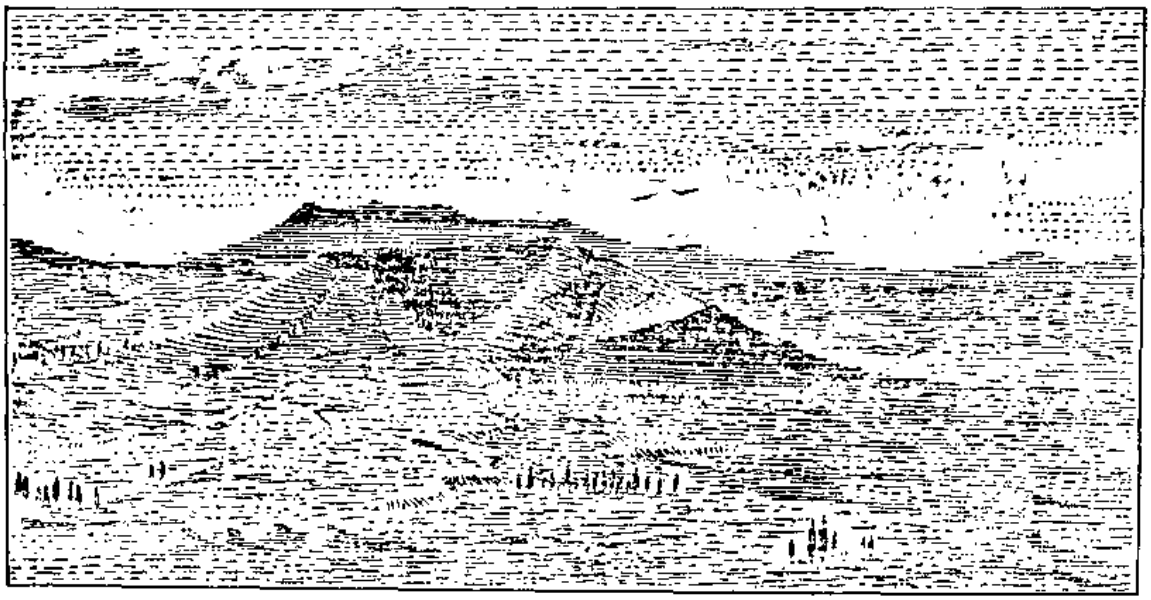
一般采用相对比例法。例如，将铅笔或坐标尺等拿在手中，伸直手臂瞄准目的物（图附 2-6），铅笔头即代表竖在画面上的相对高度，以此为准，即可量度其它景物的相对大小，并应标注透视比例尺。由于透视图都有近大远小的透视变形，所以画面上不同距离的景物不可能适用同一数字比例尺或自然比例尺。所谓透视比例尺，就是利用画面中已知大小的物像作为参考尺度，或者加入一参照物（如人或铁锤），或者注明素描图的前景宽度，或选取一定位置增画一线条比例尺等，都可作为量度标准。只有当素描主题是一个平面的轴视投影图或足够小（如手标本）时，才允许写数字比例尺或自然比例尺。对于前者，所写比例尺将只适用于该素描的轴视投影平面。

3. 景物的立体形象

素描时，尤其是地貌素描，需要表现景物的立体形象。为此，可顺着景物表面形态趋势，以直线或曲线分割为若干块面。这种分割愈细，就愈接近真实，最后总可以在某一近似的程度上用块面组合反映景物的自然表面。这些块面相对于视点，总又可以区分为趋近于正面、侧面和和顶面三个方向的面，即称三大面。这三大面实质上就是景物被分割成为无数个几何形体，且每一几何体单形是由视点在三个方向所看到的几何面。所以，合理分割并如实描绘视域中景物各部分的主要块面的空间关系和性质，是正确表现景物立体形象的基础。在素描时，一般常采用水平线组表示水平面，采用竖直线组表示直立面，采用不同倾伏的倾斜线组表示不同倾斜的倾斜面，并将空间曲线的透视参照圆的透视原则来画。这样只要如实依着景物的块面加线，或者更进一步应用线条的粗细、疏密等来表现块面的明暗程度。如较明亮的块面用细而稀疏的线条，较阴暗的块面用较粗面密的线条（图附 2-7）等等，必将一定能够很好地画出景物的立体形象。图附 2-7 就是用疏密变化的水平直线表示火山口及周围地形轻度起伏的一幅地貌素描佳作。



图附 2-6　相对比例法示意图



图附 2-7　山西大同一个火山口的地貌素描图
用疏密变化的水平直线表示火山口及周围地形轻度起伏的地貌

二、地质素描与实例

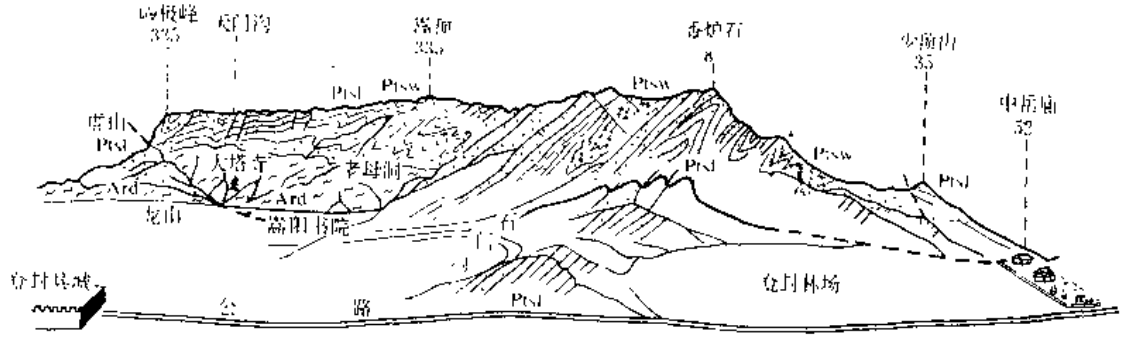
地质素描是以地质内容为主题的一种素描，泛指地质素描图和作图双重含义。它是应用块面和单色线条，按透视投影（也可包括轴视投影）如实描绘地质主题的一种获取原始地质资料的手段。在不违反客体真实性和投影原理（一般指透视原理）的前提下，可以通过概括和强调，突出主题。

1. *地质素描的作图要求*

在遵循一般素描的原理和技术方法外，要求突出地质主题，具有统一的格式，以避免混同于风景速写。因此在一般素描的基础上，还需达到以下几点要求：

（1）主题按地质要求选定。

（2）线条以刻画地质体的几何形态为主。应按岩层、构造等实际出露情况来画，并标示地质界线、岩性符号、地质代号及相应图例说明等，且不要将岩层都画成直线条。如图附 2-8 所示，这是一幅利用联合小剖面，标示地质界限、岩性符号、地质代号及相应图例说明的完



图附 2-8　河南登封嵩山构造素描
从登封县东蝎子山北坡往北画，各山名下写的角度是从绘图地点望去的方位角；Ard—太古界登封群；Ptsl—元古界嵩山群罗汉洞组；Ptsw—元古界嵩山群五指岭组；黑粗线表示断层
（据马杏垣）

整、真实反映地质构造的地质素图。

(3) 符合比例关系。注名透视比例尺、方位、图名，并附素描内容的文字说明。

(4) 注明图中主要地形、地物、村镇名称、标高等。

(5) 素描点的位置说明，应含所在县市及地名。

(6) 作者、素描日期等。

此外，有时还可采用按透视投影的地貌素描与按轴视投影作的地质剖面相结合的特种形式，以更好表示地质剖面内容与所在位置的地貌特征(图附 2-9)等。

2. 野外常用的几种地质素描

1) 全景素描　根据工作需要和实际可能性，从一定视点出发，着重描绘视域内的地貌、地质，适当绘入动、植物、主要地物等地表自然要素的反映一定地区的"全要素"素描(图附 2-10)。全景素描一般是在较大范围内，按透视原则综合反映地表自然要素的素描。

2) 地貌素描　系指以表现地貌特征为主题的透视素描(参见图附 2-7)。

3) 地质剖面素描　常用两种形式：一是地质剖面与地貌素描相结合的特种形式(参见图附 2-8、图附 2-9)；另一种是像探槽素描那样，将裸露的地质壁面按轴视投影原理如实素描下来(图附 2-11)。这种图具有由地表面限定的下界，是因为地表以下看不到，不具有素描直观性。素描可以有取舍，对于看不见的不可能进行素描。

4) 露头素描　素描主题限于小规模的露头范围，常是一些小型地貌、小型地质现象，或较大地貌、地质现象的某一局部(图附 2-12)。

5) 标本素描　包括矿物、岩石、构造、古生物等各种标本的素描。标本一般较小，应详细描绘各种细节，尽量反映微观特征，并可用数字比例尺注明比例关系(图附 2-13)。

应该指出，剖面素描如果不是地质剖面图与地貌素描的结合型式，那就是视域内实际所见岩壁露头的素描(参见图附 2-8、图附 2-9、图附 2-11)。有人将信手剖面或实测地质剖面视为剖面素描，这不确切。因为它们总是根据出露地质特征、岩层产状等，下推至地表以下，表示了地表以下看不到的部分，它们不受可见边界限制，不是透视图的如实描绘。这无论从透视投影或轴视投影来考虑，都不具有素描主题的直观性。

(三) 地质摄影与编录工作

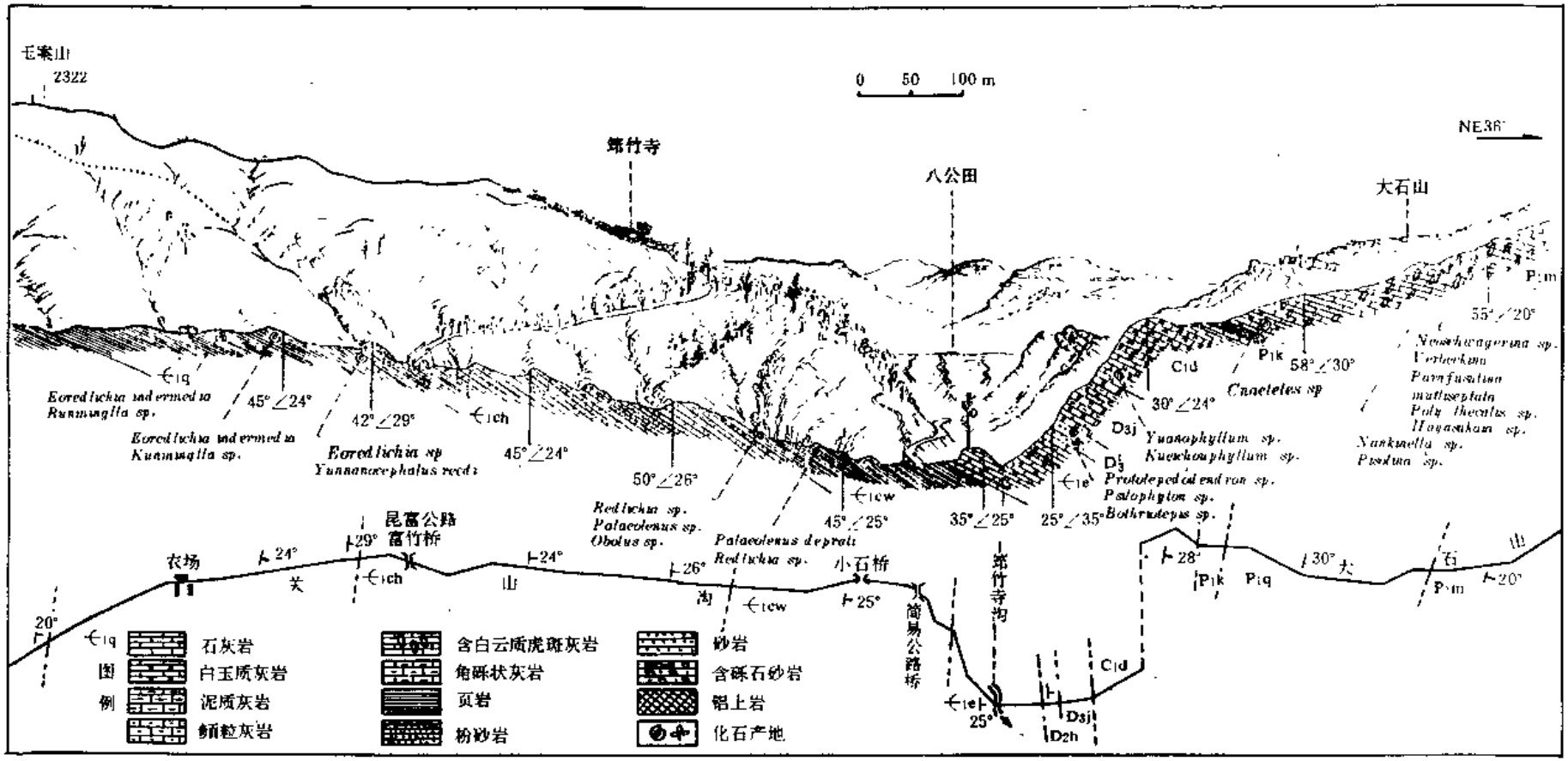
地质素描与摄影都能较好的反映地质主题，但两者各有优缺点。例如，不够清楚的地质现象，可通过素描加以强调而显示清晰，但素描较为费时，也难免有所遗漏，地质相片则一拍即得，既省时又可供室内进一步仔细研究，所以地质摄影已愈来愈得到广泛应用。现对选择主题、摄影编录及相片素描等问题作下述简单介绍。

1. 选择主题

地质摄影必须根据地质工作需要，以地质内容为主题进行拍摄。摄影时，景框内一定要有已知大小的标志物(如铅笔、锤子、笔记本等)或人，借以作为透视比例尺。

2. 编录

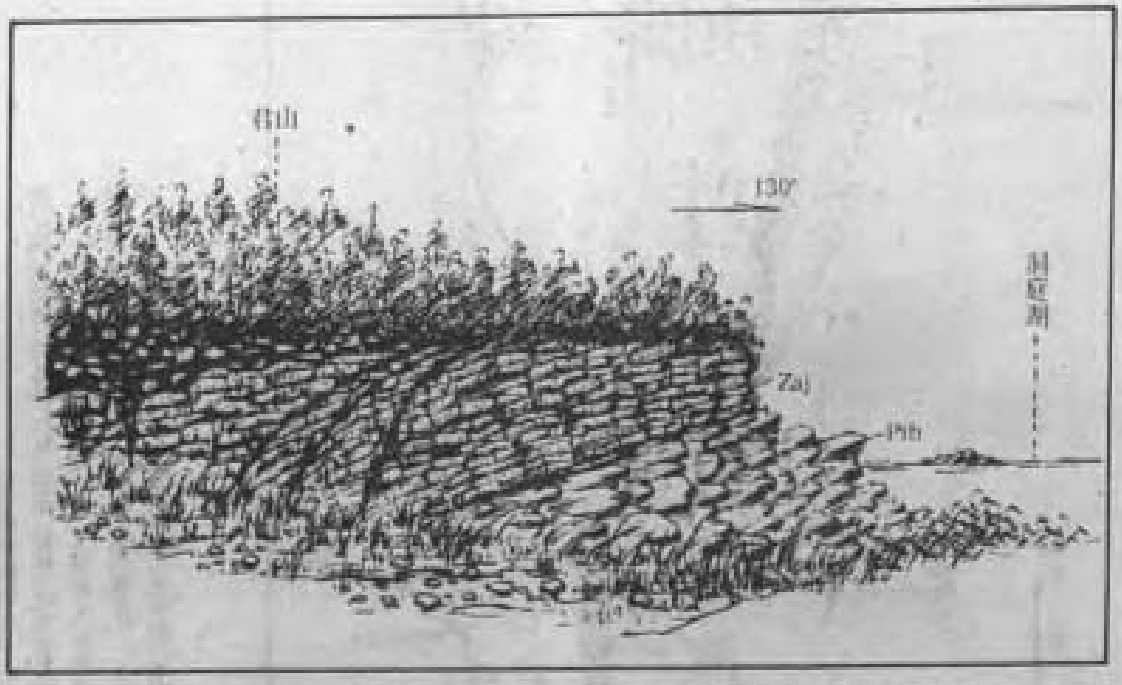
每张照片都应有相应的文字记录，一般系采用登记表的方式(表附 2-1)。



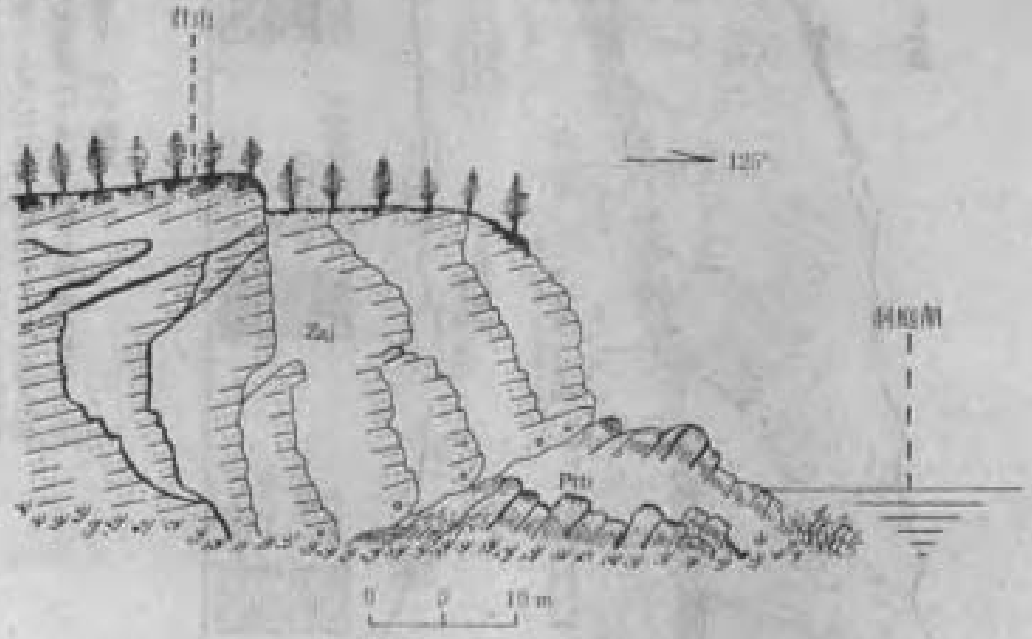
图附 2-9　云南笫竹寺关山沟至大石山地质剖面素描图

ϵ_1q—下寒武统笫竹寺组；ϵ_1ch—下寒武统沧浪铺组红洲哨段；ϵ_1cw—下寒武统沧浪铺组乌龙寨段；ϵ_1e—下寒武统龙王庙组；D_2h—中泥盆统海口组；D_3j—上泥盆统宰格组；C_1d—下石炭统大塘组；P_1k—下二叠统，矿山组；P_1q—下二叠统栖霞组；此图为地质剖面与地貌素描两者结合，其中地质剖面可展示地层、岩性、构造、矿产等内容，地貌素描可表明剖面所在位置和地貌特征，两者结合后不仅增强了画面的表现能力，也使画面美观生动

（据吴士涛）



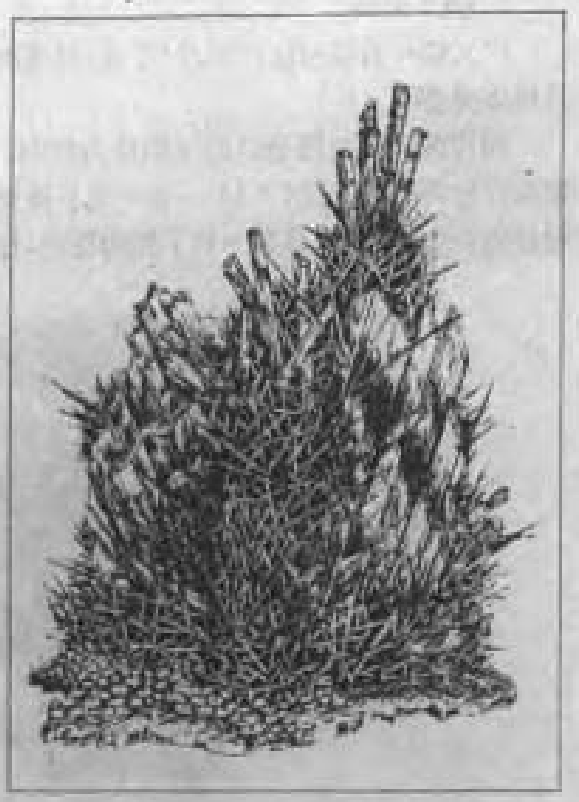
图附 2-10　洞庭湖君山震旦系下统江口组 Zaj 与板溪群 Pzb 间呈角度不整合接触
(侧面信夫,1962)



图附 2-11　洞庭湖君山江口组与板溪群不整合剖面素描
Pzb—元古界板溪群千枚岩、千枚状砂质板岩;Zaj—震旦系下统江口组长石石英砂岩,底部含砾



图附 2-12 湖南张家界
无字碑露头素描
(据陈信夫,1991)



图附 2-13 湖南杨矿山
辉锑矿标本素描(×1)
(据陈信夫,1992)

表附 2-1　　野 外 照 相 登 记 表

拍摄时间:　　年　月　日

编　号	第 卷第 张	胶卷型号		感光度	
拍摄地点		时间		天气	
光源		速度		距离	
地质说明:					
野外记录见野外记录簿(编号　　) 第　页至第　页					

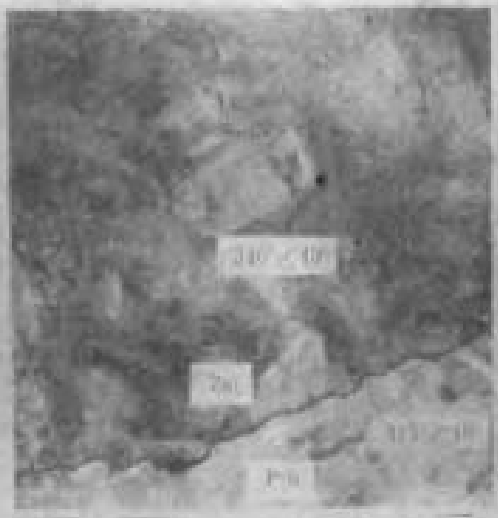
拍摄人:　　共　页第　页

在地质说明栏中,可以配合简单地质素描表示。如需要注明方位,可平行相片测定自左向右或自右向左所指方位,并作记录。

3. 相片素描

广义相片素描包括作相片(专业)提要图和根据相片作素描图两种。这里仅简单介绍相片地质提要图。

相片地质提要图是以地质相片为底图，直接在相片上加绘地质界线、地质符号、地层及岩石代号等而成(图附 2-14)。相片地质提要图与地质相片比较，在突出地质主题、表现地质特征的各个方面，应具有一目了然的特点，作起图来也简便易行。



图附 2-14　相片地质提要图

本图以湖南湘西山地质相片为底图，在相片上加绘地质界线、地层代号、地质符号而成

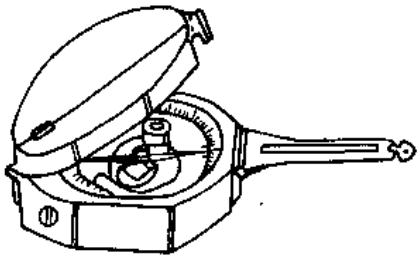
Ptb—元古界板溪群；Zaj—震旦系下统江口组；实线表示不整合及地层界线；正断表示带状构造的破碎所在一侧；全箭头表示破碎所在一侧的相对旋扭运动；半箭头表示所在张扭性旋回面一侧岩块的相对旋扭方向；锯齿状线段示意显示旁侧追踪张裂面的锯齿边；点面线表示所在构造透镜体长轴的大致位置

附录三　地质罗盘的检校和使用

地质罗盘又叫矿山罗盘，简称罗盘。它是地质工作人员进行现场地质调查必备的重要工具，因此正确地使用地质罗盘是地质工作者的一项重要基本功。现将地质罗盘的结构、检校及使用方法简单介绍如下：

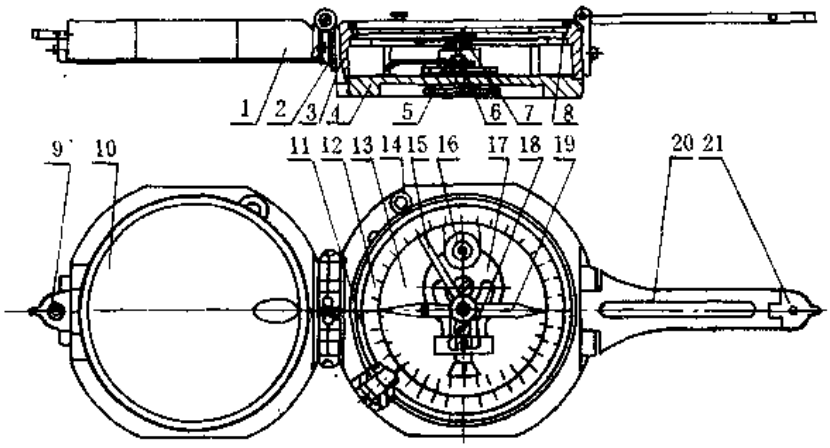
一、地质罗盘的结构

地质罗盘的种类很多，但主要有两种：一种外形呈长方形，简称长罗盘；另一种外形呈近八边形、盒式，简称圆罗盘或盒式罗盘（又称盒式袖珍经纬仪）（图附 3-1）。目前市场上供应且使用广泛的为后者，因为它携带方便、功能较多，不仅可用于地质调查，而且可以简测地形，故又称袖珍经纬仪。尽管地质罗盘的样式较多，但它们的基本结构和功能都相同。现以盒式地质罗盘为例，说明如下：



图附 3-1　盒式罗盘示意图

盒式地质罗盘是用联结合页将上盖、外壳与底盘联成一体，且可以开合的罗盘仪。最主要的元件是磁针、玛瑙轴承和顶针。此外，尚配有反光镜、刻度环、方向盘、圆水泡、长水泡、指示盘和手把、开关、长照准合页、短照准合页和小照准钉等部件组成（图附 3-2）。



图附 3-2　盒式罗盘结构简图

1—上盖；2—联结合页；3—外壳；4—底盘；5—手把；6—顶针；7—玛瑙轴承；8—压圈；9—小照准合页；10—反光镜；11—齿轮；12—刻度环；13—方向盘；14—开关；15—拔杆；16—圆水泡；17—指示盘；18—长水泡；19—磁针；20—长照准合页；21—短照合页

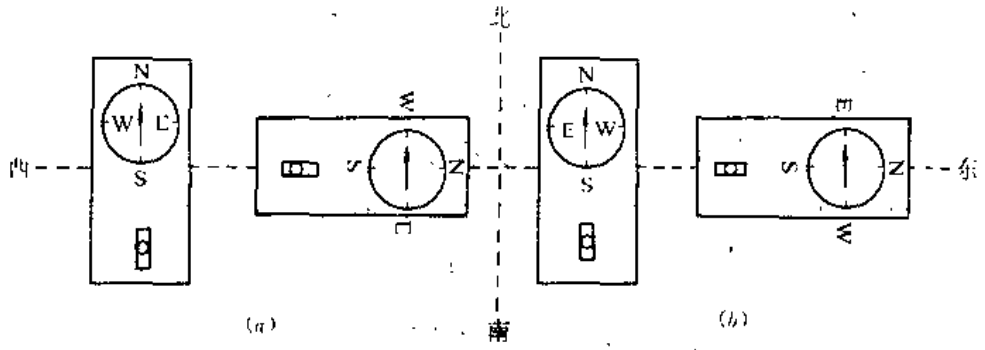
1）磁针　由人造磁铁制成，用来指示磁南、北极。磁针一般为黑色，有的北针常为灰色或白色。不管磁针是什么颜色，一个最重要的标志是磁南针缠有一铜环或铜丝。磁针中间常用玛瑙等硬度较大的矿物嵌于其中，以保护磁针不被磨损。

2）顶针　是由硬合金制成的细针，固定在底盘上，顶针尖端向上，磁针平放在顶针尖端之上。

3）倾斜仪　由长水泡垂直指示盘轴线组成的一个整体。它固定在底盘上和手把相连，

转动罗盘底面的手把能180°转动，是为测定目标物倾斜角或地形坡度角而设计的。

1）刻度环及倾斜刻度　刻度环是由铝等金属装置在罗盘外壳和底盘上。刻度环由0°开始逆时针方向一周均刻360°，其中四个基础方向东(90°)、南(180°)、西(270°)、北(360°)，分别用英文的缩写E、S、W、N表示。除南、北之外，其东、西与正常的左西右东方向恰好相反，这主要是为了读数方便的缘故。其道理是因为当磁针开关打开后，无论罗盘如何旋转，磁针永远指北，但随罗盘的旋转，刻度环上的南北线也随着旋转。当在量测某一方向时，是以罗盘的南北线对准或与所测方向一致后取磁针的读数。如图附3-3所示，把罗盘放平，使磁北针与刻度环"北"一致，这时表明罗盘南北线所指方向即为所测方向。如果将罗盘向东旋转90°而指向实际方向"东"时，磁针不动，这时磁北针所指读数恰好是刻度环上的"西"，造成了磁北针读数和实际所测方向相差180°。由此可知，要想从刻度环上直接读出所测方向，必须将刻度环上的"东"、"西"互换才能实现，这就是罗盘刻度环上"东"、"西"反刻、角度反向的道理。



图附3-3　罗盘刻度环东、西反刻原理

a—罗盘刻度按实际方向标注时，所测方向不能从磁针指向上直接读数；

b—罗盘刻度环按东、西反刻标注时，所测方向能够从磁针所指的刻度直接读数

倾斜刻度是指刻在方向盘南北线右侧的一组刻度，其中间为0°，向两侧分别为90°。旋转倾斜仪可用来量测倾角或坡度角。

5）齿轮　又称校正螺丝。它是在罗盘旁侧通过齿轮带动刻度环转动的一个装置，用来校正刻度环上的0°是否对准方向盘的正北，或校正磁偏角而设的。

6）开关　又叫磁针制动器。它是由简单的杠杆组成的机构。通过罗盘上方的螺旋，可使磁针顶起与玻璃盖接触而使磁针固定不动，松动制动器后磁针可自由转动。

7）水准泡　分圆水泡和长水泡，水泡居中时分别表示罗盘水平和与倾斜面相交的水平面。

此外，反光镜能把目标映入镜线，小照准合页的尖和视孔、短照准合页的尖和视孔、反光镜的椭圆孔等二十余种零部件，实现了有机组合、功能齐全，适宜在不同条件下测量产状和进行地形草测。

二、地质罗盘使用前的检查、校核和保护

1. 检查和校核

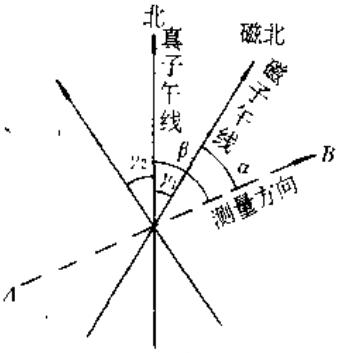
使用罗盘所取得的各种数据是否准确，除了个人操作水平之外，主要取决于地质罗盘的质量。因此在正式开展工作之前，需要对地质罗盘进行检查。首先应检查罗盘的各种零部件

是否齐全，然后再检查各零部件的功能是否正常。检查的内容主要包括以下几项：

(1) 打开罗盘的上盖，松动制动器，检查磁针的灵敏度。磁针的灵敏度表现在当把罗盘放平时(即水平气泡居中)，磁针经摆动后较快静止，并指向南北。如当左右摆动罗盘方向，磁针随罗盘同步移动，则表明磁针不灵敏。

(2) 检查水准泡。正常水准泡应小于玻璃上的小圆圈，以便准确判断水泡是否居中。当水泡大于玻璃上的小圆圈时，准确度不高；无水泡时，说明该罗盘不能使用。

(3) 检查刻度环上的刻度是否对着方向盘上的N。如果没有对正，应旋转校正螺丝使其对正。当进行区域地质调查时，由于各地存在磁偏角(代表地理南北极的真子午线与代表地磁南北极的磁子午线不重合，两者间有一个偏角，称磁偏角)，即指所使用的地形图的南北是地理南北，而罗盘磁针指向是地磁南北，为使两者一致，就必须对地质罗盘的读数进行校正。首先规定，磁北针离开真子午线而偏向东方的叫东偏，其角度称东磁偏角；偏向西方的叫西偏，其角度称西磁偏角。如图附3-4所示，测量方向为AB，罗盘读数α加上东磁偏角γ_1才是真方位角β；同理，西偏则应从罗盘读数中减去西磁偏角γ_2。这就是进行校正的"东加西减"法则。为了减少读数后再计算的麻烦，一般是在使用前将罗盘的刻度环进行校正，以便直接读数，且不再加减。校正的方法是：对于东偏(如5°)，旋转校正螺丝将刻度环上的5与方向盘上的N对准；如果是西偏5°，则将刻度环上的355与方向盘上的N对准。这种按东、西磁偏角事先调整刻度环的作法，实际上就是先加上东磁偏角或减去西磁偏角。



图附3-4 东、西磁偏角与真方位角关系

2. 罗盘的保护

在进行地质调查或实习过程中，地质罗盘是一件必须携带的工具，它随时随地都要使用。所以在使用地质罗盘时，要经常注意以下五个问题：

(1) 罗盘不使用时，一定要装在特制的皮盒内，最好系在腰带上，养成用完放回的习惯，避免遗忘或损坏。

(2) 磁针制动器的旋紧或松开一定要轻，以防顶针尖受损而降低磁针灵敏度。罗盘用完应及时旋紧制动器，避免顶针受震动而磨损。

(3) 严防罗盘被摔、碰、震，避免磁针失去磁性，或磁针和顶针震断、玻璃盖及反光镜破碎等。

(4) 罗盘严禁水浸雨淋，避免磁针和顶针氧化生锈不能灵活转动。如果一旦受到水浸雨淋，需及时拆开拭干后放在阴凉通风处，待完全干燥再行装上。

(5) 切记罗盘不能在强烈日光下暴晒或放在火旁烘烤，否则易使内部金属元件骤然膨胀发生误差，或使水准泡中的乙醚挥发。

三、用地质罗盘辨别方向和确定相对位置

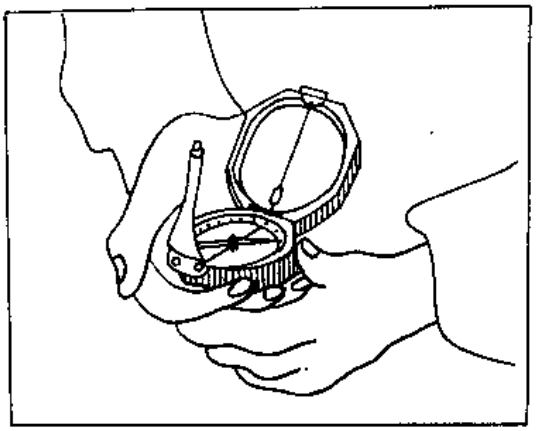
1. 用地质罗盘辨别方向

用地质罗盘辨别方向，主要是利用磁针指北的道理。现分以下两种情况予以说明：

(1) 当目标在视线(水平线)上方时，观测者右手握紧罗盘，上盖在测量者一侧，手臂紧贴身体，以减少抖动；然后松动磁针制动器，左手调整长照准合页和反光镜，转动身体，使所

测目标、长照准合页的像同时映入反光镜，并为镜线所平分，保持圆水泡居中，这时读磁北针所指读数即为该目标位于观测者的方向（图附 3-5）；其反方向（磁南针读数），则为观测者位于目标的方向。

（2）当目标在视线（水平线）下方时，观测者右手握紧罗盘，反光镜在观测者对面，手臂同样贴紧身体，防止抖动；然后松动磁针制动器，左手调整长照准合页并转动身体，使目标、长照准合页同时映入反光镜的椭圆孔中，并为镜线所平分，保持圆水泡居中时磁南针所指读数即为目标位于观测者的方向；其反方向（磁北针所指方向）则为观测者位于目标的方向。



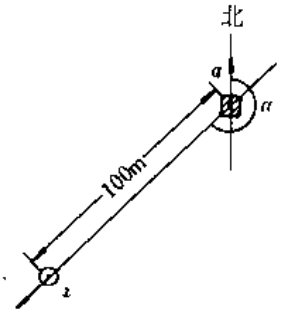
图附 3-5　目标在视线（水平线）上方时，观测者辨别方向的示意图

2. 用地质罗盘确定相对位置

所谓确定相对位置，一般是指以下两种情况：

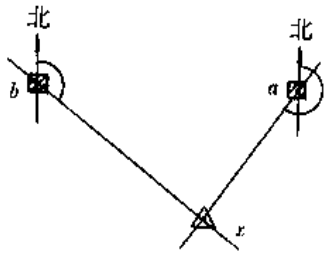
（1）在野外现场，已知某一目标的相对位置，如何在地形图上确定观测者所在点的实际位置。这时只需观测者用罗盘测量已知目标，读出位于目标的方向，然后量度观测者至目标点的距离，即可在地形图上求出它的位置（图附 3-6）。

（2）在野外现场有已知两个目标，并在地形图上找到它们的相应位置，这时如何确定观测者在地形图上的位置呢？在这种情况下，只要观测者用罗盘分别测出位于两个已知目标的方向，其交汇点便是观测者在地形图上的位置（图附 3-7）。



图附 3-6　根据一个已知目标确定相对位置

a—已知目标；x—测量者所在位置



图附 3-7　根据两个已知目标确定相对位置

a、b—已知目标；x—测量者所在位置

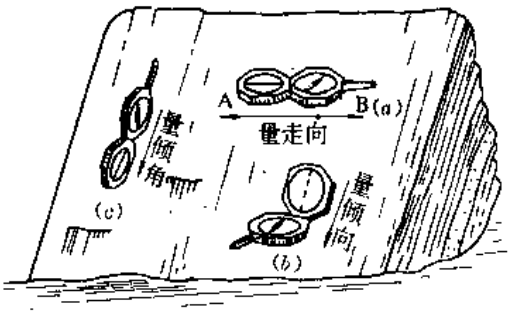
四、用地质罗盘测定线状和面状构造的产状要素

地质构造可分为线状和面状构造两种基本类型。例如褶皱的枢纽和轴迹、岩层面及节理面和断层面的走向，以及擦痕线、流线等，均为线状构造。岩层层面，褶皱轴面，节理面，断层面，流面等，均为面状构造。不管线状还是面状构造，它们在空间的位置都可以用它们的几何要素加以表示。如表示线状构造的侧伏向和倾伏向、侧伏角和倾伏角，表示面状构造的走向、

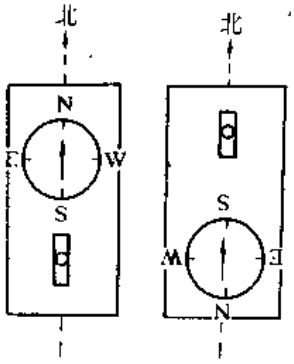
倾向、倾角等.测量这些要素归纳起来就是一个方向测定和角度测定问题。现仅就用罗盘量测线、角问题加以介绍。

1. 线状构造的量测

1) 水平线状构造　包括:岩层面走向;褶皱轴面、节理面、断层面、劈理面的走向;水平褶皱枢纽;断层水平擦痕等。它们的一个共同特点是既位于某一构造面之中,又位于水平面之中。在利用罗盘测定这种水平线状构造时,只需准确认走所测构造面(如岩层层面),将罗盘的长边棱线与所测构造线贴紧并使水平泡居中,读出磁针所指的读数,即为走向的一个方向(图附 3-8)由于走向有两个方向,磁针的另一端读数为走向的另一个方向,两者相差 180°。这里必须说明,两个走向读数所指的方向如何和实际方向对应起来,对于初学者来说一定要从道理上搞懂。当把罗盘上的南北与地理南北一致起来(磁偏角忽略不计或罗盘经过校正),这时磁北针指北、磁南针指南,如果把罗盘掉换 180°,这时磁南针对准罗盘刻度环上的北,磁北针对准罗盘刻度环上的南。这一现象说明,罗盘刻度环上北所指的地理方向和磁北针的读数一致(图附 3-9)。因此可得出结论:罗盘刻度环上"北"所指方向为磁北针的读数,罗盘刻度环上"南"所指方向为磁南针的读数,且这一结论适用于用地质罗盘量测任意方向。在有些教材或文献中强调磁北针的读数为走向,没有说明是走向的哪个方向,给初学者带来许多不便和概念上的混乱,值得注意。



图附 3-8　地质罗盘测量产状方法示意图



图附 3-9　用罗盘确定方向如何读数的原理

2) 倾斜线状构造　包括岩层的倾斜线、倾伏褶皱枢纽线、断层倾斜擦痕线等。它们的特点是线状构造在空间是倾斜的,为一条由高到低的射线。这表示倾斜线状构造的一个要素是它的倾斜方向,即倾向或倾伏向。不论是岩层的倾向还是枢纽或擦痕的倾伏向,它们都是各倾斜线状构造在水平面上的投影线。因此它们只有一个方向,即由高到低的方向。用地质罗盘测量它们的倾向或倾伏向时,首先应认定该线状构造由高到低的方向,将罗盘的长边与其平行然后沿包含该线的铅垂面抬起罗盘低的一端至水泡居中时,再看罗盘抬起端刻度环的基础方向是北还是南。如果是北,读磁北针所指读数;如果是南,则读磁南针所指读数(图附 3-8)。不管是哪种情况的读数,它们的结果都是一样,即为所测线状构造的倾向或倾伏向。

2. 面状构造的量测

根据几何学可知,两条相交的直线可表示一个平面。因此任何面状构造都可用它们的走向线和倾斜线加以表示(测量方法前已述及),但它们的空间位置并来完全固定。如果其平面和水平面的夹角已定,则其平面的空间位置则已确定,因此还必须测定它们的倾角。不论是

倾角或是倾伏角，其测量方法相同。首先将地质罗盘长边竖直放在倾斜线上，转动倾斜仪，使倾斜仪上长水泡居中时所指示的角度值即为倾角或倾伏角(图附 3-8)。

对于面状构造的倾角，如岩层倾角、节理面倾角、轴面倾角等等，一般均要求测定它的真倾角(真倾角最大)。所以在量测时，最好沿构造面上的一点适当旋转罗盘，取其角度最大的，或在测量面上用砂土、小碎石或滴水的方法，沿砂、水下流方向测得的倾角往往是真倾角。

各种产状要素测定之后，要及时记录在野外记录簿上。由于倾向和走向相差 90°，为节省时间，也可只测或只记倾向和倾角，其记录格式为：SE105°∠25°。

3. 几个问题

用地质罗盘测量线状或面状构造时，应注意以下几个问题：

(1) 测点附近应避免附近有铁制器件，如地质锤、铁镐、铁铲等，矿井下应避开金属支架、铁轨、电缆等，避免影响磁针指向而发生误差。

(2) 不论是测定方向或是测定角度，应在水泡居中、磁针稳定后再读数，且读数应及时记录或填绘在图上。

(3) 要准确识别所测的是线状构造或是面状构造。当构造面有覆盖物时，应进行清理后再进行量测；当构造面不平整时，可以用纸板、记录本等平整物放在所测面上，然后在平整物上量测。一般倾斜岩层应选择向上的层面，如有和上层面平行且暴露良好的向下层面也可以测量，但需注意罗盘的读数。

(4) 对于节理面、劈理面、流面等，由于比较闭合又没有充分暴露出来，沿裂面可插入硬纸片，然后在硬纸片的外延部分量测。

(5) 为准确测量各种要素，可以反复多测几次或多人进行量测，取其多数者或取其平均数作为实测结果。

附录四 附 表

表附 4-1　　年代地层单位代号和色谱表

年代地层单位							色谱
界	系			统			
新生界 Kz	第四系		Q				淡黄
	第三系 R	上第三系	N				浅老黄
		下第三系	E				深老黄
中生界 Mz	白垩系		K	上白垩统	K_2		浅绿
				下白垩统	K_1		绿
	侏罗系		J	上侏罗统	J_3		浅蓝
				中侏罗统	J_2		蓝
				下侏罗统	J_1		深蓝
	三叠系		T	上三叠统	T_3		浅紫
				中三叠统	T_2		紫
				下三叠统	T_1		深紫
上古生界 Pz_2	二叠系		P	上二叠统	P_2		浅橙
				下二叠统	P_1		深橙
	石炭系		C	上石炭统	C_3		浅灰
				中石炭统	C_2		灰
				下石炭统	C_1		深灰
	泥盆系		D	上泥盆统	D_3		浅棕
				中泥盆统	D_2		棕
				下泥盆统	D_1		深棕
下古生界 Pz_1	志留系		S	上志留统	S_3		浅灰绿
				中志留统	S_2		灰绿
				下志留统	S_1		深灰绿
	奥陶系		O	上奥陶统	O_3		浅橄榄
				中奥陶统	O_2		橄榄
				下奥陶统	O_1		深橄榄
	寒武系		ϵ	上寒武统	ϵ_3		浅紫红
				中寒武统	ϵ_2		紫红
				下寒武统	ϵ_1		深紫红
元古界 Pt	震旦系		Z				浅玫瑰
太古界 Ar							玫瑰

注：如果有些地层单位划分很细，表中的色谱不够使用或者有些颜色调配有困难时，可以参考表中色谱自行选择和调配。选择和调配的原则是：地层由老到新，颜色由深而浅。

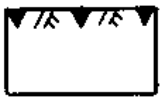
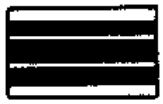
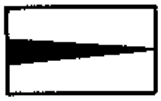
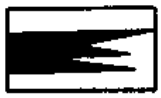
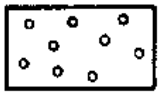
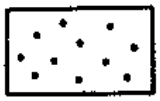
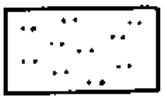
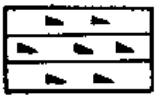
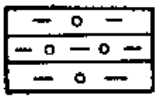
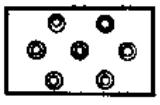
表附 4-2　　常见岩浆岩体的代号和色谱表

产状 / 名称 / 分类	深成侵入岩体			浅成侵入岩体			喷出熔岩体		
	岩石名称	代号	色谱	岩石名称	代号	色谱	岩石名称	代号	色谱
酸性岩	花岗岩	γ	深红	花岗斑岩	$\gamma\pi$	红	流纹岩	λ	浅红
酸中性岩	花岗闪长岩	$\gamma\delta$	红						
中性岩	闪长岩	δ	深橙	闪长玢岩	$\delta\mu$	橙	安山岩	α	浅橙
基性岩	辉长岩	υ	深绿	辉绿岩 辉绿玢岩	$\beta\mu$	绿	玄武岩	β	浅绿
超基性岩	橄榄岩	o	深紫						
二分脉岩				伟晶岩	ρ	红			
				细晶岩	τ	浅红			
				煌斑岩	x	棕			

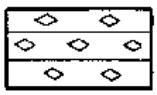
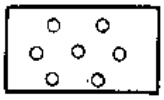
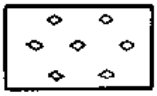
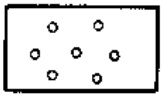
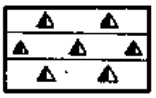
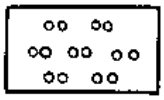
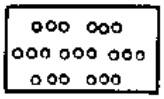
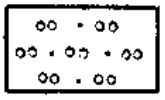
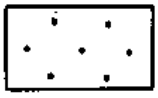
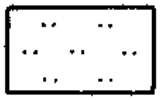
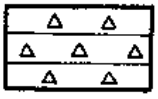
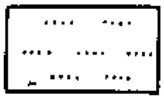
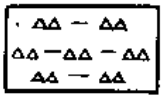
注：岩浆侵入和喷出的时期，一般分为：太古代、元古代、早古生代（加里东期）、晚古生代（海西期）、中生代（印支期、燕山早期和燕山晚期）、新生代（喜山期）等。如果已知所属时期，应予注明。方法是在岩浆岩体代号的右下角注上时期的编号，如某花岗岩体是属加里东期的，即为 γ_3；如果每个期又进一步分为若干个亚期时，则可在其代号的右上角标出其编号，例如有三个花岗岩体是分属于印支期（三叠纪）、燕山早期（侏罗纪）和燕山晚期（白垩纪）时，则它们的代号分别为 γ_5、γ_6^2 和 γ_6^3。

表附 4-3　常用岩石花纹图例表

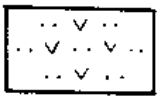
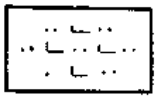
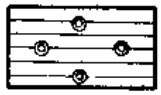
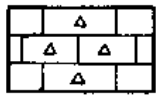
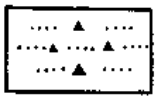
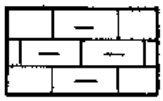
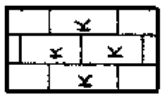
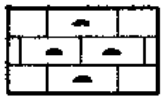
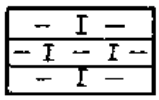
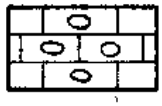
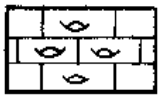
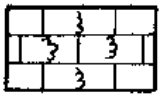
1. 沉积岩和火山碎屑岩

编号	名　称	符　　号	说　　明	编号	名　称	符　　号	说　　明
1	覆盖土		主要指表土、填土、积土层、淤泥	11	煤及夹石		
2	黄土		主要指风成黄土	12	煤层尖灭		不能成波状，应为直线型
3	粘土			13	煤层分岔		同上
4	泥炭			14	天然焦		
5	角砾			15	炭质页岩		
6	砾石		不规则均匀排列	16	炭质泥岩		
7	粗砂		黑点直径 0.6mm	17	炭质粉砂岩		
8	中砂			18	硅质岩		
9	细砂			19	铝质泥岩		
10	粉砂			20	铝土矿		

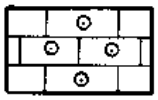
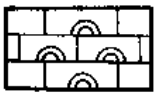
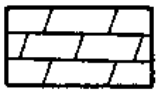
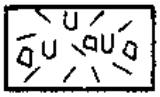
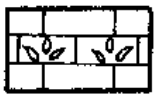
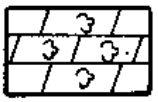
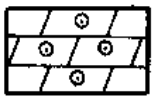
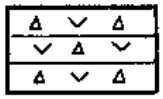
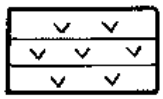
续表

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
21	菱铁矿岩			31	巨砾岩		
22	菱铁矿			32	粗砾岩		
23	赤铁矿岩			33	中砾岩		
24	赤铁矿			34	细砾岩		
25	褐铁矿岩			35	砂质砾岩		
26	褐铁矿			36	粗粒砂岩		黑点直径0.6mm
27	岩　盐			37	中粒砂岩		
28	石膏层			38	细粒砂岩		
29	角砾岩			39	粉砂岩		
30	泥质角砾岩			40	泥质砂岩		

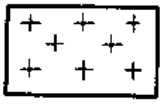
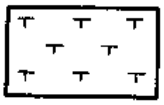
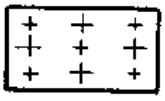
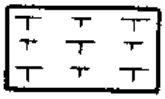
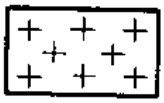
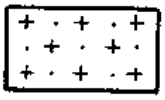
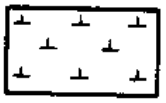
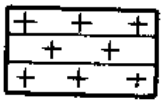
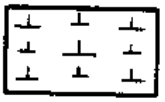
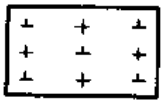
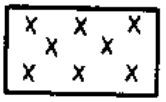
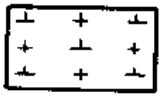
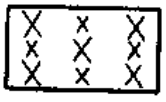
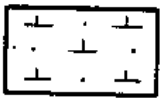
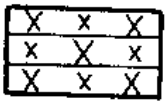
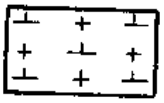
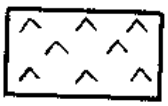
续表

编号	名　称	符　　号	说　　明	编号	名　称	符　　号	说　　明
41	凝灰质砂岩			51	油页岩		
42	石英砂岩			52	铝质页岩		
43	长石砂岩			53	石灰岩		
44	泥质粉砂岩			54	角砾灰岩		
45	铁质粉砂岩			55	泥质灰岩		
46	凝灰质粉砂岩			56	沥青质灰岩		
47	泥岩		水平平行线间距3mm，薄岩层不作规定	57	缝石灰岩		
48	灰质泥岩			58	颗粒灰岩		
49	粉砂质泥岩			59	生物屑灰岩		
50	页岩			60	礁灰岩		

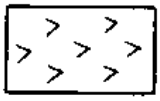
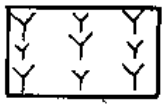
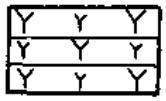
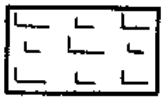
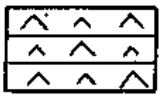
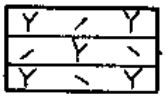
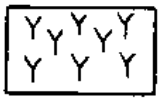
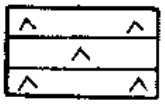
续表

编号	名　称	符　　号	说　　明	编号	名　称	符　　号	说　　明
61	鲕状灰岩			71	动物化石		
62	藻灰岩			72	植物化石		
63	白云岩			73	虫迹		
64	角砾状白云岩			74	集块熔岩		
65	竹叶状灰岩			75	集块岩		
66	花斑状灰岩			76	火山角砾岩		
67	礁白云岩			77	凝灰岩		
68	鲕状白云岩			78	沉集块岩		
69	藻云岩			79	沉火山角砾岩		
70	硅藻岩			80	沉凝灰岩		

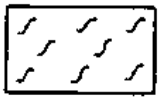
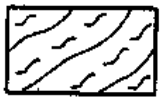
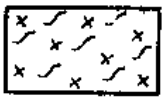
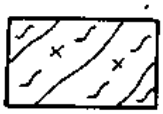
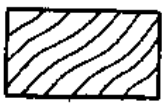
2. 岩浆岩

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
1	花岗岩			11	正长岩		
2	花岗斑岩			12	正长斑岩		
3	伟晶岩			13	粗面岩		
4	细晶岩			14	闪长岩		
5	流纹岩			15	闪长玢岩		
6	流纹斑岩			16	安山岩		
7	花岗闪长岩			17	辉长岩		
8	花岗闪长斑岩			18	辉绿岩、辉绿玢岩		
9	石英闪长岩			19	玄武岩		
10	英安岩			20	橄榄岩		

续表

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
21	辉岩			26	霞石正长斑岩		
22	苦橄玢岩			27	响岩		
23	金伯利岩			28	煌斑岩		
24	苦橄岩			29	未分碱性喷出岩		
25	霞石正长岩			30	未分超基性喷出岩		

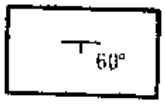
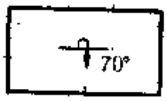
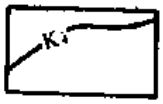
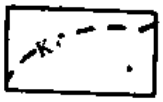
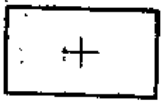
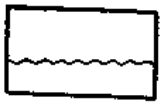
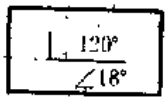
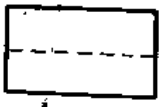
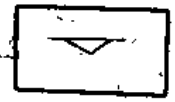
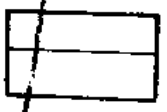
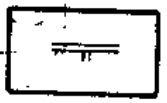
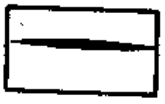
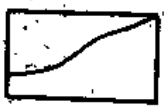
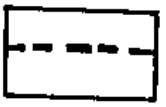
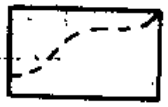
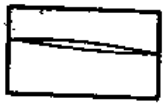
3. 变质岩

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
1	混合岩			1	副片麻岩		
2	片麻岩			5	花岗片麻岩		
3	正片麻岩			6	片岩		

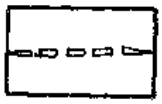
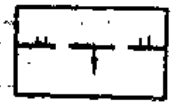
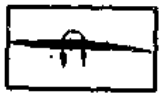
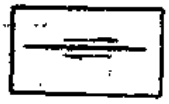
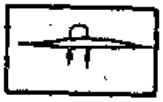
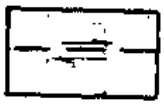
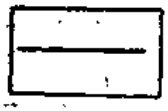
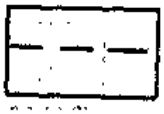
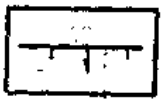
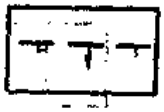
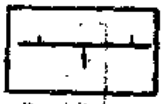
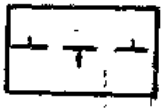
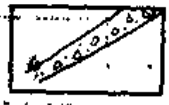
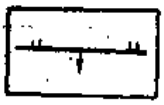
续表

编号	名称	符号	说明	编号	名称	符号	说明
7	千枚岩			17	变粒岩		
8	千枚状板岩			18	石英岩		
9	板岩			19	大理岩		
10	角页岩			20	蛇纹石大理岩		
11	硬绿泥石角岩			21	硅化灰岩		
12	红柱石角岩			22	矽卡岩		
13	变质砾岩			23	断层碎裂岩		
14	变质含砾砂岩			24	断层角砾岩		
15	变质砂岩			25	糜棱岩		
16	变质粉砂岩			26	断层泥		

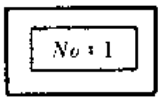
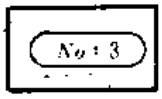
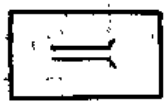
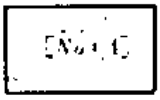
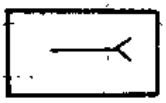
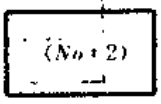
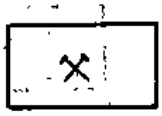
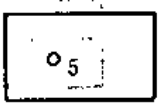
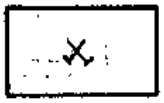
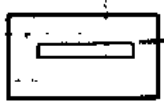
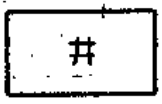
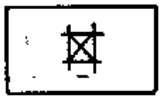
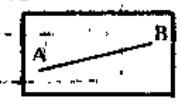
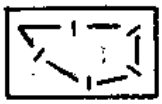
表附 4-1　常用地质构造图例和地质界线图例表

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
1	倾斜地层产状		长线表示地层走向，短线表示倾向	11	基岩出露界线		
2	倒转地层产状			12	实测煤层露头线		
3	直立地层产状			13	推测煤层露头线		
4	水平地层产状		以上均用于平面地质图	14	不整合界线		用于柱状图
5	地层产状		120°示倾向，∠18°示倾角；仅用于剖面图	15	假整合界线		同上
6	节理产状		以下均用于平面图	16	整合界线		同上
7	流面产状			17	构造层界线		用于构造纲要图
8	片理产状			18	背斜轴迹		
9	实测地层界线		细实线	19	推断背斜轴迹		
10	推断地层界线			20	向斜轴迹		

续表

编号	名称	符号	说明	编号	名称	符号	说明
21	推断向斜轴迹			31	推测逆掩断层		
22	倒转背斜轴迹			32	实测平移断层		
23	倒转向斜轴迹			33	推测平移断层		
24	穹隆构造			34	实测性质不明断层		
25	盆形构造			35	推测性质不明断层		
26	实测正断层		断层都为红色	36	飞来峰		
27	推测正断层			37	构造窗		
28	实测逆断层			38	陷落柱		
29	推测逆断层			39	断层破碎带		
30	实测逆掩断层			40	断层		用于剖面图，箭头表示断盘运动方向。

表附 4－5　其它常用图例符号表

编号	名　称	符　号	说　明	编号	名　称	符　号	说　明
1	地质观测点		以下用于野外记录簿	11	生产竖井		
2	构造观测点			12	生产斜井		
3	地貌观测点			13	停产斜井		
4	水文观测点			14	生产小煤矿（小窑）		
5	观测点位置及编号		以下用于各种平面图	15	停产小煤矿（老窑）		
6	河流观测点			16	探槽		
7	水井观测点			17	探井		
8	上升泉			18	图切剖面线		
9	下降泉			19	矿井边界线		
10	岩溶			20	煤层采空区		

表附 4-6

倾角换算表

真倾角	岩层走向与剖面间夹角							
	80°	75°	70°		60°	55°	50°	45°
	视倾角							
10°	9°51′	9°40′	9°24′	9°	8°41′	8°31′	7°41′	7°6′
15°	14°47′	14°31′	14°08′	13°	13°04′	12°23′	11°36′	10°44′
20°	19°43′	19°22′	18°53′	18°	17°30′	16°26′	15°35′	14°26′
25°	24°40′	24°15′	23°39′	22°5	22°00′	20°54′	19°39′	18°15′
30°	29°37′	29°09′	28°29′	27°3	26°34′	25°18′	23°51′	22°12′
35°	34°36′	34°04′	33°21′	32°2	31°13′	29°50′	28°12′	26°20′
40°	39°34′	39°02′	38°15′	37°15	36°00′	34°30′	32°44′	30°41′
45°	44°34′	44°01′	43°13′	42°11	40°54′	39°19′	37°27′	35°16′
50°	49°34′	49°01′	48°14′	47°12′	45°54′	44°19′	42°23′	40°07′
55°	54°35′	54°04′	53°19′	52°18′	51°03′	49°29′	47°35′	45°17′
60°	59°37′	50°08′	58°26′	57°30′	56°19′	54°49′	53°00′	50°46′
65°	64°40′	64°14′	63°36′	62°46′	61°42′	60°21′	58°40′	56°36′
70°	69°43′	69°21′	68°49′	68°07′	67°12′	66°03′	64°35′	62°46′
75°	74°47′	74°30′	74°05′	73°32′	72°48′	71°53′	70°43′	69°15′
80°	79°51′	79°39′	79°22′	78°59′	78°29′	77°51′	77°02′	76°00′
85°	84°56′	84°50′	84°41′	84°29′	84°14′	83°54′	83°29′	82°57′
89°	88°59′	88°58′	88°56′	88°54′	88°51′	88°47′	88°42′	88°35′

真倾角	岩层走向与面间夹角								
	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	1°
	视倾角								
10°	6°28′	5°46′	5°02′	4°15′	3°27′	2°37′	1°45′	0°53′	0°10′
15°	9°46′	8°44′	7°38′	6°28′	5°14′	3°58′	2°40′	1°20′	0°16′
20°	13°10′	11°48′	10°19′	8°45′	7°06′	5°23′	3°37′	1°49′	0°22′
25°	16°41′	14°58′	13°07′	11°09′	9°03′	6°53′	4°37′	2°20′	0°28′
30°	20°21′	18°19′	16°06′	13°43′	11°10′	8°30′	5°44′	2°53′	0°35′
35°	24°14′	21°53′	19°18′	16°29′	13°28′	10°16′	6°56′	3°30′	0°42′
40°	28°20′	25°42′	22°45′	19°31′	16°00′	12°45′	8°17′	4°11′	0°50′
45°	32°44′	29°50′	26°33′	22°55′	18°53′	14°50′	9°51′	4°59′	1°00′
50°	37°27′	34°21′	30°47′	26°44′	22°11′	17°49′	11°41′	5°56′	1°11′
55°	42°33′	39°20′	35°32′	31°07′	26°02′	20°17′	13°55′	7°06′	1°26′
60°	48°04′	44°49′	40°54′	36°12′	30°39′	24°08′	16°44′	8°35′	1°44′
65°	54°02′	50°53′	46°59′	42°11′	36°15′	29°02′	20°25′	10°35′	2°09′
70°	60°29′	57°36′	53°57′	49°16′	43°13′	35°25′	25°30′	13°28′	2°45′
75°	67°22′	64°58′	61°49′	57°37′	51°55′	44°01′	32°57′	18°01′	3°44′
80°	74°10′	72°65′	70°34′	67°21′	62°43′	55°44′	44°33′	26°18′	5°31′
85°	82°15′	81°20′	80°05′	78°19′	75°39′	71°20′	63°15′	44°54′	11°17′
89°	88°27′	88°15′	88°00′	88°38′	87°05′	86°09′	84°15′	78°41′	45°00′

表附 4-7　　剖面垂直比例尺放大后倾角大小歪曲结果表

垂直比例尺相对放大倍数	真倾角															
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
×2	10	19	28	37	43	50	54.5	63.5	67	71	74	77	80	82.5	85	87.5
×3	15	30	39	47.5	54.5	60	65	6 72	74.5	77	79	81	83	85	87	88
×4	19	35	47	55.5	62	66.5	70	76	78	80	82	83	85	86	87.5	89
×5	23	41.5	53	61	67	71	74	79	81	82	83	85.5	86	87	88	89

注：根据米兰诺夫斯基简化至 0.5°。

表附 4-8　　三函数表

角　度	正　弦	正　切	余　弦	余　切	角　度
0°	0.0000	0.0000	1.0000	Infin.	90°
1°	.0175	.0175	.9999	57.2900	89°
2°	.0349	.0349	.9994	28.6363	88°
3°	.0523	.0524	.9986	19.0811	87°
4°	.0698	.0699	.9976	14.3007	86°
5°	.0872	.0875	.9962	11.4301	85°
6°	.1045	.1051	.9945	9.5144	84°
7°	.1219	.122[illegible]	.9926	8.1444	83°
8°	.1392	.140	.9903	7.1154	82°
9°	.1564	.158[illegible]	.9877	6.3138	81°
10°	.1737	.17[illegible]	.9848	5.6713	80°
11°	.1908	.19[illegible]	.9816	5.1446	79°
12°	.2079	.2[illegible]6	.9782	4.7046	78°
13°	.2250	.2[illegible]09	.9744	4.3315	77°
14°	.2419	.2493	.9703	4.0108	76°
15°	.2588	.2680	.9659	3.7321	75°
16°	.2756	.2868	.9613	3.4874	74°
17°	.2924	.3057	.9563	3.2709	73°
18°	.3090	.3249	.9511	3.0777	72°
19°	.3256	.3443	.9455	2.9042	71°
20°	.3420	.3640	.9397	2.7475	70°
21°	.3584	.3839	.9336	2.6051	69°
22°	.3746	.4040	.9272	2.4715	68°

续表

角　度	正　弦	正　切	余　弦	余　切	角　度
23°	0.3907	0.4245	0.9205	2.3559	67°
24°	.4067	.4452	.9136	2.2460	66°
25°	.4226	.4663	.9063	2.1445	65°
26°	.4384	.4877	.8988	2.0503	64°
27°	.4540	.5095	.8910	1.9626	63°
28°	.4695	.5317	.8830	1.8807	62°
29°	.4848	.5543	.8746	1.8041	61°
30°	.5000	.5774	.8660	1.7321	60°
31°	.5150	.6009	.8572	1.6643	59°
32°	.5299	.6249	.8480	1.6003	58°
33°	.5446	.6494	.8387	1.5399	57°
34°	.5592	.6745	.8290	1.4826	56°
35°	.5736	.7002	.8192	1.4282	55°
36°	.5878	.7265	.8090	1.3764	54°
37°	.6018	.7536	.7986	1.3270	53°
38°	.6157	.7813	.7880	1.2799	52°
39°	.6293	.8098	.7772	1.2349	51°
40°	.6428	.8391	.7660	1.1918	50°
41°	.6561	.8693	.7547	1.1504	49°
42°	.5691	.9004	.7431	1.1106	48°
43°	.6820	.9325	.7314	1.0724	47°
44°	.6947	.9657	.7193	1.0355	46°
45°	.7071	1.0000	.7071	1.0000	45°
角　度	余　弦	余　切	正　弦	正　切	角　度

参考文献

〔1〕谢仁海等:《煤田地质填图学》,中国矿业大学出版社,1990

〔2〕武汉测绘学院《测量学》编写组:《测量学》(下),测绘出版社,1985

〔3〕康继武等:《北京周口店地质测量实习指南》,内部资料,焦作矿业学院印刷厂,1992

〔4〕全国矿产储量委员会:《煤炭资源地质勘探规范》(限国内发行),煤炭工业部航测遥感公司印刷厂,1986

〔5〕煤炭工业部:《地质填图规程》,地质出版社,1979

〔6〕中国矿业学院、北京煤矿学校合编:《煤田地质普查勘探手册》(上、下册),煤炭工业出版社,1981、1982

〔7〕徐开礼、朱志澄主编:《构造地质学》(第二版),地质出版社,1989

〔8〕地质矿产部书刊编辑室:《区域地质调查野外工作方法》(第一、二、五分册),地质出版社,1980、1981

〔9〕乐昌硕:《岩石学》,地质出版社,1984

〔10〕曾允孚、夏文杰主编:《沉积岩石学》,地质出版社,1986

〔11〕方少木:《矿物岩石肉眼鉴定》,煤炭工业出版社,1980

〔12〕段嘉瑞、何绍勋:《构造地质学自学指导与练习》,地质出版社,1989

〔13〕朱亮璞等:《遥感图像地质解译教程》,地质出版社,1987

〔14〕李永颐等:《遥感地质学》,地质出版社,1984

〔15〕〔美〕霍斯特F·冯·班达特著,赵振远译:《航空地质学》,地质出版社,1976

〔16〕范世忠主编:《遥感技术及其在泥炭资源调查中的应用》,陕西人民出版社,1990

〔17〕吴冲龙:《地质常用程序》,武汉地质学院出版社,1987

〔18〕汤经武等:《微型计算机在地质构造解析中的应用》,中国地质大学出版社,1989

〔19〕谭应佳、叶俊林主编:《北京周口店地质及地质教学实习指导书》,武汉地质学院出版社,1987

〔20〕李尚宽:《透视与地质素描》,地质出版社,1982

〔21〕蓝淇锋等:《野外地质素描》,地质出版社,1979,第5～37页

〔22〕金瑾乐等:《地质素描与块状图的绘制原理和方法》,测绘出版社,1983,第1～10页

〔23〕谢仁海等:《构造地质学》,中国矿业大学出版社,1992年,第326～355页

〔24〕中华人民共和国能源部制定,《煤矿地质测量图例》,1989