

附录 1

实 习

沉积环境分析是一项复杂的工作。首先必须识别和确定古代沉积物中的各种成因标志(包括物理的、生物的和化学的标志),并研究其指示环境的意义,然后将这些成因标志与现代沉积环境或标准沉积相模式进行综合对比,最终解释古代沉积相和沉积环境。其中,成因标志的研究是一个关键性问题,主要应当掌握沉积构造和岩性特征这两个主要方面,结合沉积序列的分析,恢复岩层形成时的沉积环境。本课程共安排 5 次实习,其中室内课堂实习 4 次,野外现场实习 1 次。实习内容以识别沉积构造、沉积相与沉积环境,建立沉积序列模式为重点,结合其他标志,使同学们了解和初步掌握沉积环境分析的基本方法。

实习一 沉积构造的观察与描述

沉积构造是沉积岩的重要特征,是由沉积物的成分、结构、颜色等因素的变化而显示的岩石宏观特征。其中原生沉积构造在确定沉积环境方面具有重要的意义。由于它们在地层露头中大量出现,而且在地质历史中受成岩后生作用影响较小,可以直接提供有关沉积时期沉积介质和水动力条件方面的信息,因而成为研究和判别沉积环境的重要标志之一。

一、实习内容

识别常见的沉积构造类型和沉积标志性标本,并选择实验室的部分标本进行描述。

二、目的和要求

- 1) 通过对幻灯或照片的观察,认识常见的沉积构造,分析其形成的水动力条件,此项可在课堂教学过程中结合教学内容进行。
- 2) 对实验室内的沉积构造标本和沉积标志标本进行观察描述,初步掌握沉积构造的基本观察描述的内容和方法。

三、具体观察内容

有关沉积构造的分类和基本特征,可参阅教材第五章。下面对最常见的层理和波痕的观察描述方法进行简要介绍。

1. 层理观察描述的方法及内容

- 1) 根据层理的内部构造特征确定层理的形态特征。仔细观察标本或露头岩石,确定岩

石类型和层理类型。在确定层理类型时,应注意层理在不同的断面的形态可能不同。例如,板状交错层理在平行水流方向上则表现为平行层理。因此,对层理的特征应尽量在不同的断面进行观察。其次要测量纹层、单层和层组的厚度大小,尤其是单层厚度的大小。

2) 描述层理的内部特征:①描述纹层的形状、倾角、延伸和连续性、纹层间的相互关系以及纹层面的清晰程度等;②描述层理面的形状、单层间的相互关系、相邻层中纹层方向以及纹层面的清晰程度;③描述与岩石物质有关的一些特征,查明层理显示原因,包括岩石成分、颜色、结构在垂向上的变化,以及生物化石、片状矿物的存在与否。有关层理内部特征描述内容详见表1。

3) 研究和描述层理类型、厚度及其内部特征在垂向层序上的变化特点,分析层理的组合规律,确定其成因(或形成条件)。

4) 在工作需要和条件许可的情况下,进行交错层理前积纹层的产状和地层产状的测量,以便恢复古流向。

表1 层理内部特征描述的具体内容

描述对象	形态特征	与岩石物质有关的特征
纹层	1. 形态:直线状、切线状、波状、S形 2. 单层中纹层的相互关系:平行的、交叉的 3. 纹层的倾斜(尽可能指明度数):缓斜的、陡斜的 4. 纹层的稳定性:连续的、断续的 5. 纹层的清晰程度:显著、不清晰、逐渐过渡	1. 成分:均一的、不均一的、成分逐渐变化 2. 颗粒在每个纹层中的分选特征 3. 捕虏体或某种混入物对纹层界面的影响
单层	1. 形态:水平的、板状、楔状、槽状、波状 2. 单层的相互关系:平行的、交叉的 3. 相邻层中纹层的方向:同相的、异相的 4. 层理面的清晰程度:显著的、不清晰的、逐渐过渡的	1. 单层中颗粒大小的变化:最粗物质对单层一定部位的局限性 2. 单层的粒度成分按大小由下向上的变化

2. 波痕观察描述的方法及内容

1) 波痕的形态要素或参数的测量:主要测量波痕的波高、波长、迎流面长度、背流面长度,计算波痕的波痕指数和对称指数,并根据波痕的对称指数确定属于对称波痕或不对称波痕。

2) 波痕的形态和内部构造描述:波痕的形态按波脊的形态特征进行描述,主要包括波脊的连续性、分叉情况和延伸特征等,如波脊的延伸形态可分为直线状、弯曲状、链状、舌状、

菱形状、新月状等。

3) 波痕的内部构造描述:包括底积纹层、前积纹层和向流面纹层的特征,如前积纹层的形态有直线形、切线形、凹形、S形等。

4) 波痕的物质组成:波痕的大小和形态与环境的水深和流速有关,因此组成的物质粒度也不同,因此需要描述组成波痕的物质成分、粒度、分布等。

5) 观察和测量波痕所指示的古流向:观察和测量不对称波痕的背流面、波痕前积纹层波脊线的走向和地层的产状,以便恢复古流向。

6) 波痕的成因分析:综合上述观察结果,分析波痕的类型和成因,如波痕类型包括水流波痕、浪成波痕、风成波痕、干涉波痕和改造波痕等。

四、实习报告要求

选择实验室的2~3个标本,观察标本,画出素描图,并分析其成因,具体内容要求如下:

①岩石类型;②沉积构造类型;③描述其构造形态、要素,并画出素描图;④分析水动力特征和沉积环境,对流动成因的沉积构造要在素描图上标注古流向。

实习二 地层剖面的沉积环境分析

地层剖面的沉积相和沉积环境分析是沉积古地理研究的基础,是一项复杂的工作,必须熟悉各种环境沉积的主要特征,充分利用各种成因标志资料进行综合分析,以便尽可能地得出较为可靠的判断和解释。在野外露头剖面相分析中要重点考虑地层中最直观、易收集的沉积环境标志,包括岩性特征、沉积构造、古生物标志等,同时还要注意运用瓦尔特相律,分析剖面的垂向序列。

一、实习内容

识别 ×× 地区上古生界 ×× 组剖面的沉积环境。

二、实习目的与要求

- 1) 掌握地层剖面沉积环境的分析方法。
- 2) 识别和总结所分析剖面的各种沉积相特征。

三、资料和作业

- 1) 资料: ×× 地区上古生界 ×× 组地层沉积剖面柱状图(图1)。
- 2) 作业: 在剖面柱状图上分析沉积相和亚相,编写实习报告,要求阐明剖面涉及的各沉积环境的主要特征(即确定各种相、亚相、旋回性、沉积界面、沉积演化的依据)。

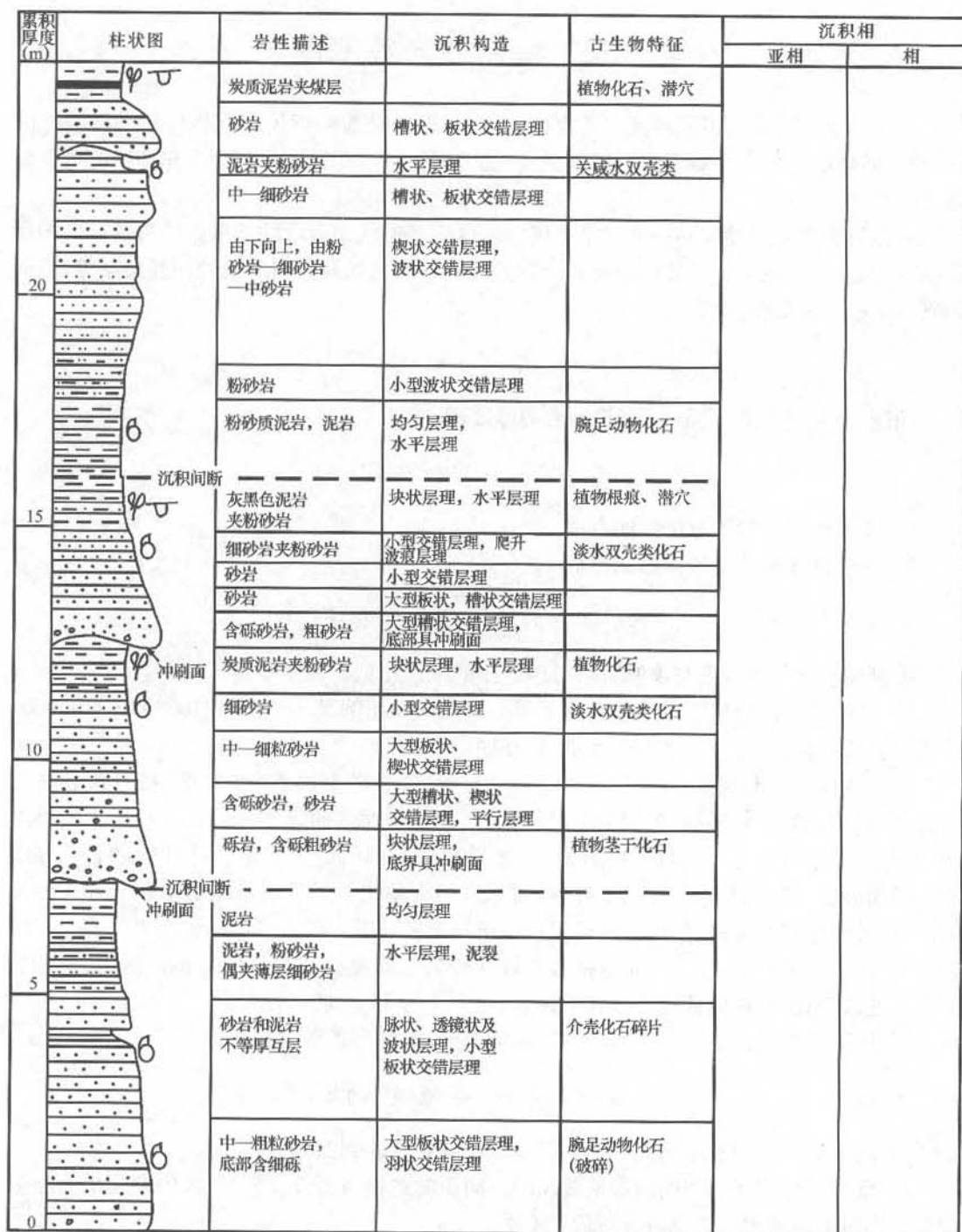


图1 ××地区上古生界××组地层沉积剖面柱状图

实习三 编制砂岩等厚图

砂体的形态特征与沉积环境有着直接的联系,通常是地貌特征和沉积作用的反映。因此,研究砂体的形态和分布不仅可以提供油气的储集条件,而且也是判断沉积环境的重要标志之一。

砂体形态是通过编制某一地层单位的砂岩厚度等值线来表示的。根据砂岩等厚度图所反映的形态,可大致了解砂体形态特征、延伸方向、砂体之间及其与岸线的相互关系等,进而为判别沉积环境提供依据。

一、实习内容

编制 × × 地区侏罗系 × × 组砂岩等厚度图

二、实习目的和要求

- 1) 掌握编制砂岩等厚度图的方法。
- 2) 学会描述和解释砂体形态特征。

三、编图的基本步骤和方法

编制纯砂岩等厚度图与编制地层等厚度图的原理相似。其主要步骤如下:

1) 根据研究目的和要求选择研究区底图的范围和比例尺,一般用 $1/100000 \sim 1/25000$;并选择有代表性的、均匀分布的剖面点,标在底图上。

2) 在划分、对比地层的基础上,确定作图层段,并按各剖面点(或井点)统计出各种岩石类型(砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩)的厚度;然后,以各剖面点的砾岩 + 砂岩 + 粉砂岩的厚度和(石油部门的砂岩总厚度包括粉砂岩,而地质和煤炭部门的一些单位统计的砂岩总厚度不包括粉砂岩),作为该点的砂岩总厚度。但是,所有单位一般都不将泥质粉砂岩计入砂岩总厚度;有时根据具体情况,也可将砾岩单独统计出并作图。

3) 在平面底图上,按各剖面点将所统计的砂岩总厚度标在该点的右侧。然后,将相邻剖面点连成直线,并用内插法平分其间距,间距大小为 $25 \sim 100\text{m}$ 不等。

4) 用圆滑曲线,将相邻等厚点连接,即可作出 × × 层的砂岩层等厚图。

四、绘制等厚线(等值线)的规则

- 1) 图中的等值线永远不能中断,或者闭合,或者延伸到图框。
- 2) 整个图件应保持相同的等值线间距。间距的选择与图件比例尺、数值变化的大小和根据编图目的所需要的详细程度等因素有关。
- 3) 等值线不能形成尖角状,要保持圆滑。

4) 等值线不能彼此交切。

五、资料与作业

1) 资料: 已知某一地层 1:100000 平面图及 87 个点的砂层总厚度资料(图 2)。

2) 作业: ①编制出该层砂岩层等厚度图(间距用 50m); ②描述和解释砂体形态特征, 内容包括平面形态、延伸方向、大小、砂体之间及其与(海、河)岸线的相互关系。

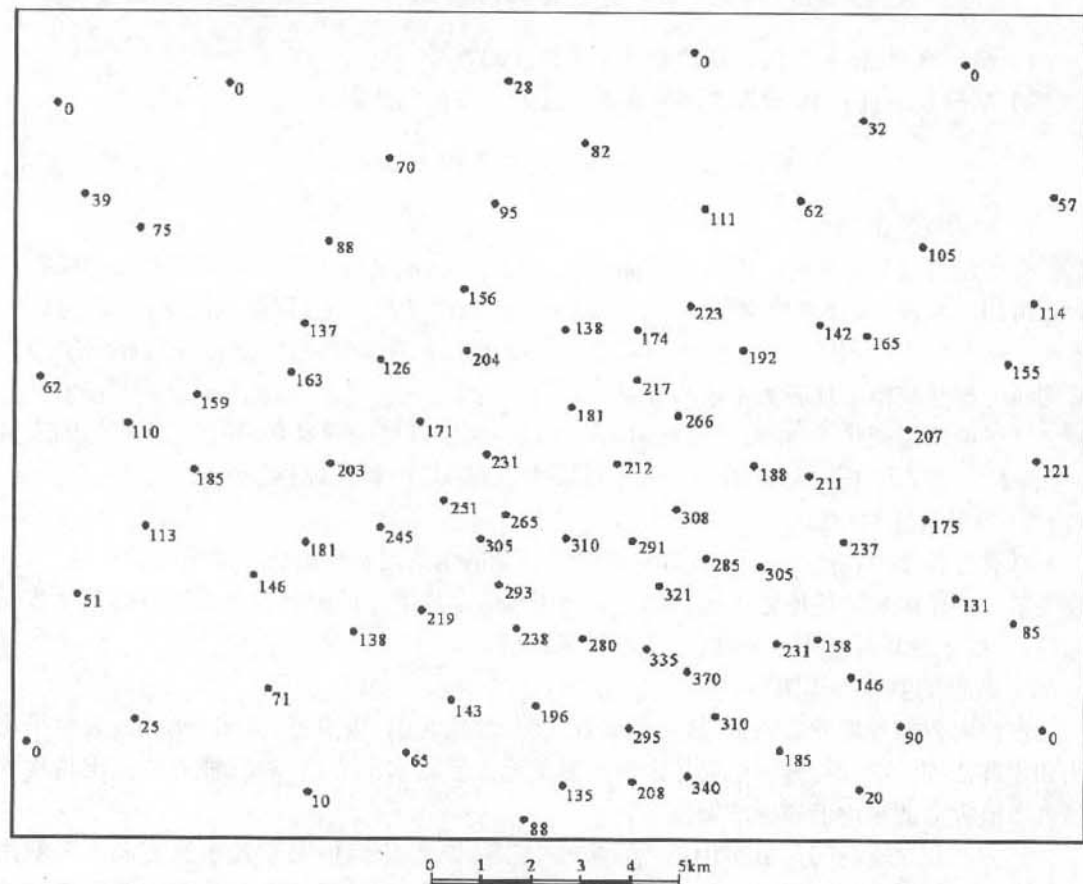


图 2 ××地区××组纯砂岩等厚度图

实习四 古流向资料的整理与作图

古流向分析对于鉴定古沉积环境和重塑古地理景观是很重要的手段之一, 在确定某些沉积环境, 指示古水流方向、古斜坡位置, 推测海岸线走向以及确定沉积盆地边缘走向和位置等方面都是重要的标志。

一、实习内容

- 1) 了解和熟悉古流向野外资料收集、资料整理、作图和解释的过程和方法。
- 2) 用做校正后的交错层前积层产状资料作频率直方图和玫瑰花图。
- 3) 对图中的反映古流型式进行解释。

二、实习目的和要求

- 1) 掌握测量、记录指向构造的野外测量描述的方法。
- 2) 掌握频率直方图、玫瑰花图的作图方法及其古流向解释。

三、实习基本步骤和方法

1. 交错层理的测量

交错层理前积层倾向一般与古流向一致,测定古流向,实际上就是测定前积层的倾斜方向。可用一木板(或硬纸片、野外记录本等)放于露出的细层面上,以扩大测量面,测量这一木板产状即代表前积层产状。前积层常常向下或向上下两端变缓,因此需注意在细层的中部测量。槽状交错层理应测量轴的方向。

除了前积层产状外,尚应同时描述交错层理类型及其他层理要素,并登记于专门的表格上(表2)。当岩层倾角大于 10° 时,还应测量并记录岩层产状,以便室内校正。

2. 测量数据的校正

具有各种指向构造的岩层,大部分经过了后期的构造运动而改变了其原有的产状,以致改变了这些指向构造的原始产状,因此,必须用构造地质学中的产状校正方法进行测量数据的校正,校正通常是利用吴氏网(或施密特网)进行。

3. 数据的整理与作图

古流向数据整理方法较多,其中包括直方图、玫瑰花图、极点图、算术平均法、矢量平均法和矩阵法等。前三种方法主要是定性而形象地表示古水流方向,后三种方法是定量地表示古水流方向的平均值和标准偏差。

直方图和玫瑰花图是最常用的图示方法,它简单、形象地标明了古水流方向。一般用 30° 、 40° 或 50° 的分组间隔将全部古水流方向数据进行分组,计算出每个分组中观测数和观测数的百分比。将它们按横坐标上的分组间隔和纵坐标上的标尺绘在图上,可得出直方图。玫瑰花图实际上就是将直方图变成圆形,即用圆周上的方位间隔代替横坐标上的分组间隔,两者之区别只是作图方法和表达方法不同而已。

四、资料与作业

- 1) 资料:准噶尔南缘 $\times\times\times$ 剖面交错层理前积层测量与水平校正数据表,已知交错层理前积层60个测量与校正数据(表2)。

2) 作业:①绘制交错层理前积层倾向直方图和玫瑰花图;②资料解释,即分析所作出的古流向玫瑰花图的类型是属于单向的(或称单众数的)、双向的(双众数的)、多向的(多众数的)或方向不明显的,推断其可能的形成环境。

表2 准噶尔南缘×××剖面交错层理测量与水平校正数据表

测点位置	准噶尔南缘×××剖面		
地层层位	中侏罗统×××组 实测剖面第16层、19层、21层		
地层产状 S_0	前积层产状 S_G		备 注
	野外测量值	水平校正值	
345°33' (第16层)	320°57'	298°31'	
	325°64'	311°33'	
	330°60'	315°28'	
	315°47'	274°23'	
	330°40'	289°10'	
	345°59'	345°26'	
	330°58'	314°24'	
	331°49'	308°18'	
	340°52'	334°18'	
	330°58'	314°24'	
	322°48'	293°20'	
	342°52'	338°19'	
	335°50'	325°18'	
	338°44'	324°11'	
	320°55'	294°26'	
	335°40'	305°8'	
	297°26'	248°14'	
333°23' (第19层)	315°27'	271°8'	
	330°28'	317°6'	
	294°23'	238°14'	
	330°27'	317°5'	
	295°24'	240°15'	
	270°24'	215°24'	
	348°37'	6°29'	
	352°43'	11°28'	
	358°35'	18°22'	
	357°33'	17°20'	

续表

测点位置	准噶尔南缘 × × × 剖面		
313 ∠20 (第21层)	330 ∠48	340 ∠28	
	330 ∠46	340 ∠27	
	305 ∠50	303 ∠30	
	302 ∠51	297 ∠30	
	317 ∠46	320 ∠26	
	303 ∠43	297 ∠23	
	300 ∠55	294 ∠34	
	340 ∠37	0 ∠20	
	300 ∠32	292 ∠14	
	335 ∠41	337 ∠30	
	333 ∠34	355 ∠15	
	290 ∠25	243 ∠10	
	323 ∠27	350 ∠10	
	335 ∠40	357 ∠29	
	330 ∠38	345 ∠19	
	350 ∠46	8 ∠30	
	318 ∠32	324 ∠12	
	292 ∠21	216 ∠8	
313 ∠20 (第21层)	320 ∠24	332 ∠5	
	327 ∠31	350 ∠12	
	295 ∠24	257 ∠6	
	338 ∠46	352 ∠28	
	340 ∠54	348 ∠36	
	338 ∠52	350 ∠35	
	325 ∠25	348 ∠8	
	323 ∠25	350 ∠6	
	295 ∠20	220 ∠6	
	265 ∠28	227 ∠20	
	324 ∠27	342 ∠7	
	320 ∠34	328 ∠14	
	351 ∠46	9 ∠30	
	355 ∠38	14 ∠23	
	356 ∠32	21 ∠16	

实习五 野外沉积地质实习

野外沉积构造的识别和沉积相分析是沉积古地理研究的基础工作。将室内教学和野外现场教学有机地结合起来是理论联系实际,提高学生的实际工作能力的有效途径。北京西山的新元古界-古生界剖面出露较好,陆相、海相沉积均有,碳酸盐岩、碎屑岩皆存,沉积现象丰富,是野外沉积地质现场教学的理想地点。

一、实习内容

1) 教学实习路线:北京门头沟区下苇甸—丁家滩—军庄—三家店。距北京市阜成门约40km,参观路线沿永定河岸。路线经上苇甸隆起南翼(下苇甸村北)至香峪大樑—九龙山向斜北翼(三家店村北)。

2) 涉及地层包括:新元古界青白口系,古生界寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系,主要观察点如下:

G1 青白口系沉积相观察点 新元古界青白口系下马岭组泥岩中的水平层理等;龙山组石英砂岩中的大型楔状交错层理、羽状交错层理、波痕、冲刷构造、沉积旋回及其变化、沉积环境的识别等。

G2 寒武系底界假整合观察点 新元古界青白口系与古生界寒武系之间的假整合接触关系。

G3 下寒武统沉积构造观察点 下寒武统灰岩中的斑状构造(豹皮灰岩)、核形石构造(核形石灰岩)。

G4 中寒武统鲕状灰岩观察点 中寒武统灰岩中的鲕状构造(鲕状灰岩)。

G5 上寒武统砾屑灰岩观察点 上寒武统砾屑灰岩,风暴沉积的特征。

G6 上二叠统红庙岭组沉积相观察点 上二叠统红庙岭组陆源碎屑岩中的板状交错层理、冲刷构造等沉积构造,深灰色泥岩与植物化石碎片,沉积剖面结构,旋回特征,沉积相与沉积环境类型与分析。

二、实习目的和要求

1) 了解和掌握野外沉积构造和沉积标志的识别和沉积现象的观察与描述方法。

2) 利用所学沉积相的有关知识,根据野外收集的沉积相标志,分析各主要观察点的沉积环境。

3) 编写野外实习报告,对教学路线的主要观察点的沉积环境进行分析和小结。要求对不少于2个观察点的沉积现象进行详细描述,并附素描图,确定其沉积相和沉积环境(阐明确定的依据)。

三、有关资料

- 1) 下苇甸—丁家滩—军庄一带沉积地质教学路线有关地层简介(表3)。
- 2) 北京西山下苇甸—丁家滩—军庄地区地质略图和观察点位置(图3)。

表3 下苇甸—丁家滩—军庄一带沉积地质教学路线有关地层资料简表

地层单位	岩性特征	厚度
J ₂ 九龙山组	上部凝灰质砂岩,粉砂岩夹砾岩	400 ~ 700m
J ₂ 龙门组	下部砂岩、砾岩	50 ~ 200m
J ₁ 窑坡组	砂岩、页岩含煤层(可采),产 <i>Coniopteris</i> , <i>Baiera</i> , <i>Cladophlebis</i>	200 ~ 300m
J ₁ 南大岭组	玄武岩具气孔或杏仁构造,底部砂页岩,产 <i>Podozamites</i> , 与下伏地层呈假整合接触	块状
P ₂ 红庙岭组(G6)	砂岩、砂砾岩或含砾砂岩夹页岩,产 <i>Lobatannularia</i> , 植物茎化石	100m
C ₂₊₃ 杨家屯群(本溪组、太原组、山西组)	砂页岩夹煤层(可采),下部夹钙质页岩(包括部分 P ₁),产 <i>Fusulina</i> , <i>Sphenophyllum</i> , <i>Neuropteris</i> 及腕足类	400m
O ₁ ² 马家沟组	上部厚层石灰岩夹角砾状白云岩,下部厚层白云岩,产 <i>Armenoceras</i>	370m
O ₁ ¹ 冶里组、亮甲山组	泥质条带灰岩,厚层灰岩及白云岩,产 <i>Ophileta</i>	390m
Є ₃ 崮山组、长山组、凤山组(G4)	泥质条带灰岩、竹叶状灰岩夹鲕状灰岩,产 <i>Blackwelderia</i>	180m
Є ₂ 张夏组(G3)	鲕状灰岩为主 270m	65m
Є ₂ 徐庄组、毛庄组	紫色页岩夹灰岩,产 <i>Bailiella</i> , <i>Anomocarella</i> , <i>Shantungaspis</i>	150m
Є ₁ 馒头组	紫色页岩为主夹泥质灰岩	50m
Є ₁ 昌平组(府君山组)(G2)、(G3)	厚层灰岩,白云质灰岩,底部砂岩透镜体,与下伏地层呈假整合接触	60m
Pt ₃ 青白口群景儿峪组	薄层泥灰岩、白云质灰岩	170m
Pt ₃ 青白口群龙山组(G1)	石英砂岩夹粉砂质页岩,局部夹含砾砂岩及砾岩	120m
Pt ₃ 青白口群下马岭组	泥质、炭质板岩与砂岩互层(未见底)	

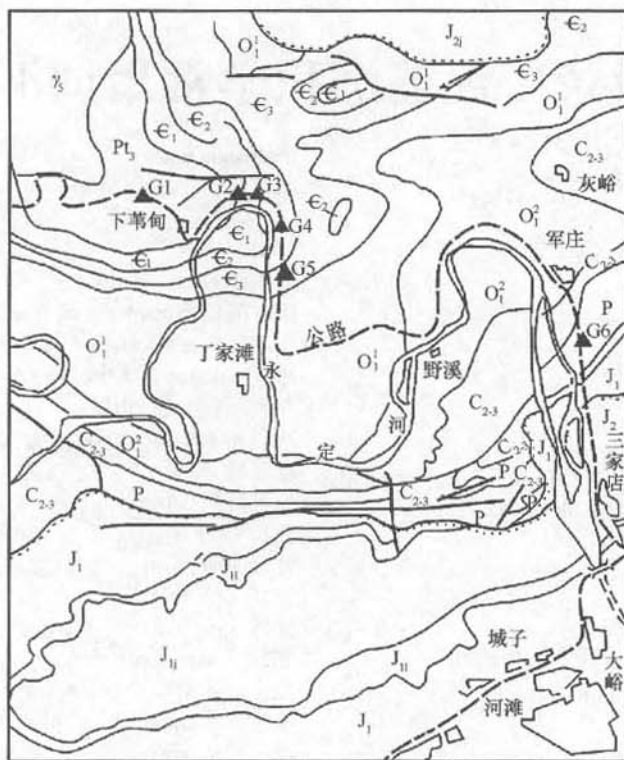


图3 北京西山下苇甸—丁家滩—军庄地区地质略图和观察点位置

G1—青白口系沉积相观察点;G2—寒武系底界假整合观察点;G3—下寒武统沉积构造观察点;G4—中寒武统鲕状灰岩观察点;G5—上寒武统砾屑灰岩观察点;G6—上二叠统红庙岭组沉积相观察点