



中国石化油气勘探开发
继续教育无锡基地培训教材

宁苏杭地区 野外石油地质培训指南

郜建军 高长林 朱洪发 等编著



中国石化油气勘探开发继
续教育无锡基地培训教材

宁苏杭地区野外石油地质培训指南

郜建军 高长林 朱洪发 陈荣林 王恕一 方成名 潘文蕾
刘光祥 张欣国 陆永德 张英芹 毛荣燕 王金艳 刘兰兰 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书培训内容主要取材于宁苏杭地区,涉及野外沉积地质学、野外构造地质学和综合地质图的判读、小区域地质填图及油藏地质等方面内容。旨在提高年轻石油地质科技人员野外露头地质工作能力和地质创造能力。

本书可供新近从事石油天然气地质工作的科研人员和高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

宁苏杭地区野外石油地质培训指南/郜建军等编著
北京:石油工业出版社,2009.10
ISBN 978-7-5021-7460-6

I. 宁…

II. 郜…

III. 石油天然气地质-华东地区-指南

IV. P618.130.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 192070 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64523543 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:10

字数:256 千字 印数:1—1500 册

定价:35.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

地球科学是重要的基础科学,也是实践性很强的科学,石油地质学是地球科学中的一门应用学科。野外地质体和地质特征的调查是石油地质研究的一个重要环节。英国地质界流行一句名言:“最好的地质学家是岩石见得最多的那个”(黄海平,2003)。有作为的地质学家必须“读万卷书,行万里路”。野外第一手实际地质资料的准确采集是地质科研和地质勘探的基础,也是科技创新的基础。近一段时期以来,由于种种原因,一些新近毕业的地质专业类学生所接受的野外地质调查培训有所减弱,走上工作岗位后难以适应工作的需要。中国石化油气勘探开发继续教育无锡基地为提高年轻地质科技人员野外地质工作能力,加速石油地质勘查一流人才的培养成长,提出有必要加强野外地质基本功的训练,本书即为此目标而撰写。

本书内容主要取材于宁苏杭地区,旨在通过室内讲授和野外实际训练提高年轻石油地质科技人员野外地质工作能力和地质创造能力。野外地质培训主要涉及野外沉积地质学、野外构造地质学和综合地质图的判读、小区域地质填图及油藏地质等方面内容。通过培训,使学员学会熟练使用地形图、掌握老三大件(罗盘、地质锤、放大镜)的使用,同时也应掌握新三大件(GPS、数码相机、便携式电脑)进行野外地质工作。积极推动高新技术、信息化技术在石油地质野外实践中的应用。

江泽民(1995)在全国科技大会开幕式上指出“创新是一个民族进步的灵魂……”。本书积极强化对地质创造学的认识,加强地质创新能力的培训。地质创造学认为一个人地质创造力的高低并不简单的与其所拥有的地质知识量的多少成正比,人们应该主动地使用创造学的“直接创造法”,尽快进入创造活动之中。诺贝尔奖获得者艾伯特·詹吉奥曾讲过:“所谓创造发明,就是与别人看同样的东西却能想出不同的事情”。地质学研究中这样的情形时有发生,比如,在研究同一个地质现象中,有的人可以有突出的创见,而另一些人则可能十分平平(庄寿强,1997)。在野外地质观察及地质研究中鼓励培训学员使用逻辑思维与非逻辑思维、收敛性思维与发散性思维,使用同中求异与异中求同的研究原则与方法,开发自己的创造力。

地质思维的培养是地质工作者终身所需。初入地质之门的地质工作者,最初只能用直观的方式认识复杂的自然现象,用类比、联想和思辨的方法解释自然地质现象的相互联系,随着对地质认识的深化,逐渐建立了统计学的思维方式和概率论的思维方式认识地质规律。地质科学中复杂性、开放性的地质问题难以判断,必须用系统的、开放的思维方式全面认识地质规律,并通过非线性的思维方式创新地球科学理论。地质思维是从地质学本体论、认识论、方法论出发,通过实践逐渐建立起来的。地质思维的培养和人类认识自然世界的思维一样,也是一个不断深化的过程,是循序渐进的。针对野外地质培训过程的地质现象,从地质现象时间观、空间观、分形观、现象与本质观等方面培养学员的地质思维,达到“创新能力的培养”和“综合素质的提高”两个目标。

宁镇山脉位于长江南岸,是江苏省的主要山脉之一,是南京、镇江到常州间低山丘陵的总

称,略呈东西向向北突出的弧形。宁镇山脉西起江宁县淳化镇青龙山,经句容县、丹徒县、镇江市、丹阳市境,东止常州市武进区孟河镇黄山,绵延 100 多公里。宁镇山脉主要由震旦系到三叠系岩层构成。宁镇山脉由 3 条山岭组成:

一是北侧沿长江的山岭,有南京市的幕府山、栖霞山、龙潭擂鼓台和镇江市的五洲山、圖山等,其中以栖霞山为南京市郊闻名旅游地;栖霞山千佛岩的佛像凿刻于中一下侏罗统象山群(J_{1-2})的砂砾岩层,始建于南齐永明二年(公元 484 年),历时 28 年竣工。比北朝山西大同云冈石窟晚 31 年,比河南洛阳龙门石窟早 17 年(项长兴,2001)。

二是排列于中间的山岭,有钟山(又名紫金山)、宝华山、十里长山、黄山等,其中南京市东郊钟山最高,海拔 448m;宝华山有保存完好的北亚热带植被,已辟为自然保护区,为国家 4A 级旅游景区。

三是南侧山岭,有青龙山、汤山、仑山、观音山、高骊山等,汤山山麓有汤山温泉,是闻名疗养地。南京汤山因温泉“四季如汤”而得名,水温不受季节影响,常年保持在 50 ~ 60℃。

宁镇地区矿产有栖霞山铅、锌、锰多金属矿,铜山钼铜矿,九华山铜矿,韦岗铁矿,湖山煤矿,南京石膏矿等。宁镇地区的优质石灰石矿,是良好的水泥原料,也是钢铁企业重要的辅助原料。宁镇地区是中国地质研究时间最早、内容最详的山地之一,多个地层名称皆出于此。宁镇山脉的地质现象非常典型,研究程度深、研究成果丰富。几十年来,宁镇山脉一直是多个高等院校地学专业学生的野外实习基地。因此,有学者把宁镇山脉和北京西山并称为“中国现代地质科学和地质学家的摇篮”。

油气地质研究的主题是油气的“生、储、盖、圈、运、聚、保”,石油地质专业野外地质调查培训包括两大部分,一是野外露头地质,二是油气勘查钻井地质。野外石油露头地质培训又包括三个方面,在本书相应为:第一部分为沉积学野外地质培训,第二部分为以构造地质为主的野外基础地质培训,第三部分是以生、储、盖研究为主的油气地质培训。为便于野外地质培训参考,本书还编写了教案大纲和附录,作为第四部分,供读者参考。

本书前言由郇建军、高长林编写;第一篇由朱洪发、陈荣林、王恕一和潘文蕾编写,其中第 1、3 章由陈荣林编写;第 2、5 章由朱洪发编写;第 4 章由王恕一编写;第 6 章由潘文蕾编写;第二篇由高长林、方成名和陆永德编写;第三篇由高长林、刘光祥、方成名和张欣国编写;第四篇由高长林编写。全书由郇建军、高长林负责统编、修编。张英芹、毛荣燕、王金艳、刘兰兰等参加了全书的筹划、审定工作。需要提出的是,本书引用了国家精品教材中的部分内容,如南京大学(徐士进,2004)和中国地质大学(北京)(万天丰,2005)的《地球科学概论》、西北大学(于在平,2003)和中国地质大学(武汉)(曾佐勋,2008)的《构造地质学》。本书还引用了中华人民共和国石油天然气行业标准(编号:SY 5517—92)——实测地层剖面,以及朱光、夏邦栋、陈安定、姜波、杜国云、黄英、王守德等学者的研究成果,笔者一并表示感谢!

目 录

第一篇 沉积学野外地质培训

1 野外地质剖面研究方法	(3)
1.1 实测地层剖面类型	(3)
1.2 地层剖面位置选择	(3)
1.3 实测地层剖面的精度要求	(3)
1.4 实测地层剖面的一般程序和方法	(5)
1.5 资料整理	(6)
2 沉积学野外基本工作方法	(8)
2.1 沉积学的野外前期工作	(8)
2.2 沉积学的野外工作方法	(9)
2.3 岩石定名、分类及主要岩石类型	(12)
2.4 碳酸盐岩的主要类型	(25)
2.5 沉积岩的构造和颜色	(27)
2.6 几个典型的沉积相垂向相序的实例解剖	(35)
3 宁镇地区地质考察路线与地质剖面介绍	(45)
3.1 汤山地区	(46)
3.2 钟山地区	(52)
3.3 浦口地区	(54)
4 苏、浙、皖毗邻区上二叠统长兴组沉积相展布	(56)
4.1 盆地相带和碳酸盐台地相带特征	(57)
4.2 南京、浙江长兴和无锡、苏州地区的四个典型剖面	(59)
5 下扬子地区中、下三叠统沉积特征	(65)
5.1 下扬子地区中、下三叠统地层划分	(65)
5.2 宜兴张渚剖面介绍	(65)
5.3 下扬子地区中、下三叠统岩石成因类型的划分	(68)
5.4 下扬子地区中、下三叠统沉积相的编制	(73)
6 宁镇地区下石炭统层序地层	(78)
6.1 层序地层学野外工作方法	(78)
6.2 宁镇地区下石炭统层序地层简介	(81)

第二篇 构造地质学野外地质培训

7 野外构造地质及其工作方法	(89)
7.1 构造运动及其在地层中的表现	(89)
7.2 地质构造特征和岩层产状测量方法	(91)
7.3 GPS 在野外地质调查中的应用简介	(95)
7.4 数字实测地层剖面工作方法	(98)
7.5 地质图读图要点	(103)
7.6 绘制图切地质剖面	(106)
7.7 地质制图过程和方法	(110)
8 宁镇山脉构造地质	(112)
8.1 地质演化	(112)
8.2 构造地质特征概述	(115)
8.3 汤—仑推覆构造特征	(117)
8.4 汤—仑推覆体前锋带构造样式	(118)
8.5 宁镇及其邻区推覆构造特征	(121)

第三篇 古油藏与固体碳沥青野外地质观察

9 泰山古油藏	(129)
9.1 诸暨—应店地质剖面	(131)
9.2 富阳樟树剖面	(132)
9.3 古油藏地质剖面	(132)
9.4 两类碳沥青	(136)

第四篇 教案和附录

10 野外地质培训教案大纲	(141)
10.1 培训目的	(141)
10.2 培训内容	(141)
10.3 培训方案	(142)
10.4 时间和进度安排	(142)
10.5 成绩评定	(145)
11 附录	(146)
附件1 实习报告编写提纲	(146)
附件2 图例格式	(147)
附件3 野外地质工作中的安全与环境保护	(149)
参考文献	(151)

第一篇 沉积学野外地质培训

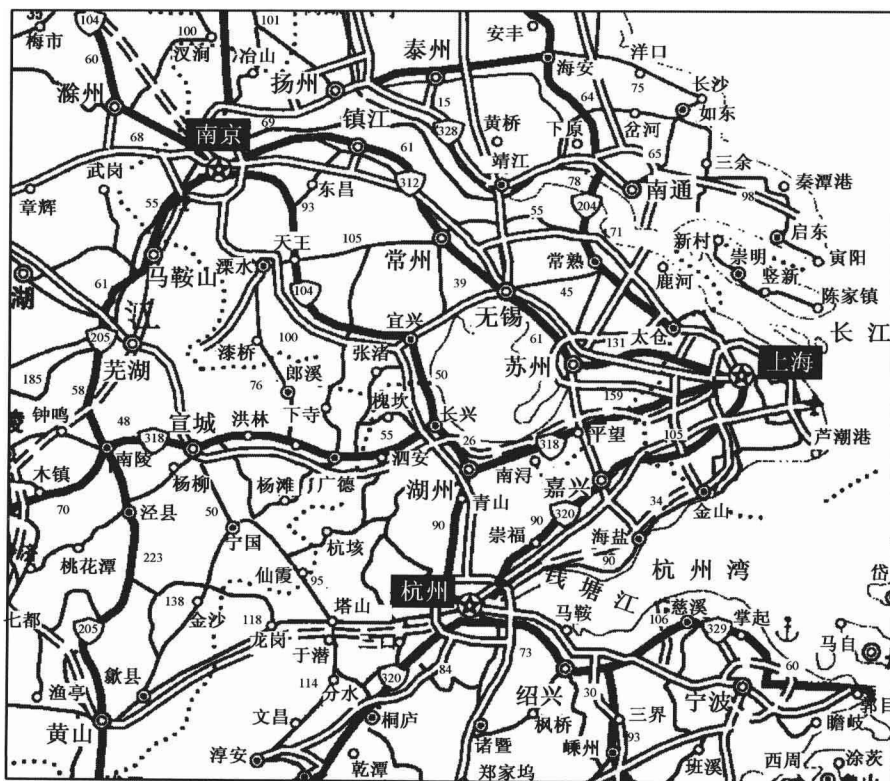
沉积学的研究方法可分为野外和室内两个方面。野外主要观察研究沉积岩(物)的物质组分、颜色、内部结构构造、岩层厚度、层理构造、层面构造、生物化石、岩层间的接触关系、各种成因标志和岩性组合及其在纵向和横向上的变化;同时应收集古流向资料,查明沉积岩体的时—空分布及其演化特点。获得这些资料的最基本方法是系统测制沉积岩相剖面,并进行区域相剖面的分析与对比。

应该指出,必须将野外(或岩芯)和室内研究密切结合起来,室内研究是野外(或岩芯)研究的继续,野外(或岩芯)研究是室内研究的基础。在对沉积岩进行研究时,必须要注意沉积形成作用和其他地质作用,特别是与构造作用的关系。要将其他有关地质学科的资料、知识恰当地运用到沉积学的研究上来,才能获得对沉积岩(物)成因的全面认识。

主要培训目标:

- (1)熟悉沉积岩野外地质工作的基本思路和工作方法;
- (2)基本掌握野外沉积岩的正确命名和分层;
- (3)学会测制沉积岩地质剖面;
- (4)学会沉积相研究方法;
- (5)掌握层序地层学工作方法。

宁苏杭(南京、苏州、杭州)地区交通方便,到达各培训点均有公路通达。



宁苏杭地区交通位置图(交通部公路司,2006)

1 野外地质剖面研究方法

实测地层剖面,应按中华人民共和国石油天然气行业标准(编号:SY 5517—92)执行,对沉积相剖面的测制,尚需增加一些有关沉积相特征的描述。

1.1 实测地层剖面类型

根据工作精度和描述项目的差异,或在地质填图中发挥作用程度上的差异,实测地层剖面可分成3类:

- (1)标准地层剖面;
- (2)辅助地层剖面;
- (3)地层厚度剖面。

根据实测层段完整程度,实测地层剖面可分成2类:

(1)全层段地层剖面:其工作任务是,对工区内出露的全部地层进行详细分层,研究岩层厚度、成分、结构、分层标志、含油气特征、地层层序、接触关系、时代归属等,系统采集岩样和古生物标本,建立地层剖面。

(2)重点层段地层剖面:其工作任务是,对含油气岩系及其盖层进行研究,重点了解各填图单位的标志、厚度、岩性和岩相变化。

1.2 地层剖面位置选择

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

(2)应选择地层露头连续分布、完整清楚、化石丰富、横向上掩盖少的地段。

(3)尽量选择构造简单的地段。在确认位置非常重要,但又无法避开断层或覆盖时,就近分段连接时必须用明显的标准层来连接剖面,标准层应相互重复一段。当无法满足上述要求时,应布置剥土、坑探和槽探工作。

(4)要求在地形上尽可能使剖面方向垂直于地层走向。

1.3 实测地层剖面的精度要求

1.3.1 标准剖面的精度要求

(1)地层分层规定。

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

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

③ 分层时应特别注意研究生、储、盖层以及有特殊意义的岩层和标准层,不论厚度大小均应单独分层,或单卡厚度综合描述;

④ 对于特殊结构和特殊交互层、古生物夹层等,应辅以放大比例尺 1:50 ~ 1:10,甚至用放大倍数的素描图准确表达;

- ⑤ 地层分层应能与区域剖面进行对比。
- (2)对地层间的接触关系,应在横向上追索,找到足够的证据。
- (3)岩性描述要求真实全面,重点突出。
- (4)必须进行系统采样,采样应有目的性和代表性。
- ① 采样密度可按表 1-1 及实际情况决定;

表 1-1 采样密度参考表

岩层类型	单层厚度 (m)					
	1 ~ 5	>5 ~ 10	>10 ~ 20	>20 ~ 50	>50 ~ 100	>100
	取样块数					
生油层	1	2	3	4	5 ~ 10	每 15m, 1 块
储油层	1	1	2	3	4 ~ 5	每 25m, 1 块
一般层	1	1	1	2	3	每 30m, 1 块

- ② 采集供陈列用的岩石标本尺寸为 3cm × 8cm × 10cm;
- ③ 采集化验样品的质量按有关规定执行。
- (5)对于任何比例尺的地质填图,地层标准剖面两次丈量的总厚度相对误差不得大于 2%,厚度单位为米,读数至小数点后 2 位。
- (6)应附顺手横剖面图、素描和照片,具体内容包括:
 - ① 顺手横剖面图应反映地形起伏、岩层出露宽度和产状,图上要标明方向、比例尺、接触关系、层号、油气苗层位、产状和量取位置、化石产层及特殊夹层位置、素描和照相位置、样品标本的采集位置等;
 - ② 素描应画出岩层的特殊结构或沉积特征,标出方向、名称、比例尺及扼要说明;
 - ③ 有意义的地质现象进行照相和录相时,在景物旁放置一个衬托景物大小的参照物;
 - ④ 照相应有编号、简要说明与记录。

1.3.2 辅助剖面的精度要求

- (1)辅助剖面可以细分层,用综合小结式进行描述;
- (2)地层划分应能与区域地层剖面对比;
- (3)柱状剖面图比例尺为 1:1000 ~ 1:2000;
- (4)两次丈量的总厚度相对误差规定同标准剖面的精度要求见 1.3.1 中第(5)条。

1.3.3 厚度剖面的精度要求

- (1)除特殊层外,可大套分层,进行综合小结式描述;
- (2)应控制岩相、厚度变化;
- (3)露头应基本清晰,可以有部分覆盖,但无断层,以不影响厚度和不遗漏主要层段为原则;
- (4)应能与区域地层剖面对比;
- (5)柱状剖面图比例尺为 1:2000 ~ 1:5000;
- (6)两次丈量的总厚度相对误差规定见 1.3.1 中第(5)条。

1.4 实测地层剖面的一般程序和方法

(1) 选定实测地层剖面位置后,在正式丈量之前,应先按剖面路线进行详细踏勘,全面了解地质情况,内容包括:

- ① 岩层短距离内岩性是否稳定;
- ② 岩性组合规律与接触关系;
- ③ 化石分布情况;
- ④ 分层因素明显程度;
- ⑤ 剖面丈量难易程度;
- ⑥ 构造概况;
- ⑦ 不同构造部位的岩层对比关系。

(2) 根据踏勘结果,应确定以下内容:

- ① 标准层;
- ② 地层单位和填图单位的划分位置;
- ③ 分层编号并设立标志;
- ④ 布置坑探、槽探工程。

(3) 根据踏勘资料制定实施工作计划,计划内容包括:

- ① 比例尺;
- ② 工作量;
- ③ 测量方法;
- ④ 施测顺序;
- ⑤ 组织分工;
- ⑥ 工作定额与工作进度计划。

(4) 剖面线测量分半仪器法和全仪器法。

① 半仪器法导线测量,用皮尺或测绳丈量地面斜距,用地质罗盘测量导线的方位和导线坡度角。

② 全仪器法用经纬仪进行导线测量。

(5) 剖面线测量的同时,进行实测地层剖面的观察和描述。

- ① 描述的内容和方法见 2.2.2 中内容;
- ② 在专门的野外记录本中分层逐项描述、记录;
- ③ 画出沿线的顺手剖面图;
- ④ 在地形底图和航空相片上准确标出剖面线起点、终点、剖面观察点的位置以及岩层产状要素和地层分界线等。

(6) 丈量操作要求。

- ① 丈量地层应逐层自老到新。
- ② 剖面方向应尽量垂直地层走向,即交角尽量为 90° 。若地形上有困难,只能与地层走向斜交时,交角不得小于 60° 。

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

④ 现场操作步骤和内容：

- a. 前后测手按导线方向,将相同长度(1.5m)的两根标杆分别准确地直立在分层界线上；
- b. 瞄准两根标杆的延伸方向,测量导线方位角；
- c. 以两根标杆的顶端为准,测量导线坡度角,后测手向前测手看,仰视坡度角为正值,俯视图坡度角为负值；
- d. 将皮尺在两根标杆顶端间拉直,读取斜距；
- e. 测量地层产状,方法见本书 7.2 中所述内容；
- f. 记录人将前后测手报出的各项数据整齐、清楚、准确地记入表 1-2 并复述校核；

表 1-2 厚度计算表

剖面名称：

野外记录资料												厚度计算公式						计算结果		备注
导线号	地层代号	分层号	岩性	岩层产状		导线			皮尺读数(m)			$H = L(\sin\alpha \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma \pm \cos\alpha \cdot \sin\beta)$						厚度(m)		
				倾向 λ	倾角 α	方位角 ϕ	与走向夹角 γ	坡度角 β	前 L_2	后 L_1	斜距 L	$\sin\alpha$	$\cos\beta$	$\sin\gamma$	$\pm$	$\cos\alpha$	$\sin\beta$	分层 H_1	累计 ΣH_1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0-1																				
1-2																				
2-3																				
3-4																				
4-5																				
记录人				计算人				检查人				年 月 日								

- g. 按厚度计算公式 $H = L(\sin\alpha \cdot \cos\beta \cdot \sin\gamma \pm \cos\alpha \cdot \sin\beta)$ 计算地层厚度,并由第 2 人检查校核；
 - h. 检验计算厚度与实测地层厚度的符合程度,发现问题及时纠正或返工。
- ⑤ 测量导线方位角及坡度角时,前后测手应相互对测,以便校正。
- ⑥ 量取地层产状时,应先统观所测岩层,在有代表性的部位量取倾向和倾角。
- ⑦ 各项丈量数据应准确无误,所有报记数据与记录应及时在现场复述一遍,进行核实。
- (7) 当天丈量工作结束后,必须对地层厚度作核定。对分层的数目和采样的层位做到野外原始记录本、厚度记录本、采样标签与清单、野外柱状草图的互相一致。

1.5 资料整理

- (1) 每天或每个组、段、带丈量完后,应编制出地层纵向特征对比的柱状草图。将岩性描述、厚度记录、化石记录、标本采样记录等原始记录汇总到柱状草图上。
- (2) 对化石、裂缝、岩石结构等原始资料,必须进行专门的统计。
- (3) 一条剖面丈量结束后,应系统地整理岩样分析、化石鉴定、分层厚度记录等资料。
- (4) 总结性的柱状剖面图应归纳野外收集和试验室分析的全部成果。为便于读图和使用,可将岩性、岩相、生油层、储油层等资料适当分开,分别作图。

(5) 每一条实测标准剖面应附 1:200000 剖面位置图和文字小结,内容包括:

- ① 剖面所处地理位置、构造名称与部位;
- ② 区域岩性特征简述;
- ③ 地层时代划分与分层的主要依据,对目前沿用分层的意见;
- ④ 岩性主要特征描述;
- ⑤ 生储盖层及其组合特征;
- ⑥ 各项分析资料的质量与可靠程度;
- ⑦ 遗留问题及建议。

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

2 沉积学野外基本工作方法

沉积学是石油地质研究工作的基础,油气大都储藏在沉积岩中,因此沉积学工作的好坏,直接影响到能否找到大油气藏。考虑到学员多是毕业于石油地质专业本科,更有相当部分是该专业的硕士、博士研究生,故介绍这方面的知识,很难掌握深度的分寸。虽然不是简单的教科书,但涉及基本的概念、基本理论,如岩石的成分、结构、构造及岩石的定名、分类,沉积岩各种特征的形成机理,仍是首当其冲要介绍掌握的。不能熟练地掌握这些基本概念、基本理论,就无法开展石油地质工作。为此,介绍石油地质基本工作方法,就要不厌其烦地介绍沉积学的基本概念和基本工作方法,务请同志们耐心阅读,并能掌握其要领。

2.1 沉积学的野外前期工作

(1)众所周知,在一个地区寻找石油、开展石油地质普查评价工作,首先从沉积入手,通过沉积学工作,弄清楚什么地层是主力生油岩,什么地层是主力储层,盖层又是什么地层,生、储、盖在纵向上是如何叠置(如何配置的)。这些地层为什么能成为主力烃源岩或是主力储集层,其根源在于它形成的沉积环境(沉积相),为此石油地质工作的焦点,在于开展剖面的沉积相古地理的研究,它们在平面上展布的规律可以通过编制岩相古地理图逐步认知。

(2)工作前的准备:①全面搜集各种资料,包括地层剖面资料(1:200000,1:50000区调资料),石油地质普查勘探区的地层剖面及各类钻孔,石油探井岩心剖面(包括电测、放射性、岩屑录井等)。②认真分析、整理新搜集的各种资料。对各种剖面进行分级,如Ⅰ类为:地层分界线正确,岩性自然分层清楚,沉积相标志及各种鉴定、分析资料齐全,相段划分准确到“亚相级”。③进行统一的地层划分对比,确定编图的单元。

(3)野外工作。部署剖面的原则和要求:视编号、比例尺的大小来确定该地区有几条控制性剖面,有几条是辅助性剖面,有几条是路线观察性的剖面。

①控制性剖面:其选定条件应具备相区的区域性代表,地层层序完整,顶底界线清楚,标志明显,后期构造简单,露头连续性好。剖面成果应具备详细的地层分层,具备完整的厚度数据,具备正确的岩性描述和丰富的古生物资料。工作的重点是系统分析研究各种判别岩相(沉积相)的成因标志,并应取准取全所必需的各类试验样品。剖面比例尺及其精度要求,应视其岩相类型的复杂程度参照1.3章节内容予以加强或放宽,不同比例尺岩相,古地理图所布置的控制性剖面,都应进行微相研究,搞清相序及组合特征。

②辅助剖面:(略)

③路线性观察剖面:(略)

(4)以苏、浙、皖相邻地区长兴组岩相图的编制为例。

以苏、浙、皖三省相邻的地区,编制上二叠统上部长兴组岩相图。经工作证实,长兴组与大隆组是同时异相的产物。通过上扬子(四川)编制的长兴组岩相图,发现长兴组的石灰岩为台地相,而相邻的大隆组为一套深色薄层状硅质岩、硅质灰岩及页岩的组合,沉积标志和生物标志(特别

是硅质放射虫的发现)证实是深水的盆地相。更要指出的是盆地相与台地相过渡,常在台地边缘相(向大海的一侧)发现了串珠状的海绵礁灰岩,经油气的普查勘探钻井工作,证实是天然气的高产部位。带着这种沉积相模式,来思考下扬子地区长兴组的平面是如何展布的,有无台地边缘生物礁相,经沉积相工作,我们编了岩相图。图上可以看出沉积相带以 NE—SW 向展布,自西向东沉积相带分为四带:盆地相、盆地边缘相、台缘高能礁滩相、台地相。在每个相带至少要有两条控制性剖面。盆地相:南京湖山,茅山金牛洞;盆地边缘相:长兴葆青,CKII;台地边缘高能带:无锡嵩山生物礁,苏州西山生物滩;台地相:苏州东山。

2.2 沉积学的野外工作方法

2.2.1 概述

不同的沉积环境就有不同的岩性和沉积构造组合,所以通过了解岩性和沉积构造的有机匹配关系就能正确识别沉积环境。我们的工作对象主要是针对沉积岩地层,在剖面上正确认识沉积相,开展沉积相的工作包括:(1)正确对岩石定名,即认识岩性;(2)对赋存于沉积岩中的各种原生沉积构造,即俗称的沉积相标志的鉴别。

随着科技进步,尤其是物理学、化学、生物学和海洋科学的重大进步,推动了沉积学的快速发展。大量与沉积学交叉的学科涌现,如层序地层学、资源沉积学、环境沉积学、大地构造沉积学、全球旋回地层学、大陆动力沉积学、实验沉积学和储层沉积学等,为沉积学提供了丰富的养料,从而得到了前所未有的发展。沉积学的发展还有赖于重视新技术、新方法的应用研究(如光学显微镜的普及,电镜扫描、电子探针、图像分析等技术……),重视对现代沉积环境的研究(将今论古),重视从定性到定量研究,重视从微观到宏观研究。总之,沉积学的研究工作已经得到了质的飞跃,尤其是对探讨各种岩性和各种沉积构造形成的机理获得了明确的认识。

野外要开展石油地质的沉积学工作,首先必须对沉积岩的颜色成分、结构、构造有正确的认识,并根据沉积岩岩性、结构、构造等确定其在剖面上纵横向构成的组合顺序,判别其形成的环境。

2.2.2 沉积相剖面工作

石油地质研究是一项综合性的工作,测制地层剖面是野外工作之一,沉积相剖面的测制是岩相古地理研究与各种编图的基础。

测制沉积相剖面与测制地层剖面的野外方法基本一致,只是在其工作内容中更要强调研究地层的沉积特征和沉积相。

2.2.2.1 剖面踏勘

对选定的剖面,首先应自下而上进行初步观察,这是施测前不可缺少的重要阶段。

应查明岩层的正常层序、产状和接触关系,追索了解有无后期构造变动(褶皱、断层)及滑坡引起的剖面不同部位岩层的重复、倒转、缺失等现象。初步确定剖面中各种的明显标志和岩层的剥蚀面(沉积间断面)、不整合面,对变动较复杂的剖面点,还应根据沉积和生物的标志特征正确判定岩层的顶、底板。

通过踏勘观察,应初步确定岩石的分层界线,划分岩石的自然成因单位,圈定某些具有指相意义的特殊岩段,如特殊的岩石结构、沉积构造和韵律层,并将富含不同组合及生态特征的化石组合带和生物礁带等段落标记在剖面中明显的位置上。

2.2.2.2 剖面测制

对剖面进行逐层丈量和详细的分层观察描述及必要的素描、照相,并按要求系统或针对性的采集各类典型标本和样品。

2.2.2.3 岩石特征描述

注意寻找指相矿物,即一些指示沉积、成岩环境的矿物。

观察沉积岩的颜色,应注意区分原生色(包括寄生色和同生色)及次生色。岩石颜色的分级目前无统一的方案,可根据各编图区的特点制定分级标准。

研究岩石的结构,包括分析颗粒类型及含量,胶结物及杂基成分、含量,以及颗粒胶结类型、分选度、磨圆度、孔隙度和孔隙类型等内容。碎屑岩应着重描述粒度大小、分选性和磨圆度,砾石形态、表面特征、成分及含量等;碳酸盐岩应注意观察粒屑结构、生物结构、鲕状结构和晶粒结构等特征。

对于碎屑岩来说,首先识别出其粒度主要等级,以便于正确定名。碎屑岩按粒度成分的命名,目前各家对其粒级百分数的规定尚不完全一致,可参考一家或数家意见进行综合,自行规定或参照有关的行业标准、单位标准执行。

对于碳酸盐岩来说,首先区分出其中颗粒的含量及大致的类型,以便于正确的命名,因为颗粒的数量可在一定程度上说明沉积时介质的能量;同时考虑灰泥的含量,因为灰泥充填粒间孔隙的沉积结构,能很好地说明颗粒搬运—沉积过程中介质的动力性质及其最终结构特征。

(1) 沉积构造。

研究沉积构造,包括层理类型、厚度、产状、形态、层面特征、沉积韵律,夹层的岩性、层数、厚度及其纵横向变化,包裹体和结核的大小、成分、排列、形态及数量、定向构造等方面。

沉积构造的观察是野外沉积相分析工作中最重要的一环,沉积构造多种多样,主要有流动、重力、生物、液化变形及化学等成因所形成的构造,它们能很好地说明沉积环境及环境的物理化学性质。

层理是一种最常见的沉积构造,牵引流的沉积中常有各种类型的交错层理(特别是大—中型层理),重力流(块状流)沉积一般无交错层理,常具块状层理及粒序层理。观察交错层时要特别注意区分一些假交错层理。对于碎屑岩中的层理鉴别一般比较容易,因为它常常是由于沿时间方向(垂直层面的方向)的粒度、成分的差异或某些定向排列性质而显现出来。对于碳酸盐岩岩石来说,风化面往往可显现出较新鲜且清晰的层理性,如果岩石的成分均匀(如为厚层的石灰岩),必须用放大镜仔细观察它是否为颗粒结构,假如岩石由均匀的泥晶组成,那么这时风化面上所显示出的“层理”,很可能是由于次生作用所造成的,而不是原生的水动力分选所造成的。

块状层理能说明块状流或快速沉积的作用,要注意观察块状层中是否有不同粒级的凸镜状体(例如砾岩中的砂岩凸镜体)、局部的交错层理以及定向排列部分(如块状砾岩中的局部砾石叠瓦构造),它能说明块状流中(或快速堆积作用中)局部牵引流的作用。粗粒或细粒的沉积物能形成块状层,如红层中的泥岩也可形成巨厚的块状层,它仍能说明其快速的堆积