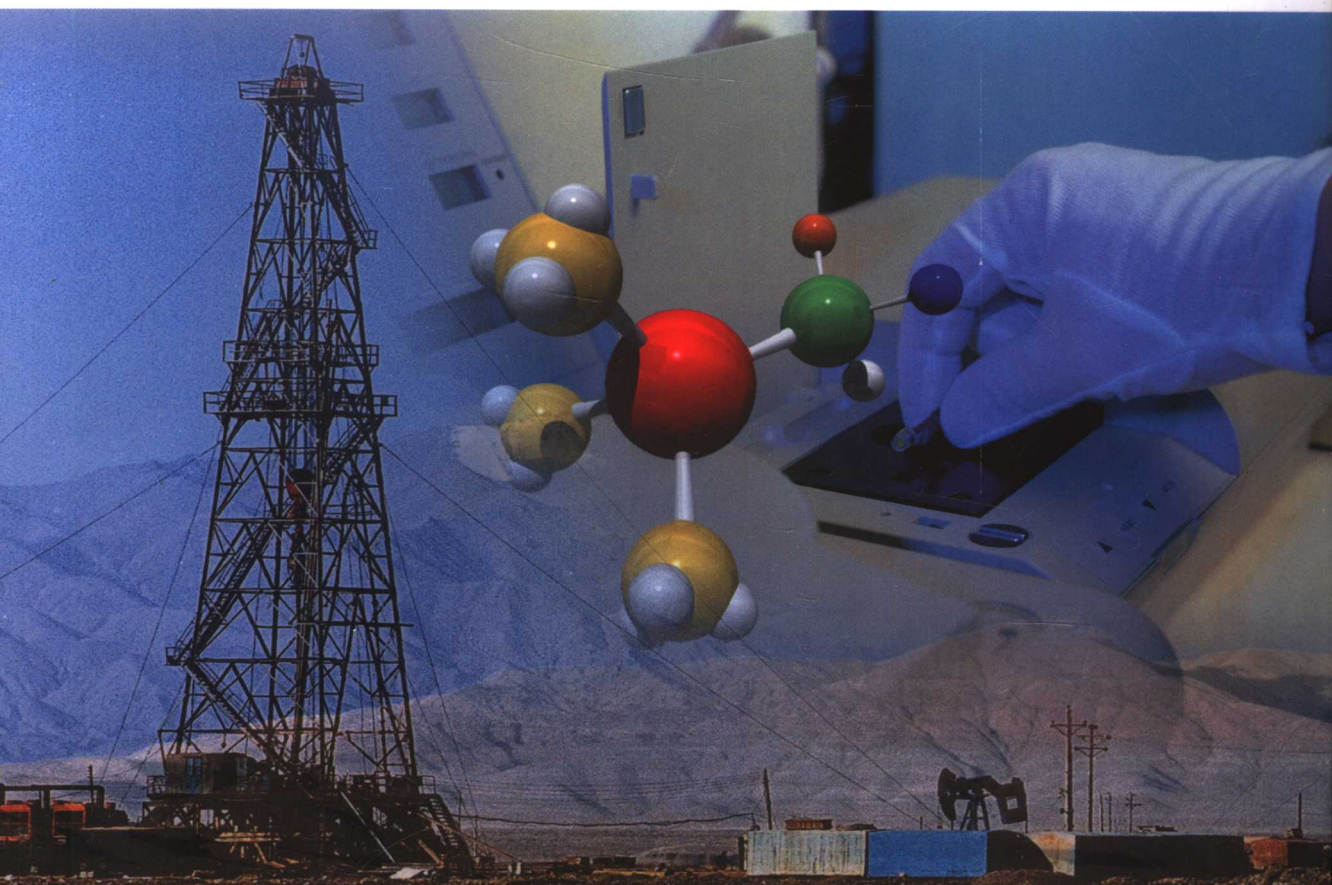


中国石油化工集团公司
油气勘探开发继续教育培训教材

石油地质 样品分析测试技术及应用

中国石油化工集团公司 编
油气勘探开发继续教育无锡基地



石油工业出版社

中国石油化工集团公司油气勘探开发继续教育培训教材

石油地质样品分析测试技术及应用

中国石油化工集团公司 编
油气勘探开发继续教育无锡基地

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在全面介绍石油实验地质测试技术方法基本原理的基础上,重点剖析了分析方法的
操作要点,客观地叙述了分析方法应用的有效性和局限性,指出了分析方法在石油地质领域
的应用途径。

本书适用于石油地质综合研究和油气实验测试分析岗位的技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

石油地质样品分析测试技术及应用/中国石油化工集团公司油气
勘探开发继续教育无锡基地编. —北京:石油工业出版社, 2006. 5
ISBN 7-5021-5532-5

I. 石…

II. 中…

III. 石油天然气地质-样品-分析

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 048172 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.cn

总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 24.25

字数: 618 千字 印数: 1—1700 册

定价: 75.00 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

《石油地质样品分析测试技术及应用》编委会

主 任：关德范

编 委：郑和荣 徐旭辉 邱文华 张英芹

王金艳 刘兰兰 曹 寅 钱志浩

作 者：曹 寅 钱志浩 秦建中

陈丽华 王大锐 边立曾 等

前 言

《石油地质样品分析测试技术及应用》一书，是对建国以来，石油实验地质测试技术方法的全面总结和提炼，同时也概括了近些年来在这一领域形成的新技术、新方法。该书系统地阐明了分析方法的基本原理；重点剖析了分析方法的操作要素；客观地叙述了分析方法应用的有效性和局限性；指出了分析方法在石油地质地球化学领域的应用途径。本书内容丰富，通俗易懂，便于石油地质地球化学综合研究和油气实验测试分析岗位的技术人员，系统地掌握各项石油地质地球化学样品分析测试技术，并了解它们之间的相互关系和应用。

本书第一章根据不同专业和不同分析项目的要求，提出科学合理的采样、送样和样品保存的方式；同时对现有的各级分析方法标准，按其功能价格比，分为基本分析项目、选择分析项目和补充分析项目三大类；并结合以往的经验教训，提出各种专题研究实验分析项目设计的方案。第二章从介绍稳定同位素的基本概念和气体同位素质谱仪工作原理着手，分别对常规的气态烃（ C_1-C_5 ）、罐顶气、天然气氢同位素以及单体烃碳同位素等分析方法的原理、分析方法以及地质应用作了系统的叙述；同位素测年学分析方法着重介绍了自生伊利石 K—Ar 同位素测年分析方法；此外，还简单介绍了自生伊利石 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 同位素以及 Rb—Sr 同位素测年分析方法。自 20 世纪 70 年代干酪根热解成烃理论在油气勘探中起主导作用以来，烃源岩评价实验技术也围绕该理论开发和建立了一系列的地球化学分析方法，主要包括烃源岩有机质丰度、类型、成熟度、沉积环境、生烃潜力和油源对比等方面。通过 20 多年的不断实践，不断修改，日益完善，已形成一整套比较成熟的分析方法，其中大多数在我国已制定为国家标准或石油天然气行业标准。第三章对这些方法概要、操作要点、技术关键到分析资料的应用逐一作了论述。第四章首先介绍我国储油气层类型及分布，然后系统介绍储油气层的检测方法。薄片鉴定、孔渗饱测定、粒度分析和重矿分析等方法是储集岩性能评价最基本的实验分析项目。随着油气勘探开发工作的进一步展开，国内外对储层研究日趋从宏观向微观发展；从定性向定量发展；并向多学科多专业协同攻关发展。因此，仪器分析，如电子探针、扫描电镜及能谱或波谱分析、X 射线衍射分析、荧光显微镜、阴极发光显微镜鉴定以及包裹体测定等在储油气层研究中发挥了愈来愈重要的作用。盖层分析测试项目是随着天然气研究发展而迅速建立与开展的分析项目，但相对其他研究领域，分析手段还比较少。本书仅对已制定成石油天然气行业标准的几个分析项目及其地质应用逐一作了介绍。由于石油和天然气都是资源紧缺型商品，因此它们深受国际标准化组织（ISO）、美国石油学会（API）、美国试验与材料协会（ASTM）等国际标准化组织的重视，有关它们的国际标准和国外先进标准较多。如近 20 多年来，美国试验与材料协会（ASTM）发布有关原油分析方面的国际先进标准就达到 47 项。我国改革开放以来，特别是加入 WTO 以后，加紧了与国际接轨的步伐，原油和天然气分析方法大多数等同采用（IDT）或修改采用（MOD）了相关的国际标准或国外先进标准而制定成国家标准。对于这些国家标准，如《原油物性常规分析》、《原油酸值电位滴定法测定》、《原油中铁、镍、钠、钒含量的原子吸收光谱法测定》、《天然气组成气相色谱法测定》、《天然气中总硫含量 氧化微库仑法测定》、《天然气中硫化氢含量 碘量法测定》以及《天然气中硫化氢含量 亚甲兰法测定》等在第五章都作了

介绍。生烃母质生物研究是一个崭新的课题,它与有机质显微组分鉴定技术相结合,区分和研究海相地层生物群中能为生烃作出贡献的那部分生物。第六章介绍了生烃母质的3种研究方法;中国海相烃源岩常见的生烃母质生物类型;关于底栖宏观藻类生烃问题的讨论以及生烃母质生物研究的意义等。第七章介绍了两个实例。一为柴达木盆地北缘中生代煤系湖泊相烃源岩的油气生成与资源评价。研究人员根据工区为煤系湖泊相的地质特征合理选择评价烃源岩有机质丰度、类型和成熟度阶段的划分标准,并按此类标准将冷湖3号构造冷斜1井作为该地区侏罗系典型的有机地球化学剖面进行重点研究,然后以点到面,进行该区侏罗系烃源岩平面分布的研究,进而对柴达木盆地北缘侏罗系进行油气资源评价与勘探前景预测。其中有一个问题必须注意:如果探井在钻井时发生人为污染,必须用地球化学各种手段判别钻井液对烃源岩样品的污染程度。第二个实例为冀中坳陷中部下第三系湖泊相富烃源岩和古潜山油藏。后者与前者地质上最大的区别是其为古潜山油藏。因此,研究人员首先必须进行油源对比,确定产自海相下古生界、中上元古界古潜山碳酸盐岩中的原油来自何方?根据原油孢粉、正构烷烃分布、Pr/Ph比、 $\alpha\alpha\alpha\text{C}_{27}$ 、 C_{28} 、 C_{29} 相对组成、 $\delta^{13}\text{C}$ 值、含蜡量、含硫量以及V/Ni值等地球化学参数,认为其地球化学特征与下第三系原油和烃源岩基本一致,具备典型陆相原油的特征,油源来自第三系湖泊沉积,可以称之为“新生古储”。在油源对比的基础上,进一步对冀中坳陷饶阳凹陷的第三系逐层进行烃源岩评价,并得到如下认识:饶阳凹陷整体发育 Es_3 和 Es_1^{F} 两套主要烃源层,不同洼槽各有千秋; Es_1^{F} 为富烃源岩, Es_3 及 Es_4 — Ek 为烃源层;冀中坳陷中部发育 Es_1^{F} 和 Es_3 上部两套形成大中型油田的富烃源层, Es_3 下部及局部地区 Es_1 — Ek 属中等烃源岩。

本书是在关德范教授的倡议下,由中国石油化工集团公司油气勘探开发继续教育无锡基地进行组织编写而成。具体由曹寅、钱志浩和秦建中主编。前言和第一章由曹寅和钱志浩编写,陈丽华参加了样品部分的编写;第二章由王大锐编写;第三章由钱志浩、邬立言和曹寅编写,张渠、郑伦举、刘文斌、蒋启贵、张彩明和陈丽华等参加了编写;第四章由陈丽华和张义纲编写,施伟军参加了储层分析包裹体研究部分的编写,钱志浩和陈宏宇参加了盖层分析方法的编写;第五章由钱志浩和曹寅编写,张义纲参加了天然气地质应用的编写;第六章由边立曾、张水昌、张宝明和尹磊明编写;第七章由秦建中编写;最后由张志荣进行了图文排版。本书编写过程中黄第藩教授、梁狄刚教授和洪志华教授分别对本书初稿逐页、逐行和逐句进行修改;原中国古生物学会理事、孢粉学会副理事长朱宗浩教授也协助审阅了古生物部分的内容。本书在出版过程中得到无锡石油地质研究所郑和荣所长、徐旭辉常务副所长、赵克斌和郑冰副所长等领导以及教育基地全体人员的支持和帮助;并得到无锡石油地质研究所实验研究中心张美珍、张渠副主任以及实验研究中心全体人员的配合和支持,在此一并表示感谢!

本书所涉及的石油地质基础研究及石油地球化学实验等内容较为繁杂,不当之处恳请读者指正。

曹寅 钱志浩 秦建中

2006.5

目 录

第一章 石油地质地球化学样品与分析项目	(1)
第一节 概况.....	(1)
第二节 取样方式、样品包装与保存.....	(1)
第三节 送样要求与数量.....	(3)
第四节 分析项目的分类及专题研究实验分析项目的设计方案.....	(8)
第二章 稳定同位素及同位素测年学与古生物化石分析方法及其应用	(22)
第一节 稳定同位素分析方法及应用	(22)
第二节 同位素测年学在油气勘探中的应用	(49)
第三章 烃源岩评价的分析测试项目及应用	(69)
第一节 总有机碳分析方法	(69)
第二节 岩石热解分析方法	(72)
第三节 岩石氯仿沥青测定方法	(77)
第四节 岩石可溶有机物和原油族组分柱层析分析方法	(78)
第五节 岩石可溶有机物和原油族组分棒薄层火焰离子化 (TLC/FID) 分析方法	(81)
第六节 轻质原油族组分分析方法	(83)
第七节 岩石氯仿抽提物和原油中饱和烃气相色谱分析方法	(85)
第八节 岩石氯仿抽提物和原油中芳香烃气相色谱分析方法	(90)
第九节 饱和烃馏分中甾萜烷生物标志物色谱—质谱分析方法	(94)
第十节 芳香烃馏分的色谱—质谱分析方法.....	(110)
第十一节 原油中性含氮化合物的分离分析方法.....	(117)
第十二节 轻质烃类的气相色谱分析方法.....	(123)
第十三节 高分子量烃类气相色谱分析方法.....	(133)
第十四节 岩石热解气相色谱分析方法.....	(137)
第十五节 岩石中干酪根分离方法.....	(140)
第十六节 岩石有机质中碳、氢、氧、氮元素分析方法.....	(141)
第十七节 沉积岩中镜质组反射率测定方法.....	(145)
第十八节 干酪根显微组分鉴定及类型划分方法.....	(149)
第十九节 岩石有机质和原油红外光谱分析方法.....	(152)
第二十节 显微傅立叶变换红外光谱分析方法.....	(158)
第二十一节 岩石可溶有机物、原油及干酪根的核磁共振氢谱与碳谱分析方法.....	(165)
第二十二节 扫描电子显微镜与能谱仪分析方法.....	(170)
第四章 储盖层评价测试项目及其应用	(181)
第一节 油气层检测与评价.....	(181)
第二节 成岩作用研究.....	(218)
第三节 盖层岩石测试项目及其地质应用.....	(227)

第五章 原油、天然气、水样品分析项目及其地质应用..... (236)

 第一节 原油物理化学性质分析方法..... (236)

 第二节 原油中金属元素分析方法..... (245)

 第三节 天然气组分分析方法..... (247)

 第四节 油田水分析方法..... (263)

第六章 海相烃源岩生烃母质生物构成特征..... (269)

 第一节 概述..... (269)

 第二节 生烃母质的研究方法..... (271)

 第三节 中国海相烃源岩常见的生烃母质生物类型..... (272)

 第四节 关于底栖宏观藻类生烃问题的讨论..... (288)

 第五节 生烃母质生物研究的意义..... (289)

第七章 石油地质地球化学分析应用实例..... (291)

 第一节 柴达木盆地北缘中生代煤系湖泊相烃源岩的油气生成与资源评价..... (291)

 第二节 冀中坳陷中部下第三系湖泊相富烃源岩和古潜山油藏..... (341)

参考文献..... (378)

第一章 石油地质地球化学样品与分析项目

第一节 概 况

在对某一地区或某一盆地、某一构造进行油气勘探开发的过程中,根据本地区勘探的特点,需要钻探不同类型(性质和目的)的井,如地质井(在盆地普查阶段为解决一定地质调查问题而钻的井);参数井(为了解不同构造单元的地层层序、厚度、岩性,生储盖组合等条件并为物探提供有关参数的井);预探井(在地震详查的基础上,以局部圈闭及构造带为对象,以发现油气藏为目的而钻的井);评价井(在地震详查的基础上,在已获得工业性油气流的构造或断块上为落实地质储量,了解油气层的分布和厚度变化以及明确油气藏类型所钻的井)。为达到不同的钻探目的,必须对这些井展开生储盖层评价,以对勘探区的石油地质条件作出综合分析。评价的基础资料来自于生储盖层的实验测试,主要包括以下几个方面:

(1) 有机地球化学测试,以确定烃源岩有机质类型、丰度、成熟度、生烃潜力和沉积环境等并对烃源岩作出评价,进行油气源对比和油气运移研究;

(2) 稳定同位素与同位素测年学方法及其在石油地质中的应用;

(3) 储盖层测试,确定岩石类型、胶结物特征、孔隙特征,对储集及封盖能力作出评价。

(4) 原油、天然气、水样品分析项目测试及其地质应用。

正确的分析化验资料的获取依赖于取样的可靠性。包括两方面:

(1) 样品的层位位置及代表性;

(2) 样品的品质、足量和无污染。

第二节 取样方式、样品包装与保存

根据不同的地质目的以及所选择的不同测试方法的要求,对样品大致分为:地层划分样品、烃源岩样品、储集岩样品、盖层岩石样品、油、气和水等样品。对于不同样品的采集方式、形状、数量和包装都有一定的规定和要求,下面将分别介绍。

一、用于油层物性测定、荧光分析的岩心样品

对于测饱和度的岩心样品,其包装与保存的目的是减少液体的蒸发损失和岩样内液体的流动;对于要求保持原始润湿性的岩样,则要求防止岩样表面被污染,或暴露在大气中被氧化;对于疏松或胶结性差的岩心,就需要采取适当的支撑保护措施,防止在搬运过程中压坏或碰损破碎。

保存技术的选择,一方面要考虑到储存时间及准备测定的目的;另外一方面是就地测定、分析,还是运送到很远的外地去进行测定。目前常用的保存岩样的方法有以下几种。

(1) 容器密封法。岩样可直接装进容器,也可用铝箔、聚乙烯或其他合适的塑料包裹后密封在容器中。容器中不能倒入其他液体,但是能倒入测定液。可将称量后的岩样泡在测定

液中进行密封。

(2) 管子密封法。把岩样装进钢、铝或塑料管中，两端用带 O 型密封圈的堵头封住。

(3) 用抽空排气的塑料袋保存样品。

(4) 干冰冷冻法保存岩样。

(5) 用金属箱或塑料条带缠裹岩样。

(6) 岩样表面塑料涂层。

二、用于其他分析的岩心、岩屑样品

按所需要的分析目的选取样品，一般在现场将岩心剖开，其中一半长期保存，另一半进行岩性描述、沉积相观察，而后选取样品进行包装。

(1) 用于古生物分析的样品。必须用棉花、棉纸或软纸包装后再用布袋或牛皮纸包装捆好，内附标笺。

(2) 用于有机地球化学分析的样品。不能用塑料纸或塑料容器等含有机成分的物品包装，须用玻璃瓶、金属罐、锡箔袋、布袋、牛皮纸袋等进行包装并附上标笺，以免污染样品而影响分析准确性。

(3) 用于储层分析的样品。用布口袋或牛皮纸口袋进行包装，附上标笺。

(4) 油样。在井上取油样，无论从油管、油池、分离器或其他地方取样，均须用洁净工具取样，用密封玻璃瓶装，不松动。填写标笺于瓶上，并详细记录取样条件、出油情况及分析项目等。

(5) 气样。要按中华人民共和国国家标准 GB/T 13609—92《天然气的取样方法》采取气样。①取样设备：取样设备包括取样接头、取样导管和样品容器等，对分析前接触试样的设备和材料，应满足对气样不渗透、不吸收、无化学活性的要求，对可能污染试样的设备，如湿式流量计应安装在样品容器和试验装置之后。②取样接头：取样接头是将取样导管与带取样探头的取样口相连接的器件，应具有足够的强度和密封性。③取样导管：取样导管可选用不锈钢管、碳钢管、铜管、金属软管、玻璃管和聚四氟乙烯管等，对气源压力大于 7MPa 或含硫天然气，宜选用不锈钢管。取样导管应尽可能短，管内径一般为 2~4mm。④样品容器：样品容器可选用 0.1~40L 的双阀或单阀型碳钢瓶、不锈钢瓶、铝合金瓶和玻璃瓶等。取样前，必须对样品容器作清洗、干燥处理和气密性检查，专瓶专用。耐压样品容器还必须定期作强度和气密性试验。⑤取样方法：一般用吹扫法，将气流从气源导入经过清洗的样品容器内，以获得有代表性的试样。

没有上述条件的，也可用排水（饱和盐水）取气法，取气量为取气瓶的 1/3，在饱和盐水中密封，将气瓶倒置取出存放，注意不能混入空气。一个样品最少同时取两个平行样，在现场安排合适地方取其一个试气，证实确已取妥后，将其平行样严密封好，样品和记录一并交实验室立即分析，不得长时间放置，暂时不能分析者须用冰箱保存，在冰箱中保存控制在 2~3 个月以内。

(6) 用于轻烃分析的岩屑样品。要注意：①要卡准井深，注意钻井液返回时间和岩屑迟到时间；②等距离的系统取样（如 20m 间隔）；③从钻井液池槽出口或筛上捞取岩屑，用清水稍加冲洗，尽可能洗去泥浆，迅速放入密闭金属样品罐和钻井地质岩屑轻烃取样罐，不得使用可能产生烃类物质的密封材料；④岩屑上面加 1/3~1/5 清水，再加几滴防腐剂（淡盐水）；⑤封好并编号迅速运回实验室立即分析，不宜搁置太久，在冰箱中保存不要超过 2~3 个月。

岩样及油气样品的标笺内容包括：①产地；②井号；③时代；④层位；⑤井深；⑥岩性；⑦取样时间；⑧取样条件；⑨取样人；⑩分析项目。

第三节 送样要求与数量

本送样要求是标准测试的具体送样要求，如有特殊情况，样品量少或其他困难不能满足本送样要求时，可经过协商解决；各项目的测试均应附基本地质资料，包括采样地点、井号、采样深度、层位及准确的岩石定名，面上的样品要附平面图，剖面样品要附剖面图，最后还需详细提出对分析测试的目的与要求；

(1) 地层划分样品。微体古生物样品、野外剖面样品要去掉风化样品，采集新鲜岩样；钻井样品，岩心样要洗掉泥浆，岩屑样要挑选代表本层岩性的样品，用纸袋或塑料袋包装；如在野外发现化石，应用棉花包好再用纸袋包装。根据不同门类，微体古生物样品的取样量也有不同的要求，一般情况约 100~200g 左右。

(2) 烃源岩样品。样品要有代表性、均匀、无污染、新鲜；岩屑样必须是经过挑选后的单一真样，包装应避免污染。

(3) 储盖层样品。储盖层取样密度可按不同时代、层位以及分析目的和不同分析项目的要求而定。用于单井储层评价的样品有砂岩、碳酸盐岩及泥岩三部分。对不同的测试项目岩心的选取要求不同，根据盖层岩性的变化、非均质程度及其代表的深度，选取有代表性的岩心并妥善保管。

(4) 具体各种测试项目对样品有不同的要求，详见表 1-1。

表 1-1 各测试项目送样要求表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
1	有机碳	岩样	>10g	100 目	碳酸盐岩样品需附泥质含量（或不溶残渣）
		煤样	>1g	100 目	
2	氯仿沥青“A”	泥岩	>300g	100 目	需附有机碳数据
		碳酸盐岩	>500g	100 目（富含可溶性沥青的岩样，样品量可相应减少）	
		沥青质岩	>100g		
3	族组分分析（柱层析）	氯仿沥青“A”样	20mg		需附有机碳、氯仿沥青“A”数据
4	族组分分析（棒薄层）	氯仿沥青“A”样	1mg		需附有机碳、氯仿沥青“A”数据
5	干酪根制备	经过抽提富含有机质的样品	100~200g 50g		需附有机碳数据 泥岩>0.5% 碳酸盐岩>0.1%

续表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
6	镜质组 反射率	岩心和岩屑直接制光片	3cm×2cm× 1.5cm	样品新鲜完整有代表性 富含有机质的灰、深灰 色的岩心或岩屑 (需挑过)	需附有机元素分析数据和有 机碳含量, 泥盆纪以前的地 质样品只测沥青反射率
		岩心和岩屑样粉碎 40 目	25~100g 25g		
		碎屑岩样 C _{org} 0.5%~2% C _{org} >2%			
		碳酸盐岩样 C _{org} 0.1%~0.5% C _{org} >0.5%	100~200g 100g		
7	饱和烃、芳香烃、凝析 油和全原油的气相色谱 分析	饱和烃与芳香烃	>1mg	经过族组分分离的纯净 样, 需用玻璃瓶装并注 明重量	需附族组分分析数据
		凝析油与全原油	>1mL		
8	轻烃气相色谱分析	岩心	>50g	岩屑必须挑选过有代表 性的, 样品要新鲜无污 染, 密封样品罐必须是 清洁好后再装样品并立 即密封	需附有机碳数据
		岩屑	>100g		
		经抽提后抽提物	>1mg		
9	热解分析	泥岩、页岩及灰岩	>10g	100 目, 样品要新鲜、 纯净	附有机碳数据, 泥岩>0.4%, 石灰岩>0.08%
		煤	>1g		
10	有机元素 C、H、O	固态干酪根样品	>10mg	80~100 目干酪根样要 除尽氯仿和氟化物	给出岩性和灰分数据
11	红外光谱 分析	有机可溶物芳香烃、 胶质、沥青质	>10mg	样品要纯净	附有机碳数据、灰分数据
		干酪根	>2mg		
12	X 射线衍射分析	粘土矿物	30~40g	具有代表性, 岩屑要经过挑选	提出明确要求
		其他样品	约 2g		
13	稳定同位素 δ ¹³ C	原油、氯仿沥青“A” 各组分	>2mg	原油需脱水	并在 30℃ 下除去轻馏分; 用 HCl 除碳酸盐 需注明岩石中各类碳酸 盐岩矿物的分类含量 附天然气组分含量
		干酪根等 煤和石墨	>5mg	不除黄铁矿, 不进行 重液分离	
	δ ¹³ C + δ ¹⁸ O	碳酸盐岩	20~30mg	透明和无沉淀物 200 目	
	δ ¹³ C	化石样品		样品要新鲜, 不含 硫化物等杂质	
		天然气中 C ₁₋₅ 、CO ₂	>10mL	用小钢瓶送样	
		岩屑	100g	岩屑样放入金属罐加水 及防腐剂; 倒置运送	
		粘土、砂土(吸附烃)	250g	需用铝箔密封包装 保存送样	
δ ¹⁸ O δD	水 水	>1mL >10mL			

续表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
14	CO ₂ 、H ₂ 气体 质谱分析	气体	10μL 200μL	不含空气等杂质	
15	原子吸收光谱 金属元素分析	油样	>100g	用棕色广口瓶装	
		水样	>1000g	用塑料瓶装样	
		碳酸盐岩、岩样	>20g	用纸袋装样	
16	色谱—质谱分析纯净化 合物定性		>1mg	纯度>95%，要求 无腐蚀性； 做甾萜烷需对饱和烃 进行络合除去正构烷	提供色谱条件、色谱图及 注明需鉴定的峰 提供饱和烃、芳香烃的相 对含量
	较纯净化合物中杂质 定性		>10mg		
	复杂有机物色—质鉴定 (饱和烃、环烷烃、甾 萜烷等)	气态、液态、固态 (沸点<450℃)	>5mg		
	煤柴油馏分族组分定量 分析(饱和烃、芳香烃 中的链烷烃、单环—叁 环烷、萘、蒽及三环芳 香烃等百分含量)	液态， (沸点 200~350℃)			
	饱和烃环数分布(侧链 烷烃单环—六环及未分 离完全的单环芳香烃等 百分含量)	饱和烃			
17	气体分析 烷烃类、常规非烃 O ₂ 、N ₂ 、CO ₂ 、CO、 H ₂ 、H ₂ S、 烯烃类(乙烯丙烯丁 烯)、稀有气体 He、Ar	气样	常规样品 <250mL 稀有气体 <1000mL	样品中不允许混进空气	用钢瓶装或用盐水瓶装，要 用白色反口橡皮塞和饱和食 盐水密封，并滴 1~2 滴 “新洁尔灭”水溶液，橡皮 塞事先用 20% NaOH 溶液 煮 20 分钟，洗至中性烘干 备用
18	芳香烃薄层色谱— 气相色谱分析	芳香烃馏分	5~10mg		
19	岩屑(岩心)气的 C ₁ — C ₉ 色谱指纹分析	岩屑(颗粒)	100g	样品新鲜，无污染， 密封保存	样品罐必须清洁，装样后立 即密封，样品罐中水位要低 于罐顶 4cm，并滴加“新洁 尔灭” 1%水溶液 1~2 滴，以防细 菌作用
		岩心	50g		
20	岩屑或土壤吸附剂测定	岩屑	80g	岩屑不应风化， 土壤不含石块、植 物根系等杂质	岩屑气脱气，样品罐必须清 洁，装样后立即密封，样品 罐中水位要低于罐顶 4cm， 并滴加“新洁尔灭”1%水 溶液 1~2 滴，以防细菌作用
		土壤	100g		

续表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
21	天然气 C ₁ —C ₉ 色谱指纹分析	气样	100~200mL	样品新鲜, 无污染	用钢瓶装或用盐水瓶装, 要用白色反口橡皮塞和饱和食盐水密封, 并滴 1~2 滴“新洁尔灭”水溶液, 橡皮塞事先用 20% NaOH 溶液煮 20 分钟, 洗至中性烘干备用
22	催化热解生气率测定	煤样	2g	新鲜, 无污染	
		泥岩	10g		
23	原油物性 馏程 密度 粘度 闪点 凝固点 含蜡量 含硫量	油样	300mL 50mL 20mL 50mL 50mL 5mL 5mL	纯净, 已脱水	需用棕色磨口瓶装油样, 油样切忌用塑料瓶或带橡皮塞的玻璃瓶盛装, 如未经脱水, 则做全部项目时至少要 500mL 样品
24	扫描电镜 粘土鉴定 干酪根形貌分析 储集孔隙、结构类型 石英表面形态 微体化石 超微化石 各种未知矿物的形貌 及成分分析	块样	不小于 1cm ²	表面要求处理干净	附 C、H、O 含量数据 薄片鉴定资料 附化石门类、种、属名称 附化石门类、种、属名称 注明来源及伴生矿物
		粉碎至 2μm	>50mg		
		未经研磨的干酪根样 (不破坏其形态)	>50mg		
		岩心	不小于 1cm ²		
		经挑选的石英颗粒	10 颗粒以上		
		经挑选好的单体	若干颗粒		
		已处理好、分离后的样品	约 10mg		
		已挑选好的单体	5 颗粒以上		
25	荧光薄片	垂直层面切片	片子大小约 3cm×4cm	制成的片子要不开裂, 无气泡, 厚度标准约 0.05mm 左右	要留有手标本, 供肉眼观察
26	微孔隙比表面测定, 微孔隙结构分析	直径 4mm 以上的颗粒	20×30g	不风化, 不含油, 样品 不能有裂隙, 密封保存	提供地温、地压、层 位厚度、构造闭合度
		块状	约 50g		
		圆柱状	直径 2~2.5cm 长度 2.5~3cm		
27	扩散系数测定 室温、低压 中温、高压	整块	棱长>1.2cm 的立方体	刚强为好	岩样要定向, 附有关孔渗 资料
		圆柱状	直径 2.5~3cm, 长度 1cm		
		圆柱状	直径>1.5cm, 长度>1cm		

续表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
28	粒度分析	岩样	3~5g	钙质、泥质或铁质胶结的砂岩	硅质胶结的样品不能做
		岩屑	>30g		
29	薄片粒度	岩心或岩样	3cm×3cm×5cm		附岩心剖面，层理构造资料
30	薄片鉴定	岩屑 岩心或岩样	>3cm×3cm×5cm，疏松的易碎的要适当加大	挑纯	附野外或井下岩性描述
31	储层物性 有效孔隙率	岩心	3cm×3cm×3cm 两块		如做物性多项测定时需高度为 10cm 的全岩心
	(煤油法) 视密度	岩心	3cm×3cm×3cm 两块		
		岩心	5cm×5cm×5cm 两块		
	单向渗透率	岩心	全岩心 高>7cm		
	径向渗透率	全岩心	全岩心 高>7cm		
	着色法	全岩心	全岩心 高>5cm		
	油水饱和度	全岩心	φ30×25mm		
	铸体制备	岩心			
铸体薄片鉴定	制备好的铸体薄片				
32	微体古生物 孢粉分离与鉴定	岩样	100~200g	野外剖面样品要去掉风化部分，采集新鲜岩样；钻井样品，岩心样要洗掉泥浆；岩屑样要挑选代表本层的较单一岩屑；孢粉样用塑料袋包装	采样位置图（钻井柱状图或野外剖面图）
33	介形虫分离与鉴定， 轮藻分离与鉴定	岩样	>200g	野外剖面样品要采集新鲜岩样；岩心样要洗掉泥浆；岩屑样要挑选代表本层的；用纸袋或塑料袋包装；如野外发现化石，应用棉花包好再用纸袋包装	采样位置图（钻井柱状图或野外剖面图）
34	牙形石分离与鉴定	岩样	1kg		采样位置图（钻井柱状图或野外剖面图）
35	原油孢粉分离与鉴定	原油样品	2~5kg， 重质油可适当减量	最好采集井口新鲜原油样品，油罐中原油要采集底部油样	采样位置图（钻井柱状图或野外剖面图）

续表

序号	测试项目	样品状态	送样数量	送检样品质量要求	需附资料及特殊要求
36	化探测试样品 土(岩)样 (不同测试项目) 水样 气样	0.139~0.44mm	500g	能反映取样地段内各化探指标的 含量特征	其他要求与生油岩储集岩 各项测试的要求相同
		用玻璃瓶或塑料瓶装 (视不同项目而定)	500mL		
		用玻璃瓶装(倒置) (排水取气法)	500mL		

第四节 分析项目的分类及专题研究实验分析项目的设计方案

根据多年的工作经验和国内有关专家的意见将烃源岩、储盖岩、原油、天然气、油田水等项目,大致分成了基本分析项目、选择分析项目及补充分析项目三类。基本分析项目能对评价研究内容提供必须的、最基本的数据和信息;选择分析项目能对特征样品提供针对性的数据和信息;补充分析项目可对分析对象提供补充性的数据和信息。下面针对某一研究项目的主题内容,分别提出有关分析实验项目的设计方案,以供选择(表1-2至表1-15)。

表 1-2 烃源岩快速评价分析测试项目

序号	分析测试项目	执行标准	使用仪器	参数和指标	项目分类
1	总有机碳分析	SY/T 5116—1997 《沉积岩中总有机碳测定》	碳、硫测定仪	有机质丰度评价:总有机碳含量 TOC (%)	基本项目
2	岩石热解分析	GB/T 18602—2001 《岩石热解分析》	岩石热解仪	有机质丰度评价:总有机碳含量 TOC (%),有效碳含量 PC (%); 有机质类型评价:氢指数 HI、氧指数 OI, $HI-T_{max}$, 类型指数 S_2/S_3 ; 有机质成熟度评价: T_{max} (°C)、PI $[S_1/(S_1+S_2)]$; 生烃潜力评价:产烃潜量 $S_0+S_1+S_2$ (mg/g),降解潜率 PC/TOC (%)	基本项目

表 1-3 烃源岩预处理可溶有机物和不溶有机物的分离制备项目

序号	分析测试项目	执行标准	使用仪器	参数和指标	项目分类
1	岩石中氯仿沥青抽提制备	SY/T 5118—1995 《岩石中氯仿沥青的测定脂肪抽提器法》	脂肪抽提器	氯仿沥青“A”	基本项目
2	岩石中二元或三元有机溶剂可溶物抽提制备		脂肪抽提器	甲醇—苯二元溶剂抽提物、甲醇—丙酮—苯三元溶剂抽提物	选择项目

续表

序号	分析测试项目	执行标准	使用仪器	参数和指标	项目分类
3	岩石可溶有机物族组分分离制备	SY/T 5119—1995 《岩石可溶有机物和原油族组分柱层析分析方法》		饱和烃、芳香烃、非烃、沥青质	基本项目
4	岩石中干酪根分离制备	SY/T 5123—1995 《沉积岩中干酪根分离方法》		干酪根	基本项目

表 1-4 烃源岩有机质丰度、有机质类型、有机质成熟度和生烃潜力系统评价研究分析测试项目

序号	分析测试项目	执行标准	使用仪器	参数和指标	项目分类
1	总有机碳分析	SY/T 5116—1997 《沉积岩中总有机碳测定》	碳、硫分析仪	总有机碳含量 TOC (%)	基本项目
2	岩石热解分析	GB/T 18602—2001 《岩石热解分析》	岩石热解仪	总有机碳 TOC (%)、有效碳 PC (%)、氢指数 HI (mg/gTOC)、氧指数 OI (mg/gTOC)、类型指数 S_2/S_3 、 S_2 峰顶温度 T_{max} (°C)、产烃潜量 $S_0 + S_1 + S_2$ (mg/g)、降解潜率 PC/TOC (%)、烃指数 HCI (mg/gTOC)、游离烃 S_1 (mg/g)、热解烃 S_2 (mg/g)、气态烃 S_0 (mg/g)、热解 CO_2 、 S_3 (mg/g)	基本项目
3	岩石中氯仿沥青的测定	SY/T 5118—1995 《岩石中氯仿沥青的测定脂肪抽提器法》	脂肪抽提器、快速抽提仪	氯仿沥青“A” (%)、氯仿沥青“A”/TOC (%)	基本项目
4	岩石可溶有机物族组分分析	SY/T 5119—1995 《岩石可溶有机物和原油族组分柱层析分析方法》 SY/T 6338—1997 《岩石可溶有机物和原油族组分棒薄层火焰离子化分析方法》	层析柱、棒薄层色谱仪	饱和烃 (%)、芳香烃 (%)、非烃 (%)、沥青质 (%)、饱/芳比值	基本项目
5	沉积岩中干酪根分离	SY/T 5123—1995 《沉积岩中干酪根分离方法》	手工操作	干酪根 (粗、细)	基本项目
6	干酪根中碳、氢、氧元素分析	SY/T 5122—1986 《岩石有机质中碳、氢、氧微量分析方法》 DZS 2001.3—1994 《岩石有机质中碳、氢、氧、氮元素分析》	元素分析仪	碳 C (%)、氢 H (%)、氧 O (%)、氮 N (%) H/C 原子比、O/C 原子比、N/C 原子比	基本项目
7	干酪根显微组分鉴定及类型划分	SY/T 5125—1996 《透射光—荧光干酪根显微组分鉴定及类型划分方法》	透射光—荧光显微镜	各有机显微组分的百分含量，类型指数 TI 值	基本项目