

第四届全国石油地质 实验技术及实验室管理工作 交流会议论文集

主 编 张大江
副主编 王大锐 郭宏莉

石油工业出版社

第四届全国石油地质 实验技术及实验室管理工作 交流会议论文集

主 编 张大江
副主编 王大锐 郭宏莉

石油工业出版社

内 容 提 要

本论文集共收入了“第四届全国石油地质实验技术及实验室管理工作交流会”的 87 篇论文,按学科和工作领域分成了五个部分。这些论文都是在上届会后三年来各单位为解决石油天然气勘探开发生产和科研中的问题、难点以及为顺利完成“九五”期间国家和油公司的科技攻关课题而研究开发出的实验新技术、新方法

本书可供油气勘探科研单位研究人员和各石油院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

第四届全国石油地质实验技术交流会议论文集/张大江主编.
北京:石油工业出版社,2002.11

ISBN 7-5021-3948-6

I.第…

II.张…

III.石油天然气地质-实验-学术会议-文集

IV.P618.130.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 072814 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 28.25 印张 720 千字 印 1—1000

2002 年 11 月北京第 1 版 2002 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3948-6/TE·2848

定价:55.00 元

前 言

为提高我国石油地质实验水平,加强地质实验室管理工作,探讨地质实验室发展方向,中国石油学会石油地质专业委员会、科技装备委员会、石油地质勘探专业标准化委员会和中国地质学会石油地质专业委员会及北京石油学会于2001年6月8日至11日在上海联合召开了“第四届全国石油地质实验技术及实验室管理工作交流会”。会议由中国石油勘探开发研究院实验中心承办。会议主要内容为油气地球化学、沉积储层及其它石油地质实验的新技术、新方法、新成果、新装备和实验室管理工作交流。

出席本次会议的有:中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司所属的17个油田分公司、12个油公司科研院所、2个中科院研究所和国家重点实验室、7所高校,以及2个地区科委、1个出版社、14个国内外仪器公司和厂家,共54个单位的181名代表。就参加会议单位的广泛性和代表人数而言,都超过了历届会议;一些单位特别是油田研究院非常重视这次会议,主管院长和总地质师亲自带队出席会议,并在大会上作精彩的学术报告;中科院研究所国家重点实验室和高等院校研究单位第一次参加了这个领域的会议,并在会上作高水平的学术报告;一些单位接到通知较晚,来不及提交论文摘要,但也积极要求参加会议,并在会上作了出色的报告,还积极参与交流研讨。可见,我们的会议越办越兴旺,也更说明石油地质实验科技的重要性、强大的吸引力和旺盛的生命力!

本次会议共收到论文摘要或全文127篇,经会议筹委会推荐从中选出16篇作了大会发言,其余经筹委会学术委员会审查有近百篇论文按学科和工作领域分成五个组进行了分组报告交流。这些报告大多数都是上届会后三年多来各单位为解决石油天然气勘探开发生产和科研中的问题和难点,为顺利完成“九五”期间国家和油公司的科技攻关课题,而研究开发出的实验新技术、新方法。这些凝聚着实验科技人员心血的成果,大都及时地应用于勘探开发生产实际中,经过了实践的检验,既保证了有关科研成果的高水平和创新性,也为解决勘探开发生产的某些难题、努力降低生产成本和石油工业增储上产做出了贡献。中国石油天然气集团公司勘探开发研究院实验中心副主任许怀先受组委会之托,作了“石油地质实验技术新进展和展望”的报告,为这方面的研究报告作了引导和铺垫;胜利油田地质科学院副院长兼测试中心主任张善文所作“高勘探程度地区石油地质实验技术的应用与发展”报告与大庆油田勘探开发研究院副总地质师冯子辉作的“适应油田勘探新形势,发展地质分析测试新技术”的报告,为油公司体制下实验测试技术研究与发展指明了方向;中科院广州地化所副所长、有机地球化学国家重点实验室主任彭平安研究员所作的“成藏地球化学实验技术及其应用”的报告,中科院兰州地质所、天然气与稀有气体地球化学国家重点实验室副主任刘文汇研究员作的“天然气与稀有气体同位素地球化学实验技术及其应用”的报告以及石油大学(北京)曾溅辉博士关于油气运移、成藏模拟实验研究,是针对石油地球化学研究的薄弱环节和热点、跟踪世界实验地质研究动向的超前性的高水平研究成果,具有重要理论意义和潜在应用价值以及广泛的应用前景。中国石油天然气集团公司勘探开发研究院吴因业博士、何东博硕士关于层序地层学技术和成岩数值模拟技术是盆地评价和储层预测量化研究的代表,也说明实验技术与地质综合研究相结合,不仅有重要的理论意义,而且有更明显的

实际应用价值。油藏地球化学及其实验技术是近年来有机地球化学研究的重要方向之一，中国石油化工集团公司勘探开发研究院无锡实验地质研究所邹宇峥和江汉石油学院测试中心主任侯读杰教授关于油藏地球化学实验技术和理论在油田开发中的应用研究，中国石油天然气集团公司勘探开发研究院邬立言教授、赵菊英、张鼎工程师关于油藏地球化学及其不同实验分析技术在油气勘探生产的应用研究，就是其中较突出的代表。油藏地球化学也是油气地球化学和油气储层交叉的研究方向，含烃包裹体及其分析技术研究在会议上有 10 篇论文报告，成为会议的热点之一。总之，石油地质实验技术及其在油气勘探开发中的应用是这次会议交流和研讨的主要内容，论文超过了百篇。这方面的研究成果有以下几个特点：

1) 较密切地结合油田勘探开发生产实际，会上来自 17 个油田分公司的代表提交了 59 篇很好的论文。战斗在油田第一线的科技工作者，针对勘探开发中存在的问题，开发实验技术，进行大量工作，获取丰富数据资料，成果及时应用于生产实际，较充分地体现了实验技术在科研生产中的重要作用。其它科研院所和高校的成果也多有这个特点。有的技术虽然不新，但着重于应用，使老方法焕发了青春。

2) 较充分地展示了近年来实验新技术、新方法的新进展和新水平。

3) 这些研究成果多数由中青年实验技术人员完成，或是以他们为主，在老专家指导下完成的。这些成果说明，在实际工作的锻炼中，一大批中青年优秀人才成长起来，脱颖而出。

实验新技术的研究与开发离不开仪器和工作标准。本次会议的第二个交流内容是实验仪器装备的使用、研制与开发，分析、实验应用软件的研制与开发，分析方法标准的制、修订，分析工作标准物质的研制。石油学会科技装备委员会委员和顾问、胜利油田地质院前院长周光甲教授回顾了我国石油工业地质实验室沿革历史，在此基础上剖析了我国石油地质实验仪器装备的现状和发展，提出我们在引进国外先进的大型仪器设备的同时，应注意对中小型仪器进行改造，针对科研与生产的实际需要，研制有自己特色的仪器设备，走出仪器国产化的路子；同时也应注意样品前处理仪器设备的研制开发。事实上，我国实验技术人员也正是沿着这个思路，经过了十几年的努力开拓，已经取得了可喜的成果。这次会议上邬立言教授介绍了在他自己研制的热解仪上，增加了新的功能软件，已有效地应用于随钻油气显示监测和油藏地球化学研究；海城仪器厂也在热解仪上增添了热解细分功能；由赵菊英发明、上海三科仪器公司、大港油田录井公司联合研制开发的荧光光谱录井仪，已在油田得到了广泛应用，并增添了新的功能；石油大学（北京）与扬州华安仪器厂联合研制开发的高温高压油气生成、运移、成藏模拟实验仪器直逼学科前沿和科研薄弱环节，显示了良好的研究潜力和应用前景。会议报告了新开发的一些分析软件，不但提高了分析速度和精度，而且有利于分析实验工作的标准化。胜利油田地科院和北京院研制的单体烃碳同位素分析和热解分析标准物质，在一定条件下为实验操作条件的稳定和数据量值溯源提供了依据和保证，及时满足了科研与生产的需要。实验室的数据处理和管理，数据库的建设也在引起各单位主管科研、生产的领导特别是实验室管理工作者的重视。

在会议上做学术报告的既有理论功底深厚、实践经验丰富的老专家，但更多的是近年来涌现出来的朝气蓬勃、才思聪慧、踏实苦干的新秀；既有单位的领导和学科学术带头人，但更多的是默默奋战在石油地质实验科研第一线的技术人员，他们在会议上介绍的成果、方法和构思，引起了与会代表的极大兴趣。经大会主席团学术委员会严格评议，这次会议在该领域学术会议历史上第一次评选出 36 篇优秀论文。这些论文学风严谨、工作扎实、密切结合

生产实际或有一定创新，是近年来石油地质实验领域中较突出的成果，既显示了本领域工作的兴旺和重要，也显示了这支队伍人才辈出和良好的发展前景。

现将本次会议所收到的 87 篇论文经专家组的进一步审定，并经原作者修改，整理成论文集，供广大石油地质实验科技工作者和对此项工作感兴趣的人员参考。

中国石油学会科技装备委员会副主任

中国石油学会科技装备委员会地质实验学组组长

中国石油学会石油地质专业委员会实验技术学组组长

中国石油勘探开发研究院实验中心主任

张大江

2002 年 7 月 1 日

目 录

第一部分 现代实验室管理及综述

石油地质实验仪器装备的现状分析	周光甲	张大江	(3)
实验室分析数据处理及评价系统	方伟	要丹	张维琴 (9)
“油公司”体制下实验室计量认证的探索与实践	弥继良等		(15)
新形势下油田实验室的技术与人才发展设想	冯子辉		(19)
气体地球化学国家重点实验室及天然气地球化学研究现状	刘文汇	陈国俊	(24)
我国油气行业地质实验室的发展方向探讨	王兰生	张天刚	(31)
适应油田勘探新形势,发展分析测试新技术	冯子辉等		(37)
高勘探程度地区石油地质实验技术的应用与发展	张善文	蔡进功	张林晔 (44)
中国石油地质勘探标准体系研究与建立	许怀先等		(49)
大港油田岩心标准剖面的整理与研究	张连雪等		(52)

第二部分 油气地球化学实验技术与研究

岩石热解技术在油藏地球化学研究中的应用	郭立言等		(57)
原油中中性氮和烷基酚化合物的制备及分析应用	王汇彤等		(63)
饱和烃和芳烃的高压液相色谱法精细分离	王汇彤等		(69)
欧利坨子地区混源油的识别及定量研究	侯读杰等		(74)
两种模拟方法(或加温方式)的油气产率对比	刘宝泉等		(83)
加温时间、加水量对模拟实验油气产率及地化参数的影响	秦建中等		(87)
准噶尔盆地陆梁油气田原油的生物降解作用与油气成藏	康素芳等		(91)
生物标记物色谱—质谱—质谱分析技术及地质应用研究	韩霞等		(96)
罐顶气、酸解烃、荧光分析在随钻录井中的综合应用	丁涛	赵晓华	(101)
有机包裹体的研究方法及应用	郭宏莉等		(105)
原油与沥青质热解产物的地球化学参数对比	姜乃煌等		(111)
双台河口地区原油地球化学特征	黄毅等		(114)
准噶尔盆地腹部天然气成因类型及气源对比	向宝力等		(119)
土壤游离气勘探技术研究与应用	李武等		(123)
高温、高压热模拟实验装置研制及模拟实验技术研究	杜洪文	方伟	霍秋立 (128)
二维气相色谱法富集分析土壤顶空间超微量烃气	胡斌	李贵友	卢丽 (136)
毛细柱色谱技术中多种定量方法的比较	蔡元明		(140)
非稳态法克氏渗透率测定	范明等		(143)
MEOR菌种清防蜡作用实验研究	段景杰	王淑芳	吕振山 (147)
荧光图像技术判断油层水淹状况初探	朱宜南等		(152)
色谱仪分期测试多期有机包裹体—克拉苏构造油气期次分析	张鼎等		(156)
论沉积物粒度分布表征方法	曲政		(160)

烃源岩在水介质条件下的热模拟实验方法	陈洪起 (171)
碳酸盐岩中干酪根提取方法的改进	黎 萍等 (173)
Ya21-1 构造有机包裹体研究	周雯雯等 (178)
地层流体中羧酸及其阴离子的分析技术与问题	郭春清 (183)
岩石热解标准物质的研制	张振苓等 (188)
陇东地区中生界原油碳同位素特征及油源研究	咎川莉 李剑锋 马 军 (194)
中国侏罗纪煤的激光显微荧光特征及其成熟度意义	涂建琪等 (197)
青藏高原油气生成综合研究	许怀先等 (201)
原油轻烃在油气运移中的应用	许怀先 (207)
单体烃碳同位素分析技术在冀东油田的应用	许怀先 (211)
土壤(岩屑)芳烃油气化探技术研究	胡 斌 李 武 邓 平 (215)
油田示踪剂的优选及应用	张作祥 邹信方 (219)

第三部分 油气储层实验技术及研究

江苏油田图像分析技术及应用	匡松远等 (229)
利用环境扫描电镜对油气储层砂岩孔隙结构的图像定量分析方法	魏宝和等 (234)
岩心扫描成像综合信息系统研制与应用	陶青川等 (240)
影响准噶尔盆地碎屑岩储层储集性的主要因素分析	常秋生 (246)
荧光图像分析技术在油水界面判别中的应用	沈 英 白新民 (250)
液态烃对晋县凹陷碎屑岩储层孔隙发育的影响及意义	李新坡等 (253)
油气储层自生伊利石分离提纯及其 K-Ar 同位素测年技术研究	张有瑜 董爱正 罗修泉 (258)
塔里木盆地石炭系泥岩微量元素地球化学特征及地质意义	朱如凯 罗 平 罗 忠 (263)
哈得 4 油田油层保护技术研究及应用	邹盛理 瞿凌敏 徐考思 (269)
高温超压环境储层特征研究	刘景环等 (275)
阴极发光显微镜与冷热台相结合测定古地温	李明军 (280)
泌阳凹陷下第三系核桃园组的成岩圈闭	赵 追等 (284)
沉积岩中自生粘土矿物分离提纯方法的改进	黄宝玲 王大锐 穆治国 (289)
利用激光共聚焦扫描显微镜测定砂岩(视)孔隙度的方法	应凤祥 崔京钢 涂建琪 (292)
大庆长垣西部中浅层油层污染及保护研究	薛文涛 姜洪启 仲 涛 (298)
吉林松南长岭地区 A-1 井储集岩特征及含油气性研究	马慧杰 (308)
储层状态气体岩石电阻率测试技术及变化规律研究	曲 斌等 (314)
采用不同方法验证储层水敏特征	林光荣等 (320)
千米桥潜山奥陶系峰峰组、马家沟组白云岩成因及其储层特征	高 勇等 (324)
塔里木盆地大庆区块碳酸盐岩沉积环境及储层评价研究	李士平 洪淑新 刘振文 (329)
深部油气层快速定量测定方法研究及其在开发早期介入中的应用	曹 寅等 (333)
扫描电镜/能谱分析在油气勘探开发中的应用	刘伟新等 (337)
矿物包裹体分析技术在气源研究中的应用——以三水盆地 CO ₂ 气藏为例	王 朴 (340)

P-X 试验分析技术的开发及应用	王美章等 (344)
鄂尔多斯盆地伊盟地区盟 2 井火山碎屑岩的检出及其意义	马成华等 (348)
油田水中有机酸对砂岩孔隙影响的研究	刘国利 宋吉江 范春风 (351)
荧光图像技术判断油层水淹状况初探	朱宜南等 (354)
影响吐 - 哈盆地砂岩地层粘土矿物组成和分布的控制因素分析	黄天雪等 (360)
利用碎屑岩成岩作用数值模拟技术评价和预测储层	何东博 应凤祥 (363)
储层岩心流体饱和度检测技术评价	王占国等 (367)
黄骅坳陷古生界油气藏成藏特征	于学敏等 (372)

第四部分 地层学研究实验

微量元素地球化学分析在云南楚雄地区层序地层分析中的应用	樊德华 姜国英 (377)
苏北地区井下“浦口组”地层问题的探讨	闫泗民 (382)
松辽盆地中生代生物演化与地质事件	黄清华等 (389)
21 世纪含油气盆地层序地层学技术进展与展望	吴因业等 (396)
稳定同位素对海水温度变化表征的地层学意义——以我国华南弗拉 - 法门阶为例	王大锐等 (403)
黄骅坳陷中北区沙四上亚段化石群研究	宋庆原等 (408)
甘肃酒西盆地早白垩世孢粉组合特点及时代	卢远征等 (413)

第五部分 仪器研制开发及国内外发展现状

一种新的分层最近邻聚类法及其对岩石荧光彩色图像的分类	何小海等 (427)
气体法孔隙率仪孔隙率的计算方法	承秋泉 范明 陈红宇 (432)
TCH-1 型岩石铸体薄片图像分析系统研制及应用	惠延安 弥继良 黄克难 (435)
热解气相色谱技术的改革与实践	杨仁政等 (440)

第一部分

现代实验室管理及综述

石油地质实验仪器装备的现状分析

周光甲 张大江

(中国石油学会科技装备学会地质实验学组)

摘要 1978年改革开放以后,由于石油地质行业系统各级领导的支持和实验室人员的努力,石油地质实验仪器装备经过几次更新换代,已形成了和国际同行接轨的、较为系统配置的仪器装备和分析流程。但是在重组改制、进入市场竞争的新经济体制下,如何再进行配置提高、开发应用、改造研制、在油气勘探开发中更好地发挥仪器装备的优势等方面存在不少新问题。本文从科技装备学会地质实验学组的角度对一些问题进行分析探讨。以便在21世纪初使我国的油气地质勘探实验行业出现一个崭新的面貌。

石油地质实验仪器装备是开展石油地质实验分析的必备工具,是表征石油地质实验室技术能力的标志,是提高和发展石油地质实验技术水平的必要条件。

油气勘探的历史确定了地质实验是一个行业的总体。我国的油气勘探从西部发展到东部又到海洋,使地质实验人员随之流动,技术交汇,实验行业不断成长、壮大;也由于油气勘探的共同目标,又促使实验室之间血肉相连、气息与共。从1987年开始,石油学会(和地质实验标准化委员会)就持续给我们创造行业交流的条件,开了三届会议,这些年的实践证明,实验室会议对于地质实验的发展是有推动意义的。

20世纪后期石油地质实验室仪器装备变化很大,原石油部系统从1974年开始,特别在1978年以后,在部和科技局、勘探局领导的支持下,大量地引进了仪器。尤其是有机地球化学分析专业,不但引进仪器装备,还学习世界先进国家的一些分析方法,建立了和国外接轨的分析流程,增强了实验分析能力。20世纪90年代以后地质实验各个分析专业全面更新配置,通过引进、消化、吸收和开发、改造、创新,出现了国产化和引进仪器设备的硬软件兼有、独有创新和参照国外建立的分析方法并存的局面。石油地质实验行业总体(周光甲,1998)已形成了具有国际先进水平的仪器装备配置和分析流程,成为我国各地区油气勘探主体工作必不可少的一部分,标志着21世纪初我国石油地质实验室已进入了具有特色发展的新阶段。

处于新世纪和新千年的开始,特别是在石油工业重组改制后推行市场经济,三大集团公司并列的新形势下,研讨石油地质实验室仪器装备如何再向前进展,在油气勘探开发中发挥更大的作用,这一历史的任务已摆在面前。我们根据20世纪80年代以后地质实验科技装备的进展,提出几点分析意见,供有关领导和本届科技装备学会地质实验学组参考。

一、色谱类仪器的应用和发展

色谱类仪器包括气相色谱仪、液相色谱仪、柱色层、棒色谱、薄层扫描仪,更广泛的还应包括热解色谱、色谱质谱联机,它是石油地质实验室常备常用、使用效果好、发展最为迅速的一类仪器。目前,一个配备有30台左右分析仪器设备的大型实验室,以气相色谱为主

的色谱类仪器数量常占 1/4 以上。

早在 20 世纪四五十年代, 气相色谱分析即进入了我国的石油地质研究, 那时主要是用手工操作的体积色谱玻璃仪器 (奥氏分析仪) 分析天然气成分。随着色谱仪器的发展, 直到 20 世纪 70 年代以后, 国内外厂家推出热导池和氢火焰离子化检测器的气相色谱仪器才逐渐广泛地应用于油气勘探、开发地质研究, 获得了不少应用成果, 和传统的岩矿、古生物分析一样, 成为地质家常用的实验室资料。先后开展了直接为油气探井服务的天然气、油田气、罐装气、煤成气、饱和烃、芳烃、沉积包裹体爆裂分析等项目, 逐步深入于盆地资源潜力评价、探井油气显示判别、地面化探、油藏地球化学等石油地质研究的许多领域 (周光甲, 1993)。石油地质家还接受了色层层析的概念原理, 研究地下油气运移, 用以解释地下油气性质的分布规律和在油田开发试验区内检验注水推油的效果。

气相色谱在石油勘探和开发中的大量应用, 也推动了实验室仪器和分析方法的进展, 不断出现新型的、商品化的仪器。这主要表现在气相色谱仪入口系统的改进。由于石油地质样品复杂, 气、液、固三态都有, 分析目的也各式各样, 一般色谱仪的汽化入口系统满足不了石油地质样品的要求, 因此先后出现了热抽提、热蒸发、热降解、热裂解、顶空进样、吸附丝进样、超临界进样等多种入口系统装置的改进, 也促进了热蒸发烃色谱、热解色谱、热裂解色谱、超临界色谱等商品化的新型仪器研制和投入市场 (周光甲, 1993)。通用化的色谱仪器逐渐转向油气勘探专业需要的专用色谱, 是石油地质气相色谱分析仪器进展的一个明显特点。

近年来开展的高温气相色谱、棒薄层色谱以及热解色谱等仪器分析, 已经对石油有机地球化学中传统的岩石有机物抽提、族组成分析方法提出挑战。如石油及烃源岩的高分子烃 (C_{40} — C_{100}) 的高温气相色谱分析, 就要重新选择烃源岩的抽提溶剂, 不用传统的柱色层分离而采用液—液萃取浓缩的方法获取高分子烃样品, 以 HP6890 气相色谱仪分析图 1。高分子烃的气相色谱分析开阔了人们对于沉积有机质转化成烃类成分的视野, 它含有许多表征原始有机质性质、环境、转化的成熟度等方面的生物标志物指标, 对于原油在地下运移时的高分子烃沉淀物、注水开发时对孔隙的堵塞物、开发井井筒结蜡等成分分析也有了新手段。

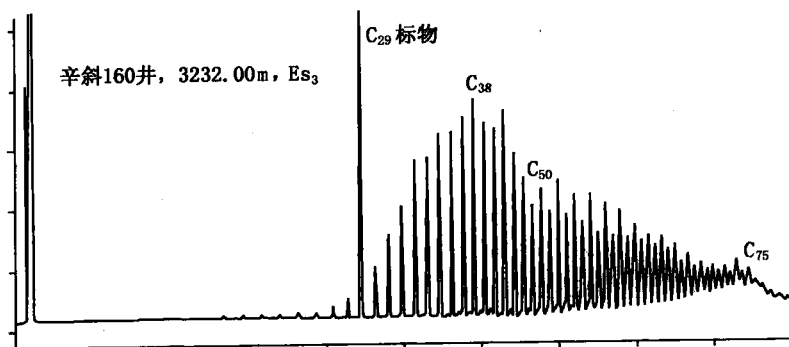


图 1 原油高分子烃气相色谱分析谱图

棒薄层色谱是将岩石抽提物或原油样品先用色谱棒以液相色谱方法进行展层, 然后使该棒穿过 FID 检测器的火焰, 产生离子化而检测, 可以用外标法定出饱和烃、芳烃、非烃、沥青质或是蜡质、胶质成分, 分析结果见图 2。棒薄层色谱以它的样品微量、分析快速、定

量简便可对储层油砂密集取样分析,它对认识油藏流体的不均质性,对储层层系划分和开发方案的制定有实际意义,是研究油藏地球化学的主要分析工具。同时在石油地球化学研究上,对岩石有机物的族组成提出了新的概念及分析方法,在石油炼制化学上分析蜡胶成分,也是有应用前途的仪器。目前湖南绿达实验技术研究所已有商品仪器。

热解色谱是继国产化岩石热解仪之后新进展的色谱类仪器。辽宁海城化工仪器厂已有商品化仪器。由于该仪器细分了岩石热解 S_1 、 S_2 峰,且证实 S_1 峰一般含 C_{14} — C_{40} 中分子量饱和烃,和岩石氯仿抽提物的饱和烃类似(图3),因此有可能不用抽提直接用岩石样品分析饱和烃类,提出了评价烃源岩生烃潜力和品质的新思路。地质录井用热解色谱还可以方便地鉴别油气显示真伪,判别油气质量。色谱类仪器对吸附

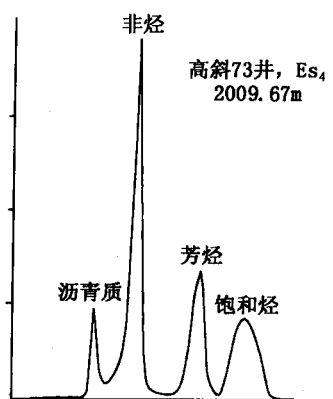


图2 储层油砂棒薄层色谱分析谱图

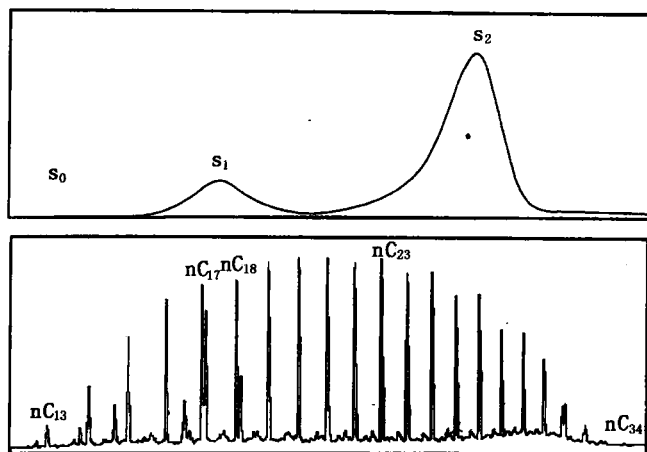


图3 岩石热解分析和热解 S_1 峰色谱分析图

烃、蒸发烃(热抽提)、降解烃、裂解烃的成分分析将要促成新的油气资源评价实验方法的出现,是21世纪初期地质实验一个重要的探索方向。同时,热解、热裂解、高温气相色谱的定性、定量分析也向传统的色谱理论提出了质疑,在热解、裂解汽化样品、高温(450℃)等色谱条件下,传统的塔板理论、速率理论及FID的校正因子可能都需要进一步探讨。

气相色谱分析项目多年的实践,说明只有紧密结合油气勘探实际,不断地探索解决实际问题,才能促

进分析仪器和方法的进展,进展快的其它分析项目也有类似现象,这是具有普遍意义的认识。

二、我国石油地质实验仪器现状

油气勘探会战,给地质实验室深深地印上了要紧密结合生产,也就是跟上探井的概念,而且是及时出数据、解决问题越快越好。所以,在会战中,实验室不能等样品做,主动出击到现场分析。如胜利初期实验室的岩矿分析的“货郎担”,就是把显微镜和简易的磨片机带到井场,及时观察岩屑,确定岩性,指导完井。这种分析仪器项目到井场服务也就成为地质实验分析的一个重要方向。很多实验室做了不少工作,出现了一些配合录井的井场上实验分析仪器。也开辟了地质实验仪器国产化的市场(图4)。

但是,比较典型的国产化仪器还是热解分析仪。在20世纪80年代初较多量引进法国ROCK EVAR热解仪后,1987年,科技装备委员会地质实验学组提出研制国产热解仪并立

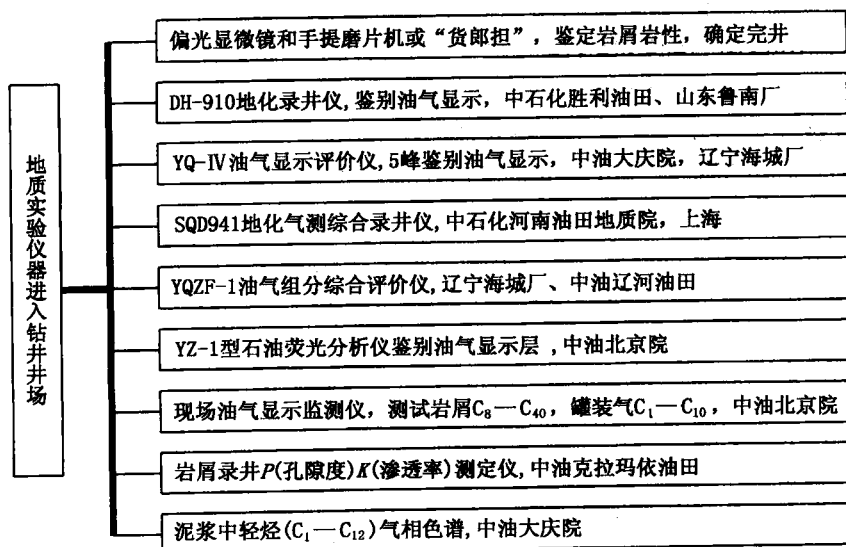


图4 走出地质实验室到井场分析配合录井的项目

项，由于原石油部勘探局和科技局领导的鼎力支持，大庆院、胜利院、河南院、北京院和油田地质录井公司试验人员以及山东鲁南、辽宁海城化工仪器厂也都投入了长期、艰苦的研制工作，目前的仪器已具有室内和井场分析兼顾、生油层和储油层评价兼能、生产和研究兼用的性能。并有近百台国产的商品化仪器投入到实验室内和井场使用，成为油气勘探研究中较为强有力的试验分析工具。其中，进行国产化的过程更具有推广意义的还是北京院实验中心研制的 OGE 热解工作站，他们经过引进、消化、吸收；改造、推广、交流；研究、提高、仪器产业化几个阶段，成功研制了 OGE 油气评价工作站，通过了技术鉴定，目前已生产 6 台。该仪器有 6 个分析周期，配有储层性质及含油级别划分、烃类损失补偿、原油性质和密度判断、碳酸盐岩分析结果处理等软件包。其分析数据的精密度和重复性都达到了岩石热解分析方法行业标准 (SY/T5117-1996) 和国家标准的规定要求，性能优于法国进口仪器。1992 年 2 月“储油岩油气组分定量方法”被中国专利局授予发明专利。1997 年 11 月该方法又被中国专利局和世界知识产权组织授予中国专利发明创造金奖，颁发了奖牌、金牌和证书。

三、充分开发已配置的分析仪器设备性能的潜力

在当前石油行业重组改制，上市竞争，“市场就是战场，效益就是生命”的新形势下，由于石油地质实验行业既属勘探工作主体部分，又可为工程服务，具有二重性。因此压缩投资、降低成本、减员增效、挖掘仪器设备和人员潜力就显得特别重要。明确地说，石油地质实验行业几十年的发展，人员、设备、技术能力的增长非常显著，但在新的经济形势下，不能不说是背上了一个沉重的包袱。如果我们不挖掘仪器设备潜力，加强创新意识，走出新路子，不但会感到过去大量的投资今天将形成浪费，而且也会觉得目前良好的技术装备条件也没有换来应有的社会效益和经济效益。

纵观当今石油地质实验仪器装备能力的发挥，明显的有不少“短腿”。早在 20 世纪 50

年代就进入地质实验室的光谱类仪器，到目前已有 50 年。从引进发射光谱→原子吸收光谱→等离子发射光谱，已历经三个时期。用于有机物分析的红外光谱，也先后使用了光栅分光 and 付利叶变换的两期换代仪器。到 20 世纪 80 年代末至 20 世纪 90 年代，色谱—红外、显微镜—红外、显微分光光度计等光谱联机分析仪器，又逐渐深入于油气地质研究，探索性的为油气勘探开发服务。而至今还未形成指导油气勘探较为明显的应用效果和系统的成果（周光甲，1999）。某些仪器的功能也明显存在“积压”，需要开发。如引进的气相色谱配置过 5 个检测器，而常用的只有 2 个。地质实验室的“热点”仪器色质联机，一般带的两个离子源只常用一个电子轰击源（EI）。家家都有美国力可公司（LECO）碳—硫合测仪，但只用测定有机碳，只有一家开展了有机硫研究。扫描电镜的电子枪一束电子打在样品上，同时有二次电子、背散射电子、阴极荧光和 X 射线等反应，如果已配备了检测器，就不要只热衷于二次电子成像，还可探索其它成像应用。一些众所周知的“老大难”，如高效液相色谱、核磁共振、高分辨质谱、等离子发射光谱，更需大力研发，应用于油气勘探开发。

另外，有些分析项目的进展说明，要打开局面，还必须打破分析实验专业、班组界限，要求实验分析研究人员扩展知识，综合研究，探索新的分析项目流程。比较典型的是油层保护分析项目的进展，从岩矿薄片鉴定联合衍射、电镜对粘土矿物分析，还加入了润湿性、敏感性、流动实验等开发实验室项目，扩展到研究地层伤害，措施预测。另外，从干酪根鉴定进展到有机岩石学，以显微光度计为主，联合岩矿、电镜、衍射、红外、色谱 6 个方面 20 个分析专业，完成了碳酸盐岩有机岩石学优秀成果。

20 世纪 90 年代后期，很多实验室已经感到市场经济的压力，想办法扩展仪器设备的服务范围，摸索新的应用方向。如同位素质谱开展为临床医疗试验；扫描电镜为公安等部门做嫌疑犯罪行痕迹样品；某些单位还分析过人造天然气、土壤、大气及水污染、海面飘油、酒品中的甲醇、润滑油油中的金属杂质等等各式各样的样品。完全说明我们强大的仪器分析能力，除了主要为油气勘探开发服务外，还有大有作为的广阔天地，可带来一定的社会效益和经济效益。

四、抓好前处理仪器设备的创新研制

我国石油地质实验室近半个世纪的实践，深深体会到，前处理仪器设备虽然小型简单，仪器化的程度低，也易于操作，但确实是保证和提高分析质量的关键。目前我们的分析仪器的配置完全接近或达到国际同行的水平，但分析质量和效率还有一定差距。要进一步抓好前处理仪器设备的配置和改造创新，是我们地质实验工作人员的共识。我们在 20 世纪 80 年代提出前处理仪器设备包括样品的采取、机械、物理、化学等约有 20 余项（周光甲，1998）。这些项目引进的不多，大部分是国内产品，很多实验室都做过改造及研制。有的项目（有机质抽提、干酪根制备、岩石切磨设备）还反复做过多次，但是形成能推广应用的商业化设备则很少。值得思考的是中石化无锡实验地质所长期研制 YS 型抽提器，他们坚持调研用户需要，方便用户，不断改进，现已初步形成成为大部分实验室所欢迎的前处理装置。

我们认为：石油地质实验分析中，不断树立研制创新前处理仪器设备的理念是非常必要的。但要充分估计到，它的难度并不亚于国产化一台进口仪器。要保证充足的资金，有正确、务实的研制思路，有优选材质元件及加工工艺，和试验分析人员紧密结合，坚持进行反复的现场考核试验，方能锤炼出为广大地质试验分析人员所欢迎的前处理仪器设备。

参 考 文 献

周光甲 .1998. 石油地质分析仪器和应用研究 . 石油仪器, 12 (6): 1~9

周光甲 .1999. 油气勘探及开发中气相色谱分析仪器的应用和进展 . 石油仪器, 13 (1): 1~7

周光甲 .1999. 光谱分析仪器在石油地质试验研究中的应用展望 . 石油仪器, 13 (2): 1~5