

◎ 刘崇禧 赵克斌 余刘应 程 军 张玉明 著

中国油气化探 40 年

Application of Geochemical
Prospecting for Oil and Gas



地质出版社

中国油气化探四十年

刘崇禧 赵克斌 余刘应 程 军 张玉明 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是我国油气化探 40 年的经验总结, 书中以大量的实践资料为基础, 介绍了油气化探的新进展; 结合实例论述了油气化探在预测盆地含油气远景、指出油气富集的有利区带、评价圈闭的含油气性、圈定油气田范围及钻前预测、随钻预报与钻后评估中的作用与意义; 具体分析了油气化探的经验与教训; 指出了油气化探进一步发展的方向。

本书内容丰富, 资料翔实, 图文并茂, 理论与实践相结合, 观点新颖, 具有广泛的使用和参考价值, 可供从事油气地球化学勘探科研、生产和教学人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国油气化探四十年/刘崇禧等著. -北京: 地质出版社, 2001.5

ISBN 7-116-03349-1

I. 中… II. 刘… III. 油气勘探: 地球化学勘探-概况-中国 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14930 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑: 祁向雷 王博文

责任校对: 关风云

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 13.5 字数: 316000

2001 年 5 月北京第一版·2001 年 5 月北京第一次印刷

印数: 1—600 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-116-03349-1

P·2167

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

前 言

化探工作者在几十年的实践和研究过程中,以不同的观点,从不同的侧面,不断地总结成功的经验,吸取失败的教训,找出存在的问题,以科学求实的态度,面对现实,勇于创新,逐步改进和日臻完善油气化探技术方法,它的应用价值已引起勘查地质学家的关注和兴趣。当今,将化探列为油气资源勘查技术方法系列的国家为数不多,这是我国油气化探工作者多年来梦寐以求和值得庆贺的事件。

化探是油气资源勘查领域中起伏转折最大的技术方法,原因是多方面的。作者经历了我国油气化探发展的不同阶段和过程,根据实践中积累的丰富资料,用历史的观点,就化探走过的40年坎坷道路中出现的兴衰、成败等现象在本书中作了经验性的总结,剖析了制约油气化探发展的因素,从现象出发,经过具体分析,找出原因和本质,达到理论认识方面的提高,以探索进一步发展的方向,为化探的可持续发展,提供有益的借鉴和参考。

油气化探被视为直接寻找油气的技术方法,它通过检测组成油气藏的物质成分,以地球化学观点寻找油气富集的有效空间和确定油气藏的范围。该方法与地质、地球物理密切结合,集间接与直接找油气技术方法于一体,必将经济、快速、有效地发现油气藏,提高勘探成效。作者希望自己的成果和见解,能使勘查地质学家认识到化探的优势、有效性、局限性及现有水平,为沟通地质、物探及化探不同学科间的联系,开展综合研究,尽微薄之力。

我国地球化学工作者,为油气化探的发展作出了重要的贡献,发表了大量的学术论文,出版了十几部(本)专著,提出了有价值的见解,介绍了宝贵的经验,提供了大量资料。本书就作者所知,对我国油气化探技术方法演绎与形成,近年来主要技术进展、不同勘探阶段油气化探异常的地质意义,化探预测成功的经验和失败的教训,以及今后发展的方向等阐述了个人的观点与意见,尤其是通过不同勘探阶段实例剖析所取得的认识,希望能对该学科的发展有所裨益。油气化探在经历理论建立、方法完善、经验积累、反复实践及事实修正等过程中,必将发展成为油气勘查的成熟方法。油气化探征程漫漫而曲折,前途光明而无限。

本书共分四章。第一章第二节、第四节,第二章第四节及第五节的一部分由赵克斌执笔;第一章第六节、第八节,第二章第一节的一部分及第二节由程军执笔;第三章第二、三、四节由余刘应和张玉明执笔;其余均由刘崇禧执笔。刘崇禧并对全书修改统编。在编写过程中,应用了新星石油公司化探中心和兄弟单位的资料和成果,在此谨致谢忱。

油气化探是不断发展的科学技术,诸多问题更深层次的总结研究,有待在实践中进一步积累资料,完善与深化,由于研究程度和作者水平限制,书中不足之处,请读者指正。

著 者

1999年12月

I

Preface

During the past several decades, the geochemical explorationists, with different views and aspects, have been continuously summarizing their experiences of success, drawing the lessons from failures, and trying their best to find the existing problems of the technique. With scientific spirit and truth-seeking attitudes, no matter what reality they faced, the geochemical explorationists have always been hold in making innovations, so that the technique has been improved and perfected step by step. Now the application value of this technique has aroused the attention and interest of the exploration geologists. Though only a small number of countries classify the geochemical prospecting technique as the series of oil and gas resource exploration methods, China does. This is a rejoice-worthy event that the hydrocarbon geochemical explorationists in China have been longing for a long time.

Geochemical prospecting for oil and gas is the technique experienced the most rises and falls in the field of hydrocarbon resource exploration. The reason is various. The authors, from historical views and by using the abundant data accumulated in their exploration practices, summarize the ups and downs, the high tides and the low tides, the success and the failures during the over 40-year oil and gas geochemical exploration in China. They also analyse the problems restricting the development of oil and gas exploration. By concrete analyses, they find out the cause and essence of the problems, get a better theoretical understanding and explore the further development direction of the geochemical technique. They provide beneficial references for the sustained development of the technique.

The oil and gas geochemical prospecting technique is regarded as a direct method. From the geochemical view by detecting the composition of the materials within the reservoirs, it seeks the effective spaces for oil and gas accumulation, and determines the ranges of the reservoirs. The combination of the geochemical technique, the geology and the geophysics, bringing the direct and indirect oil and gas exploration methods into a whole, will be helpful to find the underground petroleum reservoirs in a more economic, quick and effective way. So it can improve the exploration result greatly. The authors hope that their achievements and opinions will help the exploration geologists to further realize the advantages, the practical abilities, the application limitation and the existing development level of the geochemical prospecting technique. We also hope that our efforts will link up geology, geophysical exploration and geochemical exploration and develop a comprehensive study by combining the above three aspects together.

The geocheminists in China have been contributing greatly to the development of oil and gas geochemical exploration. They have published large amounts of academic papers and several decades of treatises. In these works, they have given many valuable suggestions and presented their precious data. In this book, the authors elaborate the formation process of the oil and gas geochemical prospecting methods and technique, the success experiences and the lessons of failures. Then they set forth their personal opinions and views on the developing direction of geochemical exploration. By analysing the

exploration cases of different exploration stages, they present their understanding of the usage of the geochemical prospecting technique, and hope that this understanding will be helpful to the development of the geochemical exploration. Through establishing theory, perfecting method, accumulating experience and numerous practice, the geochemical prospecting technique is becoming more and more perfect. Though its development road is long and tortuous, the geochemical prospecting technique undoubtedly has a bright prospect.

This book consists of 4 chapters. Zhao Kebin wrote section 2 and 4 of the first chapter, Section 4 and part of Section 5 of the second chapter. Section 6, 8, part of Section 1 and Section 2 were written by Cheng Jun. Section 2, 3, 4 of the third chapter were written by Yu Liuying and Zhang Yuming. Liu Chongxi wrote the rest, and revised and united the whole book. The authors would like to thank Petroleum Geochemical Prospecting Center and its brother units for their data and achievements used in this book.

Oil and gas prospecting is a scientific technique under continuous development. More deep researches on this technique still remain to be done based on more and more data provided by exploration practices. Due to the existing research level of the technique and the limitation of the authors' knowledge, there must be some inadequacies in this book. If so, the authors will be grateful to accept, if the readers of this book point them out and correct them.

中国油气化探 40 年

Application of Geochemical
Prospecting for Oil and Gas

ISBN 7-116-03349-1



9 787116 033498 >

ISBN 7-116-03349-1

P-2167 定价: 30.00 元



目 录

前 言

第一章 油气化探进展	(1)
第一节 化探纳入油气资源勘查方法技术系列	(1)
第二节 油气化探走向规范化	(3)
第三节 基础理论研究有所进展	(6)
第四节 应用基础研究取得重要进展	(19)
第五节 分析测试技术的改进和创新	(21)
第六节 建立了数据处理、数据库与解释评价系统	(34)
第七节 地质、物探、化探结合有所加强	(37)
第八节 我国油气化探队伍、学术团体及相关论著	(39)
第九节 建立了国内外油气化探情报网络系统	(45)
第二章 化探在油气勘查中的作用与意义	(46)
第一节 油气化探工作程序	(46)
第二节 预测盆地的含油气远景	(48)
第三节 油气富集的有利区带	(85)
第四节 评价圈闭的含油气性	(136)
第五节 圈定油气田范围	(151)
第六节 钻前预测、随钻预报和钻后评估	(169)
第三章 油气化探的经验与教训	(176)
第一节 化探异常与油气藏的关系	(176)
第二节 化探指标应用的绝对化与异常确定方法的简单化	(179)
第三节 忽视干扰因素的研究	(182)
第四节 化探队伍技术力量不足	(189)
第五节 其他方面的教训	(191)
第四章 油气化探发展方向	(195)
第一节 油气化探应走本土化道路	(195)
第二节 建立长期观测站	(200)
第三节 开拓新技术、新方法	(201)
第四节 综合物化探技术组合	(204)
参考文献	(207)

Contents

Preface

Chapter 1 Process of Oil and Gas Geochemical Prospecting	(1)
1.1 Geochemical Prospecting has been put into the Methods and Techniques Series of Hydrocarbon Resource Exploration	(1)
1.2 Geochemical Prospecting move towards the Standardizes	(3)
1.3 Research of Basic Theories makes headway in some extent	(6)
1.4 Applied Basic Theories make important development	(19)
1.5 The Contionuous improvment and innovations of Analytical Techniques	(21)
1.6 Establish Data Processing Explain Evaluate Systems	(34)
1.7 Strengthen Geology, Geochemical and Geophysical in some extent	(37)
1.8 Groups, Learned Society and Document Data in our country	(39)
1.9 Establish Information Net System both at home and abroad	(45)
Chapter 2 Factions and Significances of Geochemical Prospecting in Oil and Gas Exploration	(46)
2.1 Work Program of Geochemical Prospecting	(46)
2.2 Forecast Petroleum Prospect of a Basin	(48)
2.3 Seek Favorable Zones for Accumulating Oil and Gas	(85)
2.4 Evaluate Petroleum Potential of a Trap	(136)
2.5 Point out Range of Oil and Gas Field	(151)
2.6 Indicating before drilling, forecasting follow drilling and judging behind drilling	(169)
Chapter 3 Experiences and Lessons of Geochemical Prospecting	(176)
3.1 Relationship of Geochemical Anomalies and Oil and Gas Deposits	(176)
3.2 Absoluteness of Appling Geochemical Indexes and Over-simplicity of Defining Anomalies Methods	(179)
3.3 Ignore Researches of Disturbance Factors	(182)
3.4 Insufficient Technological Capability in Some Groups	(189)
3.5 The Others Lessons	(191)
Chapter 4 Developing Direction of Geochemical Prospecting	(195)
4.1 Geochemical Prospecting Developing Should Accord with the Condition of Our Country	(195)
4.2 Establish a Long-term Observation Station	(200)
4.3 Develop New Techniques and Methods	(201)
4.4 Synthetically Study the Techniques and Methods Series of Geochemical and Geophysical	(204)
References	(207)

第一章 油气化探进展

我国油气化探是新中国成立后从原苏联引进的。化探工作者在油气勘查单位不问津的极端困难情况下,克服仪器设备落后,资金不足等问题,艰苦奋斗,坚持试验,经过 20 余年的不懈努力和精心研究,于 20 世纪 70 年代中后期,提出适合于我国石油地质特征和自然地理条件下的化探方法,在为油气勘查服务方面迈出关键的一步。进入 80 年代,随着我国改革开放和经济建设的发展,科学技术的进步以及油气资源勘查的需要,油气化探以快速、廉价、直接的优势,步入高速发展的阶段。

第一节 化探纳入油气资源勘查方法技术系列

我国油气化探采用的方法很多,主要有酸解烃、水化学、微生物、土壤盐、微量元素、放射性、发光沥青等。对这些方法的有效性,一方面在不同类型油气田上反复试验,另一方面通过建立长期观测站进行系统的研究。在长达 8 年(1965~1972 年)的时间里,进行了化探方法稳定性和化探异常重现性的观测;不同季节(春、夏、秋、冬)与雨季前后化探指标含量变化规律的观测;不同取样深度(1~30m)的试验以及样品放置时间对指标含量影响的试验等等。取得的主要成果与认识有:①化探异常具有较高的稳定性,经过数年的观测和采样分析,异常的范围和面积基本一致,重现性较好;②同一年度的不同季节,异常值的波动幅度不大;采样深度大于 1.5m 以后,影响指标含量的主要因素是岩性,而深度因素的影响甚弱(表 1-1、1-2);③样品晾干碎样后,应在较短的时间内分析测试,严禁跨越季节分析;④寻找油气藏比较灵敏的化探指标是烃类气体法和水化学法,其他方法有待不断改进分析测试技术,提高分析精度,有的方法如微生物等需要良好的测试环境,若实施尚有一定困难,暂时停止试验研究。

表 1-1 同一地区酸解烃含量在纵向上的变化^①

编号	深度 m	$\frac{v}{\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}}$ (总烃)	$\frac{v}{\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}}$ (重烃)	岩性
1	0.2	2215.54	274.12	灰褐色砂土
2	1.0	432.92	34.52	灰黄色亚砂土
3	1.5	567.92	60.59	黄褐色亚粘土
4	2.5	676.10	58.16	灰褐色亚粘土
5	2.7	14.30	1.51	灰黄色粘土
6	3.0	121.33	15.36	灰黄色亚砂土

续表

编号	深度 m	v (总烃) $\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}$	v (重烃) $\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}$	岩性
7	3.5	79.71	7.92	灰黄色亚砂土
8	4.0	4026.45	857.94	褐色钙质亚粘土
9	4.5	309.47	121.66	灰褐色亚粘土
10	5.0	26.01	2.27	灰褐色亚粘土
11	6.0	272.10	12.47	灰褐色亚粘土
12	7.0	45.73	3.57	灰黄色粘土
13	8.0	124.76	12.47	灰黄色亚粘土
14	10.0	86.93	7.31	灰黄色亚粘土
15	14.0	35.62	3.46	灰黄色粘土

① v , 比容, 比体积符号; v (总烃) 表示为甲烷、乙烷、丙烷、丁烷之和含量; v (重烃) 表示为乙烷、丙烷、丁烷之和含量。

表 1-2 同一深度 (30m) 上化探指标含量的变化

点号	岩性	颜色	v (酸解烃) $\mu\text{l}\cdot\text{kg}^{-1}$				碳酸盐钙含量 %
			甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	
1	粘土夹砂土	黄褐	707.6	32.6	12.8	3.4	11.6
2	亚砂土	黄褐	794.4	40.8	14.0	3.4	13.9
3	粘土	黄褐	817.6	41.8	14.6	4.0	15.6
4	粘土	褐	982.0	59.6	20.2	4.8	15.7
5	粘土夹砂土	褐	797.8	41.4	17.6	5.0	14.5
6	亚粘土	灰黄	760.0	41.0	18.4	3.8	14.3
7	砂土	黄褐	409.6	22.6	8.0	2.0	8.4
8	亚粘土	褐	788.6	45.0	15.6	4.0	16.1
9	砂土	黄褐	341.4	13.0	15.2	1.4	5.4
10	砂土	灰褐	267.8	10.6	4.2	1.2	5.7
11	亚粘土	黄褐	685.2	17.4	11.4	1.2	12.4
12	亚粘土	灰褐	731.0	38.8	12.8	2.8	13.8
13	亚粘土	灰褐	851.0	31.0	18.2	4.0	13.6
14	粘土	灰褐	863.0	44.6	15.2	3.8	14.6
15	砂土	灰褐	606.4	22.2	6.2	1.4	6.2
16	砂土	黄褐	268.0	10.4	3.8	1.0	5.8
17	砂土	黄褐	267.0	9.8	3.6	1.0	6.5

从 20 世纪 70 年代开始利用筛选的烃类气体法和水化学法,在我国中东部陆地和海域进行化探应用试验,进一步总结了化探野外工作方法(包括测网布置、定点方法与精度、观察描述内容、采样标志层、取样方法、样品包装与保存方法、水样的现场处理技术、野外临时实验的要求等),改进了烃类气体的脱气方法(包括水中烃类气体)、水中甲烷碳同位素及氢、氧同位素样品制备方法,研究了化探方法的应用条件及不同方法的组合关系,筛选了适用于化探概查和普查的指标,引进了多元统计方法,初步建立了油气化探野外调查采样—分析测试—数据处理—解释评价的工作流程与系统。这些工作为油气化探的进一步发展奠定了良好的基础。

80 年代初,油气化探步入生产应用阶段,先后在松辽盆地南部、南襄盆地、周口盆地、句容凹陷等地区,按照以水化学法确定异常、土介质方法圈定异常边界的思路,进行化探概查和普查,评价了盆地或凹陷的含油气远景,指出油气富集的有利区带,取得了一批有应用价值的成果,化探技术方法开始引起油气勘查家的注意。大量的实践成果说明,在油气勘查的不同阶段,化探均能发挥一定的作用,提供可靠的地球化学信息。

1987 年在刘光鼎院士的积极倡导下,原地质矿产部石油地质海洋地质局将化探列入油气资源勘查方法技术系列。化探工作者奋斗数十年所期待的一天终于来临,开创了化探为油气勘查服务的先例。1988 年原石油工业部在河北涿州召开了“油气地球化学勘探工作会议”,阎敦实部长主持了会议,以招标的形式在鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地及二连盆地等地区开展化探普查,有效地推动了油气化探工作。在其后几年里,油气化探进入了一个全新的高速发展时期。

第二节 油气化探走向规范化

我国早期的油气化探试验,以从事该方法的单位和个人对化探的理解与认识进行工作,从设计编写、测点布置、样品采集与加工、分析测试方法、数据处理及成果评价等各个环节没有统一遵循的标准与要求,随意性较大,不利于或影响了该方法的发展、推广。

油气化探从方法试验阶段步入实际生产应用阶段以后,化探工作者与使用该技术方法的单位深感无章可循带来的诸多问题和困难。油气化探要摆脱低水平的重复,加快其完善的步伐,必须有共同遵循的准则或标准,对此化探工作者已形成共识。尤其是化探纳入油气资源勘查方法技术系列后,遍及我国主要含油气盆地的大规模化探测量,要保证其工作质量,提高化探应用效果,有利于化探技术的发展,这使得油气化探规范和规程的重要性尤为突出。

1987 年原地质矿产部石油地质海洋地质局,下达了编写石油天然气地球化学勘查技术规范与规程的任务,石油化探中心组成了以龚维琪、刘崇禧、李贵友为负责人,由主要技术人员参加的编写组,以历年化探实践和积累的丰富资料为依据,在化探中心已应用多年的野外采样基本要求与工作方法与分析测试暂行规定的规定的基础上,参考原苏联金属化探测量规范,编写企业标准的《油气化探勘查技术规范》和《油气地球化学分析测试规程》。规范与规程概括了我国油气化探常用方法(酸解烃法、水化学法、蚀变碳酸盐法、测汞法、荧光光谱法、紫外吸收光谱法及甲烷稳定碳同位素法等)的分析流程与研究成果。结合我国石油地质特征和不同自然地理景观,建立了油气化探工作程序、步骤与方法、要求

与准则,阐明油气化探不同测量阶段的目的、任务和应解决的地质问题,明确其工作内容,实施方案和技术标准。

《油气地球化学勘查技术规范和规程》经原地质矿产部海洋地质局组织的专家组评审通过,后经地质部批准做为企业标准于1992年7月10日发布实施。1994年长庆石油勘探局、大庆石油勘探局和石化化探中心三单位联合组织编写了《石油与天然气地球化学勘探技术规范》。上述企业标准有效地推动了我国油气化探持续、有序的发展。

1994年全国地质矿产标准化技术委员会将制订行业标准的《油气化探规程》列入计划,并委托石化化探中心负责组织编制。刘崇禧教授级高工以上述两个企业规范为基础,吸取了近年来化探实践的经验,结合油气化探的发展,进一步修改、补充和完善,编写了《石油天然气地球化学勘查技术规范》(简称《规范》),并在1996年通过了全国地质矿产标准化技术委员会勘探化探分技术委员会的评审,于1997年7月1日发布,1998年1月15日实施。该规范有以下几个特点:

一、系统性

《规范》首先阐述了油气化探是用地球化学方法系统地土壤、岩石、大气、水体及植物等介质中检测烃类及其伴生物和蚀变产物,用其预测盆地的含油气远景,指出油气富集的有利地区(带),评价圈闭(区块)的含油气性,圈定油气田的有效范围及提供探井试油层段的一种勘查技术方法。按照化探工作的流程和顺序,具体阐述了立项报告、设计编写、野外工作、样品管理、包装与运输、预处理、分析测试要求、数据处理方法与图示、综合解释与评价、成果报告编写、验收与上交等各个环节工作内容。使工作人员对油气化探工作程序有统一的认识,便于应用,同时也从系统工程的角度满足了用户单位和有关管理部门的社会需要。总之,《规范》增强了国内油气化探工作的统一性,提高了工作效率和质量。

二、先进性

我国油气化探经过几十年的试验研究,积累了丰富的资料和成果,《规范》集中体现了我国油气化探界的最新成就。行业标准的化探规范,规定了概查、普查、详查、精查及地球化学录井各勘探阶段的工作内容、要求及应解决的地质问题等。但具体情况应具体分析,如一个沉积盆地而言,并非必须严格按照化探勘探阶段顺序依次工作,但应遵循先区域后局部、由面到点、循序渐进的基本原则,决不能用前一阶段的工作要求完成后一阶段的任务。

值得提及的是,根据近年来油气化探技术的发展与油气勘探开发的需要,《规范》首次提出了化探精查阶段,为化探在油气滚动勘探中的应用提供了理论依据,开拓了化探为油气勘查服务的新领域。在南襄盆地、鄂尔多斯盆地、江汉盆地、松辽盆地南部、济阳坳陷及大港油田等地区的应用结果表明,化探精查是圈定油气田范围或为已知油气田外延、扩边提供依据的新技术、新方法。在《规范》中,对油气化探各个环节的技术标准和质量要求都做了比较具体和详细的规定,如野外工作定点的方法与误差,采样点的布置与可移动的范围,土(岩)、水样采集方法(包括第四系覆盖区、基岩出露区、水域),气样采集方法(瞬时法、累积法、平衡法、排水法等)、样品包装方法,采样点的观察与编录内容(包括地形、地貌、植被、环境、油气苗与泉水的描述等),野外资料整理,野外工作质量监控(包括多种检查方法)、野外验收等等,都有明细的规定和要求。除此之外,17个附

录进一步提供和展示了化探的技术要求,不仅有利于规范的执行和应用,而且保证了化探工作的质量,从总体上看规范要求较高,反映了我国当今油气化探日臻成熟的技术水平及其先进性。

数据处理技术是油气化探的重要工具,行业规范中提出了背景分析常用的数据统计方法包括:概率分布统计与检验、趋势面分析、低通滤波、稳健分析等,异常分析选用的数理统计方法包括:下限法、趋势面剩余分析、高通滤波、主分量分析、梯度法、因子分析、相似性分析、马氏距离系数等。识别和解释选用的数理统计法包括:R型聚类分析、Q型聚类分析、R型因子分析、对应分析、两类判别分析、多组判别分析、典型趋势面分析、模糊数学评价法、灰色系统预测法、空间变异指数法等。质量检查应用的方法包括:相关性系数的显著性检验、F检验等。上述数据处理方法构成油气化探数据处理较完整的系列,在生产实践中发挥了一定作用,对全面提取油气信息具有重要的意义。

对综合解释评价部分,行业标准规范强调了指标的主次关系和相互间的配置关系,在此基础上结合油气地质条件,筛选有效指标(而不是指标越多越好),从地质、地形、地貌、近代生物地球化学作用及岩石(土)化学成分等方面抑制干扰因素,具体分析异常形成的地质背景及其与油气的关系。根据异常的衬度、强度、叠合程序、组合特征、形态类型、地球化学录井依据、同已知油气田浅层地球化学效应类比特征等,评价异常的油气地质意义。将油气化探异常的解释评价与油气地质及其相关学科密切结合,同传统的纯地球化学观点相比,无疑是一个重大的突破和认识上的飞跃。《规范》概括了我国油气化探在该方面的成果与经验。

三、科学性

按照国家有关标准的要求,结合我国油气化探实践,《规范》是吸收国外先进科学技术与经验后编写的,并突出了本行业的特色。按照准确、简明、通俗、易懂的原则,对油气化探的概念、性质、勘查阶段划分与依据、化探参数的含义和术语以及计量单位、图件和表格等等,都做了明确的定义和表述。具有承上启下、前后统一、技术指标合理、与其他标准相匹配及全文逻辑性较强的特点,也增强了国内油气化探工作的科学性和统一性,对促进油气化探的正常发展和科学管理具有一定的指导意义。

该规范由概述部分,技术部分和补充部分组成,概括了我国油气化探的技术特点和最新认识,并从发展的角度和油气滚动勘探开发的需要增加了化探精查、地球化学录井、抑制干扰因素、数据处理与解释评价等技术的要求,这些都属于当前油气化探发展的前沿技术,展现了规范的超前认识和油气化探需要不断创新、继续发展的观点。从而推动与促进油气化探向更高、更深层次方向发展,进一步发挥化探在油气不同勘查阶段的作用,提高化探在油气勘查中的科学地位。

该规范遵循的原则是:野外调查采样是基础,分析测试是手段,数据处理是工具,解释评价是关键的指导思想和思路编写的。在指出各个环节、流程之间关联性和不可分割性的同时,着重强调了解释评价的重要性,它是在地质理论的指导下,以油气垂向微运移为前提,集化探、地质、物探成果为一体的综合分析研究。我国是一个能源消耗大国,石油与天然气产量不能满足国民经济发展的需要,当今增加油气储量与产量的难度越来越大,勘探寻找地层、岩性或非构造油气藏,是油气储备新的增长点。发现这类油气藏化探具有独特的作用,抓住这个良好的发展机遇,在新的勘查领域中化探要有所作为,必须吸收其

他科学的精华、依赖其他学科的强力支持,应用油气勘查的先进理论与技术,才能提高化探的预测成功率。

四、适用性

《规范》充分考虑了使用的方便,列出了一个完整工作流程所包括的内容、技术要求及功能。各部分的内容比较详细、具体,要求较高、较严,如强调了工作设计的重要性,必须遵循先设计后施工,没批准设计不得施工。对设计的具体内容做了明确规定,特别重视实地踏勘、先期试验和已知区的试验,为野外采样的层位、深度、岩性及使用方法指标的选择提供依据。已知区的试验还可以为成果解释、异常评价提供对比与类推的标准,是建立模式的重要依据。野外工作是油气化探获得第一手资料的重要阶段,是关系到成果好坏的重要环节,规范中从定点、采集、观察、记录、质量监控到野外资料整理与野外验收等都规定了详细的技术要求。严格执行规范,方可确保高质量的完成化探测量任务。

《规范》是在我国长期油气化探实践的基础上,结合我国油气地质特征与自然地理景观,提出在不同勘查阶段可以使用的化探方法:土壤(岩石)酸解烃法(C_1-C_4)、水化学方法(水溶烃、苯酚及其同系物、常量组分)、蚀变碳酸盐法、轻芳烃、测汞法(热释汞、游离汞、大气汞、水中汞)、土壤(岩石)轻烃法(游离烃、顶空气、吸附丝、直接抽气等的 C_1-C_{15})、甲烷稳定碳同位素法(土壤、岩石、水体)、微量元素法(土壤、岩石、水体)及放射性法(氦、氡、铀、钍、镭)。在油气化探技术需要不断完善和继续发展的今天,必需多进行方法试验,这样一方面充分发挥各个方法的优势,提取有效的油气信息,另一方面考虑到近年来金属化探方法的介入,需要有一个检验的过程,尤其在我国的国土资源辽阔、自然地理条件多变的情况下,通过试验,才能进一步筛选具体研究区找油气的有效指标。

第三节 基础理论研究有所进展

任何一门应用科学的成就,都与基础理论研究和应用基础研究的发展息息相关,基础理论的可靠性是油气化探技术成熟程度的重要标志。油气化探的理论依据是油气藏中的烃类物质在各种作用下,沿着裂隙网络垂向运移至近地表,引起了地球化学效应、物理效应和生物效应,借助于精密的分析仪器和先进的测试技术,从多种介质中检测烃类及其伴生物和蚀变产物。我国油气化探工作者,用自己长期积累的大量第一手资料,解剖我国一些主要含油气盆地近地表化探异常特征及地球化学时、空场变化规律,在烃类浓度集中地段,建立异常模式与类型,结合井中化探成果,研究其成因机制,探讨烃类垂向微运移的动力、方式和途径,以及地球化学、地球物理效应,取得了一些有意义的成果。

一、烃类垂向微运移的含义

在油气化探的论文、著作及应用中,经常见到烃类微渗漏、烃类微渗透、烃类微泄漏、烃类微渗透逸等名词术语,它们是由 Seepage 或 Leakage 一词翻译过来的,从文献上能检索到最早使用 Seepage 一词的是 W.K. Link (1952),其基本含义是油气藏内的烃类向上覆地层运移至近地表的微观现象。作者只所以提出这个问题,一是我国当前该术语的应用比较混乱,内涵有一定的区别,从规范化、科学化、准确化的角度来讲,有必要进行统一,

这是化探发展的必然结果,也是反映化探技术成熟的一个方面。其二,从其含义上理解,是讲烃的运移,不同于油气的初次和二次运移,是油气藏形成或烃类聚集后的再次运移现象,其运移的总体方向是向上的纵向运移。为了确切地反映和表述烃运移的特点、规模、强度等,建议将该术语统称为烃类垂向微运移为好。烃类垂向微运移在含油气盆地内是一种普遍存在的现象,特别在我国复式油气聚集带和断裂发育的地区尤为活跃。

二、烃类垂向微运移理论研究的进展

大量的实际资料证明,油气藏中的物质成分垂向微运移至近地表是客观存在的事实。国内外许多含油气盆地都在近地表发现油苗或沥青,据 J.D. 穆迪等(1970 年)统计,北美 45 个可采储量大于 5 亿桶大油田的发现,约有三分之一直接与地面油气显示有关。我国延长油田(潘仲详)、玉门油田(孙建初)、克拉玛依、川南等油气田,都是从地表油气显示着手进行勘探的。1976 年对二边盆地的二次普查,也是从白音都兰的水文地质钻井与巴拉拉胡地面油砂开始的。

油气苗找油是勘查早期的主要手段和标志。油气苗多出露在褶皱区和山区,以及自流水盆地地下水排泄区与断裂破碎带附近。油气苗的出露严格受地质条件的控制,在含油气盆地内,只要存在良好的通道条件,深部油气就会以不同的方式溢出地面或运移至近地表。从宏观上讲,烃类垂向微运移是无可置疑的,但在迁移机制上则有不同的见解,国内外已有详细的研究与报道。作者认为水动力迁移及其与地下水运动有关的微泡迁移、对流迁移和扩散迁移在油气垂向微运移中起着主导作用。概要介绍如下:

(一) 水动力迁移

在含油盆地内地下水和石油如同一对孪生的姐妹,油气的生、运、聚、散(包括无机成因)与地下水活动密切相关,水文地质和石油地质工作者在进行了较深入的研究之后,取得有意义的成果。

Munn 于 1909 年提出“油气聚集的水力学说”,建立了水力圈闭的概念。Rich (1921, 1923, 1931, 1934) 由于引入了流体通过高渗透层进行长距离横向运移的概念而发展了 Munn 的水动力理论。他认为,高渗透层可穿过层理或平行层理汇集流体,并把流体从海拔高的地区输送到下游的泄水汇集区。在泄水区,背斜或其他构造由于具有裂隙(通过这些裂隙流体可以从输送层向上流动),而成为来自各个方向的地层流体(包括石油)汇集的中心。因而成为石油聚集的位置。Hubbert (1940, 1953) 用精确的数学术语论述了开阔盆地中地下水的流动,并将其流动看作是稳定状态。根据他的理论,圈闭的基本要求是要有一个局部能量最低区。他提出了流体势的概念并把这一概念用于达西定律的正确表述,认为石油运移是从高油势区到低油势区。首次对烃聚集的动力作用进行了有效的详细阐述,从而诞生了一个新的勘探手段,即水动力学与岩层水化学。

值得提出的是以荷兰水文地质学家 G.B. Englen、美国水文地质学家 Freeze 和 Witherspoon 及加拿大水文地质学家 J. Toth 等对于盆地水动力条件的演化及水动力场分布的定量评价作出了重要贡献。以 J. Toth 为代表的水文地质工作者在 Hubbert 的理论基础上,把区域水流动中的盆地水动力场的分布与演化和石油的运移聚集结合起来。J. Toth 利用石油运移聚集的水力学理论研究了匈牙利盆地的泄水区,高盐的水从深部含水层以渗出或沿开启断层面流动形式作区域性的向上流动,他认为上升水与油气藏之间具有某种成因上的联系。伊朗中部高原的自流盆地、我国准噶尔盆地等都表现出类似的特征。Meihold 用高加

索（包括巴库地区）、俄罗斯地台、匈牙利和北美地台的实例说明，大量的油气聚集分布在泄水区。

Paul, H. Jones 认为深层水的排泄是石油和天然气垂向运移的一种有效机制，并以墨西哥湾北部盆地为例建立了流体运移模式。地层水在超压带中沿液体压力释放总方向运动，并受流体运动带中地层水的温度、间隙流体压力及盐度的变化的影响。当地层水从流体压力梯度大的深部向上运动时，首选集中在生长断层的下部，而后经过孔隙地层转向向上覆生长断层。呈液态溶液存在的烃，在温度、压力等因素的控制下，以水作载体沿断层和裂隙发生上升流动，形成了近地表化探异常。烃类在水中的溶解度随温度升高而迅速增大，为深部水溶解较多的烃类创造了条件。当温度、压力及盐度等外界条件在垂向上发生变化或由于化学势的驱动，深层水或溶解于水中的烃类沿断裂，裂隙和孔隙网络向上垂向迁移。“盐析作用”也能导致溶解于水中的烃类在纵向上有规律的析出。Toth (1994) 等人建立的石油运移聚集的区域地下水运动模式，为近地表化探异常的形成提供了水文地质方面的依据，他是把地下水的运动看成重力穿层流动来对待的（即不存在隔水层问题），其理论的概念图如图 1-1 所示。

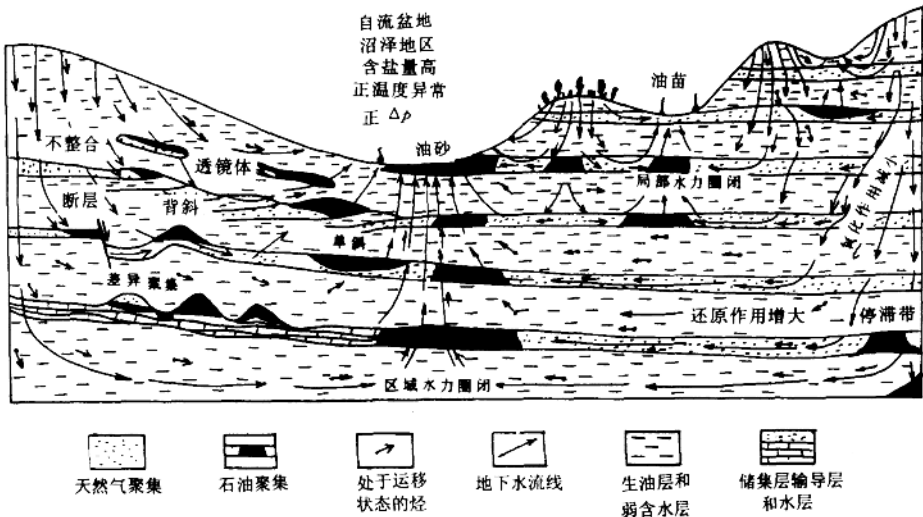


图 1-1 石油运移聚集的广义水力学理论概念图
(据 Toth, 1980)

Geofluid (1993) 提出地流体的概念，是指通过地下岩石所有流体（包括各种液体、气体、超临界液体、熔融体等）。他认为地流体在地壳中起着物质迁移和能量传递作用，与各种矿床的形成密切相关，为油气垂向微运移提供新的研究技术方法。

含油气盆地是自流水（或承压水）盆地的一部分，水势与水力梯度促使地下水在横向运动的同时，必然产生纵向运动（压实作用也是如此），尤其在断裂活动比较频繁的含油气盆地内，水动力迁移是油气垂向微迁移的一种有效机制。