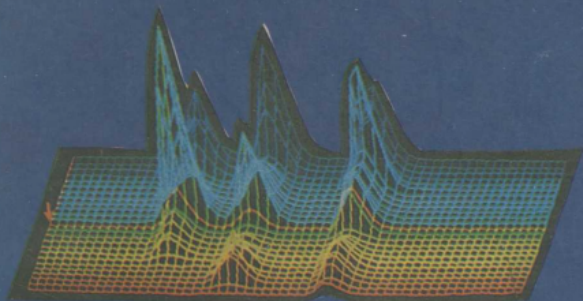


油气地球 化学勘查

杨育斌 张金来 吴学明
邵 震 姚志温 著
地质矿产部石油地质海洋
地质局化探中心



中国地质大学
出版社

GEOCHEMICAL PROSPECTING FOR OIL & GAS

Yang Yubin Zhang Jinlai Wu Xueming
Shao Zhen Yao Zhiwen

Center of Oil & Gas Geochemical Prospecting, MGMR
PRESS OF CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES

ISBN 7-5625-0975-1



9 787562 509752 >

封面设计 王 涛
ISBN 7-5625-0975-1/P·337
定价: 24.80 元



油气地球化学勘查

杨育斌 张金来 吴学明
邵 震 姚志温 编著

地质矿产部石油地质海洋地质局化探中心
中 国 地 质 大 学 出 版 社

•(鄂)新登字第12号•

内容提要

本书是我国唯一从事油气地球化学勘查与研究的专业机构——地质矿产部油气化探中心的专家们积30年的生产科研成果、参阅国内外有关文献而升华的专著。该中心既有遍及全国的大量第一手生产成果(见前环衬图),又有当今世界各种化探方法的生产及科研实践,因而作者们有可能在书中既有油气化探的基础理论探讨(第一篇);又有经他们筛选、认为在我国行之有效的的主要化探方法的详细阐述(第二篇),以及综合解释与评价的方法及程序论述(第三篇);最后还结合典型地区及方法,用不少实例具体分析了我国油气化探的勘查效果(第四篇)。

本书是我国该专业领域的第一部创新著作。它的出版,无论对于已熟谙该专业的专家或有志于从事该专业的新手,以及大专院校师生,均有较高的参考价值,也可作教材用。

图书在版编目(CIP)数据

油气地球化学勘查/杨育斌,张金来等编著.
武汉:中国地质大学出版社,1995.3
ISBN 7-5625-0975-1

I. 油…
II. ①杨…②张…
III. 石油地质-地球化学-勘查
IV. P593

中国地质大学出版社出版发行
(武汉市 430074)

责任编辑 龙祥符

责任校对 张林朗

地质矿产部石油地质印刷厂排印
(荆沙市 434100)

开本787×1092 1/16 印张18.875 字数483千字 印数1—2000册
1995年3月第1版 1995年3月第1次印刷

定价:24.80元

序

在全球的油气勘查工作中,作为地质研究重要手段之一的地球化学方法已做出了卓越贡献。其理论基础与测试解释方法已臻成熟,形成了一门独立学科;其勘查实效已被科技界广泛认可。我国近40年的油气勘查实践也同样证明了地球化学方法的有效性、实用性与先进性,故地质矿产部与中国石油天然气总公司都把它列入了油气勘查的主要技术系列,制定了一整套技术规范和操作规程。

但是在我国迄今还缺乏一部综合论述油气地球化学勘查方法的学术专著,也未见一本全面的相应专业教材出版;公开的学术期刊也没有。不无遗憾地指出这是我国科技界的一大缺陷。

本书正是在我国广大油气地球化学勘查工作者热切企盼和鼓励中,在油气勘查部门有关单位的大力支持下,作者们在化探中心(原101队)30年来坚持实践、辛勤积累的大量科研及生产成果基础上,广泛收集研究国内外的有关文献资料,多方征询专家意见而最后完成的。该书内容丰富,资料翔实,结构严谨,图文并茂,较好地展示了我国油气化探工作的内容、成就、特色和发展历程。这是一部丰富我国科技百花园的学术专著,也是一本具有较高实用价值的专业教材。它的问世,对该学科今后的发展,对我国油气勘查与开发效果的提高,无疑会起到重要作用。

在我暮年能有机会率先披览此书,并由此而旁证到我国唯一从事油气地球化学勘查与研究的专业机构——地矿部石油地质海洋地质局化探中心成立30周年的重大业绩,甚感欣慰;顺此还要向锲而不舍地长年坚持在油气化探事业的化探中心的职工同志们致敬。

中国科学院院士

吴士聪

1994. 7. 31

前言

我国社会主义经济建设的高速发展,对油气资源的需求量在不断增加,这就向油气资源勘查工作提出了更高的要求。油气化探作为一种重要的勘查技术,对我国的石油天然气工业已做出了巨大贡献。自从1987年和1989年地矿部和石油天然气总公司先后将油气化探正式列入油气资源勘查技术系列之后,在我国许多含油气区(盆地)的勘查实践中已进一步发挥出良好的作用。为适应我国经济建设对油气资源的需求和油气化探自身发展的需要,从学科的角度,对已有的丰富实测资料 and 大量科研成果进行综合整理和研究,使油气化探的基础理论、技术方法和勘探效果提高到一个新的水平,已是我国油气化探工作者义不容辞的责任。这就是编著《油气地球化学勘查》一书的目的。

油气化探是一门年轻的新兴学科,从应用出发编著本书的基本思想是:在保持学科的系统性和完整性的前提下,其内容安排以应用为主,理论为辅;对国内外新理论、新方法(技术)的阐述上,以国内为主,国外为辅。

为了反映70年代以后油气化探重新崛起的新面貌,编著选材多以70年代后期以来公开发表的研究成果为主,特别是有关勘查实例,主要是国内“七五”和“八五”期间所取得的。但是,由于勘探实践的不断发展和油气化探资料二次开发取得的新认识或许与作者引用的结果不尽一致,鉴于资料的时效所限,不便引申阐述。另外,我国许多从事油气化探工作的单位,分别在不同地区取得了良好的勘查效果;然而由于资料限用等原因,无从选入,仅此说明,并请读者谅解。

参加写作的成员及分工如下:杨育斌,第一、二、三章;张金来,第六、七、十四、十五、十六、十七章;吴学明,第五、九、十、十一、十九章;邵震,第四、十二、十三章;姚志温,第八、十八、二十章。杨育斌和张金来任写作组负责人,协调全书内容结构,吴学明曾对原稿进行了统校。

在写作过程中,始终得到了地矿部石油地质海洋地质局领导的支持,得到了化探中心的张绍维、程志纯、庄戈、邓国荣等领导同志及广大科技工作者的殷切关怀,特别是张绍维和龚维琪同志给以热情的具体指导;中心绘图室、打字复印室大力支持了有关工作,作者在此一并致以衷心的感谢。

书中的谬误之处,恳望读者指教。

目 录

序	(iii)
前 言	(iv)

第一篇 总 论

第 一 章 绪 论	(2)
1.1 油气化探发展简史	(2)
1.2 油气化探应用现状	(5)
1.3 油气化探技术方法和指标分类	(7)
1.4 油气化探研究工作动向	(8)
第 二 章 油气化探在油气资源勘查中的作用和地位	(11)
2.1 油气化探的基本任务	(11)
2.2 油气化探的地质经济特点	(12)
2.3 油气化探在油气资源勘查中的地位	(13)
第 三 章 油气化探的勘查阶段和程序	(16)
3.1 油气化探的勘查阶段	(16)
3.2 油气化探的工作程序	(18)
第 四 章 油气化探的基本原理	(22)
4.1 引 言	(22)
4.2 油气的物质成分	(24)
4.3 油气与运移有关的若干物理性质	(35)
4.4 油气逸散运移的基本概念	(41)
4.5 油气化探异常的成因模型	(53)

第二篇 方法个论

第 五 章 烃类气体测量法	(62)
---------------------	------

5.1	烃类气体的地球化学特征	(62)
5.2	烃类气体测量法的基本原理	(67)
5.3	烃类气体测量法的工作方法	(68)
5.4	烃类气体测量法的应用效果	(72)
第 六 章	水化学测量法	(77)
6.1	我国水化学测量法的发展史简述	(77)
6.2	水化学测量法的基本原理	(78)
6.3	水化学测量法的指标	(87)
第 七 章	土壤蚀变碳酸盐(ΔC)测量法	(97)
7.1	ΔC 测量法的基本原理	(98)
7.2	ΔC 的浓度分布特征	(99)
7.3	ΔC 的影响因素	(101)
7.4	ΔC 测量法与其他化探方法的关系	(104)
7.5	ΔC 测量法的应用	(105)
第 八 章	沥青测量法	(109)
8.1	沥青测量法的方法简述	(109)
8.2	沥青测量法的指标	(120)
8.3	沥青测量法的工作要点	(127)
第 九 章	K-V 指纹技术测量法	(129)
9.1	K-V 指纹技术的基本原理	(129)
9.2	K-V 指纹技术的样品采集方法	(130)
9.3	K-V 指纹技术的样品测定	(131)
9.4	K-V 指纹技术测试结果的评价方法	(131)
9.5	K-V 指纹技术的应用实例	(133)
第 十 章	汞测量法	(137)
10.1	汞的基本性质及测量方法基本原理	(138)
10.2	汞的分析测试方法	(141)
10.3	油气化探中的汞测量法	(144)
10.4	汞测量法的应用实例	(146)
10.5	讨 论	(153)
第十一章	放射性测量法	(155)

11.1	放射性测量法的基本原理	(155)
11.2	放射性测量法的工作方法	(156)
11.3	放射性测量法的应用效果	(157)
第十二章	化探-遥感油气预测技术	(161)
12.1	技术背景	(161)
12.2	卫星遥感光谱数据与化探数据的关系及工作方法	(166)
12.3	遥感数据的空间特征	(172)
12.4	化探-遥感预测技术在塔北雅克拉地区的应用实例	(176)

第三篇 综合解释与评价

第十三章	油气化探的数据处理	(182)
13.1	概 述	(182)
13.2	数据存储、管理与检索	(184)
13.3	常用的油气化探数据处理方法	(188)
13.4	计算机成图	(199)
第十四章	区域地球化学场研究	(201)
14.1	区域地球化学场的研究内容、目的与意义	(201)
14.2	区域地球化学场的形成	(203)
14.3	影响区域地球化学场的主要因素	(204)
14.4	区域地球化学场的研究方法	(207)
第十五章	综合解释与评价	(211)
15.1	指标的优化	(211)
15.2	异常模式与异常筛选	(216)
15.3	综合异常评价	(223)
15.4	含油气性预测	(226)

第四篇 勘查实践与效果

第十六章	松辽盆地	(234)
16.1	地质背景	(234)

16.2	油气化探测量·····	(235)
16.3	重点区的油气化探异常·····	(239)
16.4	油气化探效果·····	(241)
第十七章	南襄盆地·····	(246)
17.1	地质背景与化探测量·····	(246)
17.2	综合异常·····	(247)
17.3	油田上的异常特征及其模式·····	(250)
17.4	综合异常评价与油气勘探部署·····	(252)
17.5	勘探验证·····	(256)
第十八章	扬子区·····	(258)
18.1	概 况·····	(258)
18.2	方法指标·····	(261)
18.3	川西孝泉地区浅层气化探实例·····	(261)
第十九章	塔里木盆地·····	(266)
19.1	景观地球化学条件及石油地质背景·····	(266)
19.2	区域地球化学远景评价·····	(267)
19.3	局部构造的地球化学评价与预测·····	(268)
19.4	含油气属性的初步探讨·····	(272)
19.5	化探成果的预测验证·····	(274)
第二十章	海上油气地球化学勘查·····	(278)
20.1	概 况·····	(278)
20.2	方法指标·····	(282)
20.3	实 例·····	(286)
主要参考文献·····		(287)
英文摘要·····		(290)

GEOCHEMICAL PROSPECTING FOR OIL & GAS

CONTENTS

Preface	(iii)
Foreword	(iv)

Part I General argument

Chap. 1 Introduction	(2)
1.1 Development history of geochemical prospecting for oil & gas	(2)
1.2 Applied status of geochemical prospecting for oil & gas	(5)
1.3 Technical methods and indices-dividing of geochemical prospecting for oil & gas	(7)
1.4 Research trends of geochemical prospecting for oil & gas	(8)
Chap. 2 The effect and standing of geochemical prospecting for oil & gas in petroleum exploration	(11)
2.1 The basic task of geochemical prospecting for oil & gas	(11)
2.2 The geologic economic characteristics of geochemical prospecting for oil & gas	(12)
2.3 The standing of geochemical prospecting for oil & gas in petroleum exploration	(13)
Chap. 3 Prospecting phases and procedures of geochemical Prospecting for oil & gas	(16)
3.1 Prospecting phases of geochemical prospecting for oil & gas	(16)
3.2 Working procedures of geochemical prospecting for oil & gas	(18)
Chap. 4 Basic principles of geochemical Prospecting for oil & gas	(22)
4.1 Foreword	(22)
4.2 Components of oil & gas	(24)
4.3 Physical properties of oil & gas in migration	(35)
4.4 Basic concepts of disperse migration of oil & gas	(41)

4.5	Formation-cause modelling of oil & gas anomalies in geochemical prospecting	(53)
-----	---	------

Part I Specific Methodological arguments

Chap. 5	Determination of gaseous hydrocarbon	(62)
5.1	Geochemical characteristics of gaseous hydrocarbon	(62)
5.2	Basic principles of gaseous hydrocarbon determination	(67)
5.3	Working methods of gaseous hydrocarbon determination	(68)
5.4	Applied effects of gaseous hydrocarbon determination	(72)
Chap. 6	Determination of hydrogeochemistry	(77)
6.1	Development history of hydrogeochemical determination in China	(77)
6.2	Basic principles of hydrogeochemical determination	(78)
6.3	Indices of hydrogeochemical determination	(87)
Chap. 7	Determination of carbonates in altered soil (ΔC)	(97)
7.1	Basic principles of ΔC	(98)
7.2	Distribution characteristics of ΔC concentration	(99)
7.3	Influence factors of ΔC	(101)
7.4	Relationship of ΔC to other geochemical methods	(104)
7.5	Application of ΔC	(105)
Chap. 8	Determination of bitumen	(109)
8.1	Concised concept of bitumen determination	(109)
8.2	Indices of bitumen determination	(120)
8.3	Working methods of bitumen determination	(127)
Chap. 9	Techniques of K-V fingerprint	(129)
9.1	Basic principles of K-V fingerprint	(129)
9.2	Sampling methods of K-V fingerprint	(130)
9.3	Sample determination of K-V fingerprint	(131)
9.4	Evaluation methods of determined results in K-V fingerprint	(131)
9.5	Applied examples of K-V fingerprint	(133)
Chap. 10	Determination of mercury vapor	(137)
10.1	Basic properties of mercury and its basic principles of determining methods	(138)
10.2	Determine methods of mercury vapor	(141)
10.3	Determine methods of mercury vapor in oil & gas geochemistry	(144)
10.4	Applied examples of mercury determination	(146)

10.5	Discussion	(153)
Chap. 11	Determination of radiation materials	(155)
11.1	Basic principles of radiative material's determination	(155)
11.2	Determinate methods of radiation materials	(156)
11.3	Applied results of radiation determination	(157)
Chap. 12	Geochemical prospection-remote sensing in oil & gas forecasting	(161)
12.1	The technique background	(161)
12.2	The data relationship of remote sensing to geochemical prospecting and its working methods	(166)
12.3	Space characteristics of data in remote sensing	(172)
12.4	An effective example in Akla region of Tarim Basin by using of the geochemical prospecting-remote sensing technique	(176)

Part II Comprehensive explanation and evaluation

Chap. 13	Data processing of oil & gas geochemical prospecting	(182)
13.1	Introduction	(182)
13.2	Depositing and retrieving of data	(184)
13.3	Data processing methods generally used in oil & gas prospecting	(188)
13.4	Making maps by using computer	(199)
Chap. 14	Research of regional geochemical field	(201)
14.1	The research contents and significance of regional geochemical field	(201)
14.2	The formation of regional geochemical field	(203)
14.3	Influence factors of regional geochemical field	(204)
14.4	Research methods of regional geochemical field	(207)
Chap. 15	Comprehensive explanation and evaluation	(211)
15.1	Index optimization	(211)
15.2	Modelling and sifting of anomalies	(216)
15.3	Comprehensive evaluation of anomaly	(223)
15.4	Forecasting of oil & gas	(226)

Part IV APPLICATION AND EFFECTION ANALYSIS OF GEOCHEMICAL PROSPECTING

Chap. 16	The Songliao Basin	(234)
16.1	Geological background	(234)
16.2	Geochemical surveying of oil & gas	(235)
16.3	Geochemical anomalies of oil & gas in key areas	(239)
16.4	Geochemical effects of oil & gas	(241)
Chap. 17	The Nanxiang Basin	(246)
17.1	Geological background and geochemical surveying	(246)
17.2	Comprehensive anomalies	(247)
17.3	Abnormal characteristics and its models over oilfields	(250)
17.4	Comprehensive evaluation of anomaly and deploying of oil & gas prospecting	(252)
17.5	Testing and verifying of petroleum prospecting	(256)
Chap. 18	The Yangtze Region	(258)
18.1	Sumarizing	(258)
18.2	Methods and indices	(261)
18.3	An example of geochemical prospecting of supraformational gas in Xiaoquan region, western Sichuan Province	(261)
Chap. 19	The Tarim Basin	(266)
19.1	Conditions of landscape geochemistry and the background of petroleum geology	(266)
19.2	Forecasting evaluation of regional geochemistry	(267)
19.3	Local structure evaluation and forecasting by use of geochemistry	(268)
19.4	Tentative discussion of oil- & gas-bearing reservoir types	(272)
19.5	Testing and verifing of geochemistry results	(274)
Chap. 20	Geochemical prospecting of oil & gas over seas	(278)
20.1	Introduction	(278)
20.2	Methods and indices	(282)
20.3	Applied examples	(286)
Selected references		(287)
Summary in English		(290)

第一篇

总论

第一章 绪 论

油气地球化学勘查(简称油气化探),是石油地质学发展早期的一个分支。在油气资源勘查方法系列中逐渐发展成为一门独立的应用学科,具有自身的理论基础、工作原理、技术方法和指标体系;同时形成了一套相应的技术规范、测试规程、以及资料处理和综合解释评价方法。

世界上最早的油气化探专著——《油气田地球化学普查与勘探方法》(A. A. 卡尔茨夫等, 1954),第一次较全面、系统地向石油地质界介绍了油气化探。以后几十年来的勘探实践使油气化探在基础理论、技术方法、成果的综合解释与评价等方面都有了重大发展。在我国,地质矿产部和中国石油天然气总公司已先后将油气化探列入油气资源勘查方法系列。过去、现在和将来,油气化探在油气资源勘查实践中已经并必将发挥越来越大的作用。

近几十年来,我国油气化探的科研、生产工作发展迅速,成果喜人,积累了大量资料。作者认为有必要也有可能从学科的角度系统汇总这些宝贵资料,为广大油气化探工作者提供一本有用的参考书,希望对同行能有所帮助。

1.1 油气化探发展简史

一. 国外发展史

1929—1930年,德国学者 G. Laubmeyer 和前苏联学者^① B. A. 索柯洛夫创造了气测法,揭开了油气化探发展史的第一页。他们的研究文章发表于 1933 年,是世界上最早问世的油气化探成果。此后的二三十年间,先后发展油气化探试验研究工作较多的国家有美国、法国、加拿大、澳大利亚、波兰等;其中,长期坚持、全面深入研究并卓有成效的,当属苏联和美国。

B. A. 索柯洛夫开创的气测法(1930)是简单测定土壤游离气中的烃类气体浓度。随后 M. B. 阿布拉莫维奇(1933)发展了气测法,测定土壤吸附气中的烃类气体浓度。1935 年, M. 莫齐列夫斯基提出了岩心气测法和微生物法。接着, 1939 年 H. A. 什列辛盖尔和 B. H. 福罗洛夫斯卡娅为发光沥青法做出了开创性的重大贡献。在此前后, B. A. 苏林、B. A. 科夫达和 B. 列文逊又先后开创了水化学法、土壤盐法和氧化还原电位法。1940 年相继开始了溶解气法的试验等。

^① 以下通称苏联学者——编者注

早在1940年苏联就成立“油气测量”专门小组,后改建为“气测局”,在B. A. 索柯洛夫领导下在完善方法、制定不同方案、改进气体分析仪和建立数据解释方法方面作了大量工作。同时组建了第一支油气化探专业野外队。1950年成立了全苏核物理和地球化学勘探方法研究所。同时,苏联科学院石油研究所、土壤研究所、全苏石油地质勘探科学研究所等单位在这个时期的工作使该国的油气化探在各方面都达到了新的水平。

但在1953年,苏联石油部曾全面否定油气化探的理论和方法,解散专业队伍,使油气化探一时转入低潮。到50年代末,60年代初,又重新组建为发展理论、完善仪器设备、方法组合、生产试验以及探索油气化探在油气资源勘查中的地位和作用的专业机构——油气化探科学基础部门间委员会。由此,该学科在苏联又得到了长足的发展。仅70年代内就召开了两次全国性专业学术会议。在多次召开的石油地质和有机地球化学会议上也讨论了油气化探问题。学术论文和专著猛增,仅1964—1980年出版的专著和教科书就达10余种。据情报资料监测,目前世界上公开发表的油气化探文献数量,苏联仍占首位。

美国在30年代中期,由海湾石油公司制定了一个油气化探研究计划(J. R. Rogera 等, 1935)。早期从事该项试验研究工作的学者有E. E. Rosaire(1938)、L. Horvitz(1939)、P. Sivenas、A. Bronston等。德克萨斯州和俄克拉荷马州曾是最早的试验区,并利用油气化探方法发现了一些油气田,因此该方法受到了人们的推崇。在此期间发表了不少关于方法技术专利和应用实例及成功率方面的报道。达拉斯公司创立的 ΔC 方法,坚持试验研究达40年之久,积累了百余个成功的实例并于1982年公布于世。大约在60年代,G. H. Smith和M. M. Ellis曾以自己的试验失败对油气化探提出了异议,一时间不少学者对油气化探的斥责和伐贬接踵而来。然而L. Horvitz和J. B. Davis等人以他们的精湛研究结果给油气化探在美国的重新兴起带来了生命力。进入70年代以后,在陆地、海洋和航空化探方面先后出现了一批专利和报道。1968—1985年,美国曾召开过四次非常规油气勘查方法讨论会,油气化探的论文在会议中占有相当大的比例。

二、国内发展史

我国的油气化探始于50年代初。纵观我国油气化探40年的发展历史,也可以说是艰难曲折,跌宕起伏。

从50年代初到60年代初是我国油气化探的开创期。在此期间,翁文波、顾功叙就气测法和发光沥青法所做的试验,谢学锦翻译的一批油气化探专著和陆伟文、石毓理、何炳俊等讲授的油气化探课程,都是开创性的工作,对我国油气化探的发展具有深远的影响。

1955年地质部的石油普查一开始,物探局就组织队伍,在谢学锦主持下进行气测法和发光沥青法试验。西北地质局633队成立水文队,在关士聪指导下开展大面积试验研究。同时631、632队也开展了荧光法找油。他们的工作涉及新疆、柴达木、四川和宁夏。60年代初,我国的化探专业队伍如雨后春笋般诞生。地质部一、二、三普查勘探大队、物探局的中原、西北、东北物探大队、石油工业部在川中、江苏、新疆、青海、玉门、苏北等油区都先后成立了规模不等、方法不尽相同的专业队伍,开展试验的油气化探方法有气测法、水化学法、微生物法、放射性方法等,从而形成了我国的第一个“油气化探热”。然而,由于基础理论薄弱、方法粗糙、仪器简陋,加之在地质条件复杂的条件下,缺乏成熟的资料处理和综合解释的经验,上述试验大都没有取得