

中国油气化探技术发展历程回顾与前景展望

程同锦

CHENG Tong-jin

中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151

Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Production,
SINOPEC, Wuxi 214151, Jiangsu, China

摘要: 油气化探(油气地球化学勘探,下同)是在石油地质原理和地球化学理论的基础上发展起来的新学科。中国的油气化探已走过了近 60 年的发展历程。从初创的艰辛、试验研究的执着、蓬勃发展的生机和蓄势待发 4 个阶段概括地回顾了油气化探技术发展的历史,展示了中国油气化探技术发展过程中的成就,也留下了可供思考的空间。在分析中国油气资源及勘探现状的基础上,对未来油气化探技术的发展前景进行了讨论。认为,国家能源需求的高速增长,给油气化探技术的可持续性发展带来了机遇;降低成本、提高勘探成功率的市场需求,油气化探的技术优势将重新受到重视;在越来越复杂的勘探对象面前,综合勘探技术的广泛应用必将为化探发挥更大的作用提供广阔的发展空间。

关键词: 油气化探;发展历程;前景展望

中图分类号:P618.13;P622⁺.3

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2009)11-1605-09

Cheng T J. Historical review and prospect forecast of the development course of hydrocarbon geochemical exploration technique in China. *Geological Bulletin of China*, 2009, 28(11):1605-1613

Abstract: Geochemical exploration for oil and gas is a new subject developed on the basis of petroleum geological principle and geochemical theory. During near 60 years of development in China, this technique has experienced the hardness in the early establishment period, the insistence in the experimental research period, the vitality in the vigorous development period and the present potential gathering period. This paper has generally reviewed this history, and reflected the achievements obtained, and at the mean time, left some space for further pondering. The future development prospect has also been discussed based on the present situation of oil and gas resources and exploration in China. The conclusions have been reached that include the following aspects: 1) the rapid increase for national energy demand provides great opportunity for the sustainable development of oil and gas geochemical exploration technique; 2) the market requirements for reducing costs and increasing success rate make the geochemical exploration technique more and more important for its advantages; 3) wide implication of integrated exploration techniques when facing more and more complicated exploration targets will certainly provides broader space for this technique to play more important roles.

Key words: oil and gas geochemical exploration technique; development course; prospect forecast

1 回 顾

中国油气化探技术源自前苏联,起始于中华人民共和国成立初期。其发展历经了成功与失败相伴的喜忧,也遭遇过高潮与低谷相间的落差。但是,几

代找油人凭着发展中国油气化探事业的坚定信念,矢志不移,潜心研究,勇于实践,使油气化探得以延续和深入发展,并以其独特的技术优势和特色,以及在找油气实践中显示出的明显效果,为中国石油工业的发展做出了积极的贡献^[1-6]。近 60 年的发展历

程大致可划分为 4 个阶段。

1.1 初创阶段(1952—1963 年)

这一阶段是中国油气化探的初创时期。在当时的情况下,人们怀着建设社会主义新中国的激情和为国家寻找油气田的雄心壮志,很快就引进了前苏联的地球化学找油气方法。许多学者、众多部门和单位都满怀热情地投入到油气化探的试验和实践工作中,一时在全国形成了十分兴旺的局面,人们称之为中国的第一次“油气化探热潮”。其主要特点如下。

借用国外现成的方法,在全国油气普查中进行广泛的应用试验,以检验方法的实用效果。先后引进和使用的方法有水化学法(常量离子)、发光沥青法(荧光强度)、放射性法(伽马射线强度)、土壤盐法(可溶盐分)、微生物法(烃气氧化菌)等。由于缺少技术规范,加上当时中国工业技术水平落后,这些方法的分析测试多使用简易的化学分析法和性能极低的仪器,检测的灵敏度和精度都很低。面对信息微弱、多解性强的资料,又缺乏合理的资料整理和综合解释手段,以致大多数成果都不能阐明地质问题,质疑声不断,人们对化探方法的试验失去了信心。到 60 年代初,大多数化探队伍纷纷下马转向,终止了试验,形成了热得快冷得快的局面,中国油气化探开始走入低谷。尽管如此,应该看到这一阶段作为中国油气化探技术发展的初创时期不仅是兴旺的,而且是具有深远意义的。早期涉足油气化探领域的生产单位、科研院所、高等院校所做的工作是开创性的,对中国油气化探事业的发展产生了重大的影响。历史不仅记载着先辈们的足迹,也让后来人铭记了他们的卓越贡献。

1952 年,翁文灏在甘肃酒泉盆地,1953 年谢家荣、翁文波在河北开平地区,使用发光沥青法进行油气调查,成为中国油气化探工作的先导。

1955 年,谢学锦、彭建毅分别在《地质知识》上发表文章,介绍了油气普查的地球化学方法;翁文波、顾功叙分别阐述了石油化探的气体测量法、荧光测量法和水化学测量法;北京石油学院编印了《地球化学勘探》教材,介绍了气体测量、气测井、沥青法、细菌法、水化学、土壤盐、氧化还原电位等油气勘探方法;陆伟文、石毓琨、何炳俊、何泽庆等在院校传授油气化探专业知识;谢学锦等还翻译出版了一些国外有关的论著。这些工作为中国油气化探事业的发展奠定了基础。

1955 年,地质部一开始实施全国石油普查就十分重视化探工作,组织队伍进行试验研究。谢学锦主持地质部化探室在老君庙、临清地区开展石油化探试验,随后又在青海柴达木、四川龙女寺、纳溪和新疆的克拉玛依等地进行试验研究。在关士聪的指导下,西北地质局 633 队用水化学法、沥青法在六盘山地区进行油气化探试验。同年,631、632 队在新疆克拉玛依、青海柴达木等地开展化探找油气试验。同年 7 月,石油工业部成立,随即也开始部署油气化探试验工作。

1956 年,石油部在四川成立油气化探队,在南充进行沥青法、微生物等方法找油气的试验。随后,又在河北任丘、霸县和山东东部,用沥青法、土壤烃气测量等方法进行面积化探找油气工作。从 1957 年起,分别在西北、西南、鄂尔多斯盆地、酒泉盆地等地域开展放射性找油试验,在华北等地区进行土壤气测、沥青法等化探方法找油气试验研究。

此间,中国科学院也积极参与油气化探的试验研究工作,先后与石油部和地质部合作,在酒泉盆地等油区试验研究用细菌法寻找油气藏。

从 1958 年起,地质部、石油部等各部门和单位分别就油气化探的试验工作进行总结,并就下一步的工作部署作出了调整。

1959 年,地质部在第一、二、三普查勘探大队成立石油化探专业队伍,先后同北京地质学院、长春地质学院、中国科学院微生物研究所、中国科学院黑龙江分院、东北农学院、东北林土研究所协作,在松辽盆地、华北盆地、鄂尔多斯盆地进行微生物、放射性、沥青、水化学等方法找油气的区域性试验;在中原、华北、西北、东北物探队分别组建了放射性、微量元素找油专业队,开展试验研究;1960 年组建第二物探大队油气化探队(201 队),在大庆、黄骅、苏北等地开展放射性找油气试验。

石油工业部先后在川中、江汉油田和物探局等单位成立了 10 多个油气化探专业队伍,在四川、江汉、松辽盆地及黄骅、济阳等坳陷开展油气化探试验。

1960 年,石油工业出版社先后出版了由俞志汉、张柏年、李金祥、王成义、黄醒汉、石毓琨、刘方槐等共同翻译的前苏联学者的油气化探专著,有卡尔茨夫等著的《油气田地球化学普查与勘探方法》、苏林著的《天然水系中的油田水》、柯夫达著的《土壤

盐》等。

北京石油学院、北京地质学院、长春地质学院、成都地质学院先后开设《石油与天然气地球化学勘探》、《石油与天然气地球化学探矿》课程,传播知识,培养人才。

1.2 低谷中的坚持阶段(1964—1976年)

在国内外油气化探热潮冷却、化探队伍陆续下马和中国油气化探工作走入低谷的形势下,1964年4月10—15日,地质部石油局在北京召开了化探工作座谈会。会议分析了以往的经验教训和当前面临的形势,讨论了油气化探如何发展及发展前景的问题。会议认为,作为一种勘探技术手段,油气化探应该深入研究、继续发展,但是应调整总体部署,组织精干队伍,坚持长期试验研究。当年5月,石油局决定组建一支油气化探专业研究队伍,并于同年10月调集第一、二、三普查大队技术骨干及设备到合肥,组建一支专业油气化探队——石油101队,1965年物探局671队并入101队。这是当时中国仅存的一支油气化探专业研究队伍。此后的10多年里,这支队伍在低谷中重整并蓄势,坚持发展。陆续实施40个科研项目、14个生产项目,走试验—实践—再试验的道路,为油气化探的发展积累经验、知识和技术。

1965年的《五年来化探找油试验工作总结》和1970年进行的第二个《五年试验工作总结》,从教训中找问题,在经验中找方向,改变了以往试验工作的盲目性。用传统的化探方法在已知油田及其外围进行方法效果试验,在已知与未知的对比试验中结合具体地质条件筛选方法。

从1965年起,先后在山东临邑、陕西渭河、宁夏马家滩、青海柴达木等地区进行了长达8年的观测试验,有些地区的连续观测达6次之多,就不同方法的稳定性、重现性和取样深度、保存时间等进行系统研究。

与此同时,石油部刘国坚、田克勤、王雄召、马庆凤等也先后在西北、西南、东北、华北等地进行油气化探方法试验工作。

1970年的《五年试验工作总结》中止了微生物、放射性、发光沥青、土壤盐、微量金属元素等方法的试验,把试验研究的重点集中在烃气和水化学方法上。

1972年,101队在中科院贵阳地球化学研究所

的帮助下开始有机沥青法的试验研究工作。

1974年,101队在南黄海陆架盆地,沿2条东西向剖面采集了海底水样和海底沉积物样品,查明浅海海域有烃及重烃的浓集。这是中国最早的海域油气化探试验研究工作。

1975年,进行了10年油气化探试验研究工作的再总结,比较系统地总结了烃气、水化学和有机沥青法的试验效果,为中国油气化探的进一步发展奠定了基础。

1.3 振兴发展阶段(1976—2001年)

这25年是中国油气化探走出低谷、创造辉煌的时期。化探技术在油气勘探中广泛应用,促进了油气化探基础研究和技术创新,勘探效果明显。不仅缩短了与世界各国之间的差距,更显现出中国复杂地质条件下油气化探技术的特色。

(1) 走出低谷—应用研究初见成效

(1976—1986年)

1976年8月31日—9月7日,原国家地质总局在安徽黄山召开“全国第一次油气化探工作座谈会”,邀请地质、石油、中科院、高等院校等各系统近百名专家对10年油气化探试验研究成果进行评论。会议由学部委员关士聪和石油局领导塞风主持,原国家地质总局局长孙大光亲临会议并作了重要指示。这次会议肯定了前10年的试验研究成果,指出了到勘探生产中应用的发展方向。明确提出烃类气体测量法和水化学法可以投入生产性应用。自此,中国油气化探技术的发展进入了一个新的历史时期。这一时期的发展有以下特点。

①领导重视,决策科学。第一次全国油气化探会议之后,特别是地质部复名(1979年)之后,加大了对油气化探的投入,在油气普查勘探部署中有计划地增加化探工作量和研究任务,并要求所属各石油普查大队把化探技术作为勘探手段之一应用到油气勘探中。同时,部领导和决策部门要求加强国内外动态的调研,为科学决策提供依据。地质部情报研究所报道了前苏联油气化探的新进展(邱郁文,1979)和美国报道的 ΔC 方法(徐年生,1981);编写出《国外油气化探的发展和现状》调研报告,并向部领导汇报(吴传璧等,1982)。101队报道了一系列国外油气化探技术动态,总结了国内外的研究现状(杨育斌等,1982),创办《油气化探》杂志(1985),系统介绍国内的研究成果和国外的研究动向。尚慧芸、黄

福堂(1986)在调研了国内外有关资料后向石油部有关领导部门提出应该重视油气化探的建议。谢学锦专门就油气化探问题向地质部和石油部领导介绍情况、提出建议。这些工作为领导部门科学决策提供了依据,也对中国油气化探的发展起到了积极的促进作用。

②生产应用催生技术方法研发。烃类气体测量法和水化学法投入生产性应用,在应用中得到进一步充实和完善,取得较好的地质效果。与此同时,为了更好地解决生产应用中的问题,有针对性地研究开发了一些新的方法技术。1978年中国在上率先将汞测量法用于找油,101队和物探所合作,先后在江汉、松辽、泌阳、廊固、四川等地进行了广泛的试验。甘肃有色金属地质研究所等单位也开展了类似的试验。 ΔC 方法引进后,101队、地矿部航空物探中心、物探所、机电12所等多家单位相继开展了应用试验,改进了分析方法,研制出分析仪器,促进了该方法的生产应用。101队开发了水溶烃、水中苯、酚和紫外、荧光;土壤冷抽提全烃色谱、土壤紫外、荧光,建立了甲烷稳定碳同位素等新方法。随着高灵敏度四道航空、地面伽马能谱仪和累积测氦仪的研制成功,核地球化学方法寻找油气藏也得到了新的发展。色谱、色谱/质谱、原子吸收光谱等先进分析仪器的引进,加上油气化探专用指标分析技术研究的进展,大大提高了油气化探技术的探测能力。1981年在合肥召开的中国油田水地球化学学术讨论会、1981年中国科学院地学部召开的石油地球化学学术会议和1982年召开的第一届全国有机地球化学学术会议,都有力地促进了油气化探技术方法的研究和开发。

③化探在实际应用中效果显现。此期间,化探方法逐步在油气普查勘探中开始规模性地应用。1976年101队在东明凹陷正式投入大面积油气化探生产性试验研究工作,随后又相继在白音都兰(1978年)、额吉诺尔(1979年)、松辽盆地南部(1980、1981、1982、1984年)、南阳—泌阳(1984年)、江苏句容(1984年)等地区开展工作,均取得良好的应用效果。1983—1985年,油气化探正式参与国家“六五”计划重点科技攻关项目,101队承担的《南方碳酸盐岩地区油气勘查技术与方法研究》项目成果为选区评价提供了有价值的资料,证实油气化探在区域概查和普查勘探阶段都有较好的作用。地质部门的油

气化探项目已涉及二连、鄂尔多斯、松辽南、苏北、川西等含油气盆地。石油部也积极支持在油气勘查中运用化探技术。1985年,吉林油田正式开展水化学找油研究工作;谢学锦主持,在大庆油田开展了3000km²的多参数地球化学找油工作;1986年,石油部指示其下属物探局、大庆油田组建油气化探队伍,并着手调研实施。同时,地矿、冶金、有色、核工业、中国科学院及高等院校各系统纷纷组建化探队,目标投向油气勘查活动,预示着中国油气化探的一个热潮即将到来。1986年,国家“七五”计划重点科技攻关项目中,油气化探研究与应用分别涉足75-054-01、75-054-03两个领域,有专设的攻关专题。

④海上油气化探有所进展。1980年,按照地质部同联邦德国签订的合作协议,上海海洋地质调查局在东海进行海底沉积物吸附烃和甲烷稳定碳同位素地球化学调查,101队参加了海上调查和研究工作;1984年,101队与上海海洋地质调查局合作,在珠江口外采集海底淤泥进行油气化探测量;中国科学院南海海洋研究所在珠江口盆地、东沙地区、莺歌海盆地、琼东南盆地、南沙等海区进行了油气化探概查。中国海上油气化探也开始步入新的阶段。

(2)蓬勃发展的高潮时期(1987—2001年)

这一时期是中国油气化探蓬勃发展的高潮时期,无论是基础理论研究还是技术方法的研究、创新、开拓,都取得了显著的进展。油气化探技术在油气资源勘查中广泛应用并取得明显的效果,更促进了油气化探的快速发展。

①化探列入油气勘查技术系列,为油气化探技术在油气资源勘查中广泛应用创造了条件。1987年7月,第二届全国油气化探学术会议在安徽泾县召开,地质、石油、中科院等部门166位代表参加会议。刘光鼎院士主持本次大会,谢学锦院士出席会议,关士聪院士作大会总结报告,会议认为将化探作为油气勘查综合方法之一列入油气勘查技术系列的时机已经成熟。会后,地矿部石油地质海洋地质局率先将油气化探列入油气资源勘查技术方法系列,并正式发文在全系统执行。1988年3月,石油部在河北涿州召开“油气地球化学勘探工作会议”,阎敦实副部长主持会议,肯定了以招标方式在鄂尔多斯、准噶尔、二连盆地开展的化探普查工作,决定将化探与地质、物探方法放在同一水平上,进行油气勘查技术的规划并提出实施方案,对全系统今后的油气化探作

了全面的布置。地矿部、石油部两部门联动,所作的总体部署和采取的得力措施,有效地促进了中国油气化探的深入研究和大规模的生产应用。

②专业队伍如雨后春笋,从业人员达历史高峰。1987年,石油部决定在物探局五处恢复组建油气化探队,随后,大庆油田、华北油田、吉林油田、长庆油田、胜利油田、江汉油田等都逐步组建了石油化探队。

1988年7月,101队升格,与地矿部石油局培训中心合并组建为地矿部石油地质海洋地质局培训化探中心,加强油气化探的应用研究和相关培训。举办多期油气化探技术培训班,为全国主要油气生产单位和科研单位培训100多名油气化探技术骨干,对全国油气化探事业的发展起了推动作用。

地矿部石油地质海洋地质局系统的华东局、华北局、西南局、中南局及石油普查大队也先后建立了化探队。

石油部采取支持各石油勘探局以公开招标的承包方式,让其他部门和科研院所、高等院校等承包各盆地和油气区的油气化探工作,充分调动了各方面的积极性。除地矿部和石油部的专业队伍外,中科院、高等院校、有色金属、核工业、煤炭等系统也组建队伍步入油气化探行列,大约有60余支队伍^[4]参与了全国各主要含油气盆地油气资源的地球化学勘探工作。

③科技攻关成果显著,技术创新带动特色技术的形成,学科发展趋于成熟。经过国家“七五”、“八五”、“九五”计划科技攻关项目和各部委、系统设立的不同层次科研项目的攻关研究,取得了一批重大的科技成果。仅化探中心就有22项研究成果获奖,其中获国家科技进步三等奖1项,省部级科技成果一等奖1项、二等奖5项,三等奖15项。中国油气化探的发展有了质的变化,可以说每5年均有了显著进展,每10年均有了重大突破。

首先,油气化探理论基础和应用基础研究取得进展。大量证据证实地下深部油气藏形成之后,其中的烃类气体要发生垂向运移,可以到达地表,油气化探方法具有科学的原理和理论基础^[7-8]。通过对多个含油气盆地地表地球化学场的特征、化探异常与油气富集的关系、异常成因机制、地表干扰因素等的研究,以中国自己的实际资料丰富和发展了油气化探的基础理论^[1,7,9-14]。

第二,大量引入其他学科的研究成果,引进新技术、新仪器,技术方法研究进步突出。分析测试精度由 10^{-6} 提高到 10^{-9} ,甚至达 10^{-12} ,提高了3个以上数量级,满足了化探对近地表超微量组分的测定要求,同时带动和产生了气相色谱法、质谱法、液相色谱法、荧光光谱法、三维荧光光谱法、同步荧光法、紫外光谱法、紫外导数法、同位素法、色质联用等新的化探技术。不仅烃类测量技术得到发展,放射性、磁法等间接指标测量技术也有新的进展。结合中国的具体地质条件和含油气盆地石油地质特征,建立了不同地表景观条件下的油气地球化学探测方法,形成了中国特色的概查、普查、详查、精查4个勘探阶段技术方法系列;创新建立了井中油气化探技术方法并取得突出的应用效果;综合物化探找油技术研究也取得令人瞩目的成果^[15-17]。

科技攻关成果不仅引起勘探生产部门的兴趣,更得到地矿部、石油部领导和勘探决策层的重视,大批成果及时转化为生产力,在油气勘探中广泛应用,效益明显,硕果累累。

④找矿效果显著,彰显化探技术优势,证实油气化探潜力。这一时期的油气化探,已遍及陆上各主要含油气盆地和油气勘查区,同时也涉及东海、南黄海、南海等海域。工作性质涉及到盆地含油气远景评价、区带评价、区块或圈闭评价、钻探目标优选及钻井过程中油气层预测评价、试油气层位选择、钻后评估等,取得了生产部门承认的效果。油气化探应用于油气勘查的各个阶段,取得了丰硕的找矿成果^[17-20]。在一系列重大发现中体现了化探的作用和能力。

据一些油田和勘探生产部门的统计数据(1997),经过勘探验证,地表油气化探对某区块作出否定评价的成功率(正确率)近100%;根据地表油气化探预测为有利含油气区带或勘探靶区(异常),后来又被勘探所证实的结果,即所谓肯定评价的验证成功率则因地而异:松辽盆地验证成功率70%~83%(包括大庆油田和吉林油田),辽河油田验证成功率46%~87%,胜利油田验证成功率63%,河南油田验证成功率70%,四川盆地川西地区验证成功率60%~75%,塔里木盆地北部验证成功率63%,鄂尔多斯盆地验证成功率80%~90%。

虽然勘探生产部门不会专门就化探异常动用钻井手段去验证,一些有利的化探异常要待综合评价后才有可能去认识,而且勘探实践中也证实了不少

化探判断的失误和评价的失败,但是,油气化探作为一门有科学依据的分支学科、一种独具特色的有效勘查手段已被证实,它的发展潜力已得到勘探界的认同,中国油气化探在世界同行中赢得了声誉。

此期间,一些重要事件也见证了中国油气化探发展的历程。

1987 年,地矿部石油局召开了“综合物化探找油气成果经验交流会”,并组织了化探技术培训,提出了促进化探工作规范化的意见。甘肃省石油学会、地质学会、矿物岩石地球化学学会和中科院兰州地质研究所联合召开了“油气地球化学和地球化学勘探学术研讨会”。

继 1988 年召开的“油气地球化学勘探工作会议”之后,石油部(中国石油天然气总公司)于 1989、1992、1996 年又举办了 3 次“全国非地震物化探会议”,交流成果,介绍管理经验和评价方法。

1990 年,山东省石油学会召开了“非地震油气勘探学术和技术研讨会”。1991 年,湖北省石油学会召开了一次别具特色的“江汉盆地油气化探研讨会”。同年,安徽省地质学会举办了“油气化探成果交流与技术研讨会”。

1992 年 5 月,第三届全国油气化探学术会议在安徽省铜陵市召开,大会展示并交流了“七五”计划期间全国各系统、各部门和各单位油气化探研究成果。地矿部、石油天然气总公司、海洋石油总公司、中科院、冶金部、机电部、核工业部、能源部和有色金属工业总公司所属的科研、生产、院校等单位的 176 名代表出席了大会并进行成果交流。关士聪院士主持大会并作总结报告,肯定了油气化探的成绩,同时也指出了“八五”计划油气化探攻关的方向和发展目标。

1992 年 7 月,化探中心组织编写的《油气地球化学勘查技术规范》和《油气地球化学分析测试规程》经地矿部批准作为部颁企业标准发布实施。

1994 年,由长庆石油勘探局、大庆石油管理局、地矿部石油地质海洋地质局化探中心起草的国家石油天然气行业标准《石油与天然气地表地球化学勘探技术规范》(SY/T6062-94)和《石油天然气地表化探试样分析方法》(SY/T6009-94)获批准,由中国石油天然气总公司于 1995 年发布实施。

1997 年 1 月,中国新星石油公司成立,地矿部石油地质海洋地质局培训化探中心更名为中国新星

石油公司化探中心。

1997 年 4 月第四届全国油气化探学术会议在安徽黄山召开。刘光鼎院士主持大会并作了总结报告。来自中科院系统,石油天然气总公司、海洋石油总公司、新星石油公司系统,地矿部系统,国家海洋局、冶金、煤炭、核工业等部属科研、生产单位的专家、学者和来自北大、清华、中国地质大学、西北大学、成都理工学院、大庆石油学院、华东地质学院等高校的专家、教授等共 150 多人出席大会,进行了广泛的学术交流,充分展示了中国油气化探在地表、井中、海上多个领域的新成果和基础理论研究、应用基础研究、探测技术、实验测试技术、数据处理、解释评价技术等方面的新进展。刘光鼎院士在大会上作学术报告,同时在大会的总结报告中系统地总结了油气化探的进展、成果和经验教训,并对中国油气化探今后的发展提出了具体意见,指明了发展方向。

1997 年,地质矿产部发布了由地矿部石油地质海洋地质局化探中心组织起草的中华人民共和国地质矿产行业标准《石油天然气地球化学勘查技术规范》(DZ/T0185-1997)。

2000 年,随中国新星石油公司整体并入中国石化,中国新星石油公司化探中心更名为中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院合肥石油化探研究所。

1.4 再现低谷—蓄势待发阶段(2001 年—)

这一期间,中国油气资源勘探的管理体制、空间格局等均发生了很大变化,国际油价持续飙升。在这种大背景的影响下,油气化探工作量骤减,化探队伍纷纷转向、改行,中国油气化探的发展再现低谷。这次低谷的出现与 20 世纪 60 年代初的低谷不同,当时中国工业技术水平落后,化探技术方法不成熟,仪器设备落后。现在则完全不同,技术方法已经成熟,已经拥有国际先进的仪器设备,中国油气化探技术水平和已取得的勘探成果已进入国际先进行列。这时,油气化探再次走入低谷的主要原因是什么?笔者认为可能有以下几点原因。

①决策层对化探的理论认同存在差异,以致化探在油气资源勘查中的地位有所削弱,未被真正列入勘查技术方法系列来统一规划和实施。

②中国油气资源勘探的主体是石油公司,其增储上产压力很大,而国际油价飙升,成本压力缓解。在勘探难度越来越大的形势下,偏向于用地震和钻

井达到快速侦破的目的。

③自身宣传不够。化探的技术优势和大量的勘探成果还没有让新一代勘探家充分认识和了解。只在部分新区域在一些特殊困难的地区部署了一些化探工作,化探成果得到验证的周期太长,短期内效果难以显现,进一步深入研究受到限制,更延长了勘探家认识和了解化探的过程。

④化探技术的发展没有跟上新形势下油气勘探的需要,不能满足勘探家解决勘探难题的期望。

在 20 世纪 60 年代初油气化探进入低谷的时期,只有 101 队一支化探队伍苦苦支撑,目前却有一大批科技人员继续深入地开展研究,他们分布在中国石化、中国石油、中科院、国土资源部、有色金属、冶金、核工业及高等院校各系统。研究领域涉及陆地地表油气化探、海上油气化探、井中油气化探、非烃气化探等,研究课题有企业和部委层面的,也有国家自然科学基金和“863 科技攻关”层次的,内容包括基础理论、应用基础、新技术开发等,都取得了一些重要的进展。成果不仅为学科的持续发展奠定了基础,也为化探技术在未来油气资源勘探中发挥更大的作用蓄积了能量。中国的油气化探正处于蓄势待发的阶段。

此期间,一些重要事件如下。

2003 年,中国石化石油勘探开发研究院合肥石油化探研究所和中国石油大庆油田勘探开发研究院共同起草修订的中华人民共和国石油天然气行业标准《油气化探试样测定方法》(SY/T6009-2003)由国家经济贸易委员会发布、实施。

2004 年 9 月,第五届全国油气化探学术会议在安徽黄山召开,来自中国石化、中国石油、中科院、国土资源部、有色金属、冶金、核工业和高等院校的代表 80 多人参加会议,针对中国油气工业发展和创新的需求交流了“十五”计划以来油气化探所取得的新进展、新成果,探讨了油气化探发展中的技术难题,展望了油气化探学科和技术的发展趋向。刘光鼎院士主持大会并在总结报告中指出,地质、地球物理和地球化学勘探三位一体的勘探模式是油气勘探成功经验的总结。其中油气化探技术具有快速、经济、直接的优势,是降低勘探成本、减少勘探风险的有效手段。他希望全国的化探工作者要坚定信心,奋力拼搏,开拓创新,为中国石油工业的发展做出更大的贡献。

2005 年 3 月,中国石化石油勘探开发研究院实施科技资源重组,合肥石油化探研究所建制撤销,与荆州新区勘探研究所和无锡实验地质研究所重新组建为无锡石油地质研究所,化探作为该所主要业务之一继续发展。

2008 年,中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所和中国石油东方地球物理勘探公司共同起草、修订的中华人民共和国石油天然气行业标准《石油与天然气地表地球化学勘探技术规范》(SY/T 6002-2008)由国家发展和改革委员会发布、实施。

2 展 望

作为一种勘查技术方法,化探在 20 世纪中国油气资源勘探中做出了积极的贡献,在未来的油气勘探中仍将发挥更重要的作用,自身也将得到更大的发展。这是因为油气化探具有直接、快速、成本低的突出特点或技术优势。化探测量的主要目的是确定探区内烃类的存在与分布,同时为特定的勘探目标和圈闭确定是否有烃类充注。它不依赖地下油气藏的类型,无论是构造圈闭还是非构造圈闭,只要地表能检测到烃类异常或烃类微渗漏引起的次生变化,就能确定有效油气系统的存在。根据检测到的渗漏烃的成分和结构组成可以指明一个盆地或一个区带乃至一个圈闭是含油还是含气。通过化探确定伴生有强烃类异常的目标,能够有效地提高二维和三维地震数据的价值,降低勘探风险,提高成功率。原地矿部华东石油局总工程师陈沪生在总结其勘探经验时(2004)指出:“在圈闭评价阶段和预探井的部署中,应坚持一个基本原则,即圈闭与烃类异常同时存在才能打井的原则,只有这样才能提高勘探成功率”。这对新一代勘探家很有指导意义。另外,中国国民经济发展的需求和油气资源勘探的现状也为油气化探的发展提供了广阔的空间。

2.1 能源需求的严峻形势创造了油气化探技术发展的机遇

近年来,中国经济发展的高速度使原油消费量持续快速增长,2002 年中国已经成为世界第二大石油消费国,石油对外依存度逐年攀升。2001 年中国石油对外依存度只有 30%,而 2008 年已达到 52%,越过了国际公认的警戒线。从 1993 年中国成为石油净进口国起,中国突破这一警戒线仅用了 15 年的时

间^[21-22]。据统计,2003 年中国石油的年进口量为 $9100 \times 10^4 \text{t}$,其中原油进口量为 $8299 \times 10^4 \text{t}$ 。2008 年中国石油净进口量达到 $20067 \times 10^4 \text{t}$,其中原油进口量为 $17888 \times 10^4 \text{t}$,而国内共生产原油 $18972.8 \times 10^4 \text{t}$ 。专家预测,由于中国国民经济的高速发展,石油需求将继续保持旺盛增长的势头,但国内原油产量增幅仍将缓慢,预计,国内石油消费量到 2010 年和 2020 年将分别增加到 $4.25 \times 10^8 \text{t}$ 和 $5.72 \times 10^8 \text{t}$,对进口石油的依存度将达到 55% 和 66%(据中国石油化工信息网,2008-9-24)。面对这种形势,无论从国家安全的角度,还是从石油人的责任出发,都将刺激石油地质学家、石油勘探家要想方设法为国家去发现更多的油气,提供更多的储量。新一轮油气资源大调查不久将会到来,作为综合勘探技术之一的油气化探技术在未来的勘探活动中将迎来更有利的发展机遇。

2.2 中国油气资源勘探的现状为油气化探技术的发展提供了广阔的空间

中国约有 500 多个沉积盆地,沉积岩面积有 $670 \times 10^4 \text{km}^2$ (陆上 $520 \times 10^4 \text{km}^2$,近海大陆架 $150 \times 10^4 \text{km}^2$)。据全国资源评价结果,石油总资源量为 $1086 \times 10^8 \text{t}$,天然气总资源量为 $56 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。油气资源探明程度总体不高,其中石油探明程度不到 40%,天然气探明率不足 15%^[23-24],因此剩余的油气资源总量还比较丰富。但是,剩余油气资源的赋存条件相对较差。据统计,中国剩余的石油资源只有 25% 分布在平原区,75% 都分布在复杂地理环境中,其中沙漠、戈壁、黄土塬和高原的剩余资源占总剩余资源的 49%,海域占 16%。剩余的天然气资源在平原区的分布只占 13%,而山地、沙漠、戈壁、黄土塬和高原的剩余资源量约占总剩余资源的 53%,海域占 25%。说明中国未来的油气勘探对象所处的自然地理环境越来越复杂,油气勘探的难度会越来越大,对勘探技术的要求也越来越高^[23-25]。油气化探以其独特的技术优势在这些地区的勘探中将大有作为,复杂地表条件区的资源勘探为油气化探技术提供了更为广阔的发展空间。

2.3 降低勘探成本的市场需求将促进化探技术更广泛地被应用

随着勘探程度的逐渐提高,好找的油气资源越来越少,油气勘探的难度越来越大,勘探成本也越来越高。21 世纪初曾有人预测,中国油气勘探成本将

以年平均 5% 的趋势增长,到 2010 年将上升到 80 元/t 左右。实际上,目前已远远超过预期。根据中国石油和中国石化 2002—2007 年的年报数据,中国石油和中国石化的单位勘探费用成本都呈现稳步攀升且升幅加大的增长趋势。2007 年比 2003 年增加 83%,中国石化比中国石油单位勘探费用成本还要高出 37%~76%^[26]。降低勘探成本的需求十分迫切,而降低成本的主要途径不外乎运用合理的勘探程序和综合勘探技术,提高勘探命中率和成功率。中国工程院院士曹湘洪(2005)指出:“地球物理找圈闭,见了圈闭就打井的办法早已过时,应研究油气运移、聚集、成藏的问题,但往往这些研究是靠地质学家的理性思维,发挥地球化学的作用,可能更能帮助这些研究。”油气化探可以直接检测探区内与油气有关的烃类信息,与地震配合使用,能帮助勘探家寻找有利的勘探目标,少打空井,提高勘探命中率,缩短油气发现的周期,有效地降低勘探成本。况且,在所有勘探技术手段中,化探的费用投入最低。因此,化探技术的低成本优势也决定了其在未来的油气勘探中有着广阔的应用前景。

3 结 论

(1) 油气化探是为寻求勘探成功而采取的许多有用技术中的一种,只要使用得当,可以有效地降低勘探风险和勘探成本,提高勘探成功率。

(2) 油气化探在油气资源勘探中发挥的作用取决于决策层的重视程度和有效的组织。

(3) 未来石油勘探开发面临的挑战为油气化探技术的发展带来了机遇,也创造了巨大的发展空间。油气化探概念、理论和技术方法的创新将推动学科的可持续发展,广阔的应用前景和在油气资源调查与勘探中的广泛应用,将促进油气化探技术达到一个新的水平。

致谢:本文是在谢学锦院士的鼓励下完成的,得到国土资源部信息中心吴传璧研究员的指导和帮助,特致谢忱!

参考文献

- [1] 杨育斌,张金来,吴学明,等.油气地球化学勘查[M].武汉:中国地质大学出版社,1995:2-4,234-286.
- [2] 刘崇禧,赵克斌,余刘应,等.中国油气化探 40 年[M].北京:地质出版社,2001:1-45.
- [3] 刘崇禧,徐世荣.油气化探方法与应用[M].合肥:中国科学技术大

- 学出版社,1992:4-21.
- [4]吴传璧,邱郁文,陈玉明,等.油气化探发展脉络与思考[M].北京:地质出版社,1996:21-77,128-140.
- [5]张刘平.中国油气勘查地球化学的主要进展[J].科学中国人,2004,(8):57.
- [6]程同锦.我国油气地球化学勘探技术发展的回顾与展望[C]//杨朴.中国新星石油文集.北京:地质出版社,1999:106-112.
- [7]程同锦,王者顺,吴学明,等.烃类运移的近地表显示与地球化学勘探[M].北京:石油工业出版社,1999:1-180.
- [8]程军,刘崇禧,赵克斌,等.油气垂向微运移的证据及特点[J].石油与天然气地质,2000,9(3):236-237.
- [9]汤玉平,丁相玉,吴向华,等.中国主要含油气盆地区域地球化学场参数特征及其成因研究[J].石油勘探与开发,2001,28(3):1-4.
- [10]姜洪训,刘生福.地表烃类探测油气藏的基本原理与效果[J].西北大学学报(自然科学版),1996,26(4):335-339.
- [11]田世澄,袁欣艺.油气化探异常的形成机制及识别方法[J].地质科技情报,1991,10(3):57-62.
- [12]贾国相.地表油气化探的影响因素及消除方法[J].物探与化探,2004,28(3):218-221.
- [13]邓国荣.浅议油气化探的干扰因素[J].石油与天然气地质,2006,27(5):675-681.
- [14]刘庆生,程同锦,刘树根.综合磁学、地球化学与矿物学原理评价“烟筒效应”的机理[J].科学通报,1997,42(15):1569-1574.
- [15]程志纯.化探在我国石油普查勘探中的应用与成就[J].石油与天然气地质,1989,9(3):283-290.
- [16]孙春岩,吴锡生.油气化探在石油普查勘探中的应用[J].长春地质学院学报,1990,20(1):347-352.
- [17]程同锦,戴联善.第四届全国油气化探学术会议论文集[C].武汉:中国地质大学出版社,1998:7-161.
- [18]程同锦,吴学明.海上油气化探技术现状与建议[J].中国海上油气(地质),1998,12(3):188-192.
- [19]赵青芳,李双林.我国海域油气化探研究现状[J].海洋地质动态,2006,22(4):6-8.
- [20]王锡福,陈安福.鄂尔多斯盆地非地震油气勘探[M].北京:地质出版社,1992:11-232.
- [21]陈刚.原油进口遇阻[J].中国海关,2009,(3):56-57.
- [22]田春荣.2008年中国石油进出口状况分析[J].国际石油经济,2009,(3):31-39.
- [23]瞿辉,赵文智,胡素云.我国油气资源潜力及勘探领域[J].中国石油勘探,2006,(4):1-5.
- [24]周庆凡.我国石油资源分布与勘探状况[J].石油科技论坛,2008,(6):13-17.
- [25]潘继平.中国油气资源勘探现状与前景展望[J].地质通报,2006,25(9/10):1055-1059.
- [26]郑德鹏.中外石油公司油气上游成本指标与成本变化对比分析[J].国际石油经济,2008,(9):33-39.