

油气成控条件和探采结合 研究文集

郭仁炳 李景芹 著

石油工业出版社

油气成控条件和探采结合 研 究 文 集

郭仁炳 李景芹 著

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书收录了作者 1987~2000 年期间撰写的 15 篇文章,内容包括石油地勘单位的改革和发展,塔里木盆地的油气成控条件,复杂高难油气险井的分析和处理,凝析气藏的开发和利用四个方面。

本书可供从事油气勘探开发的工程技术人员、管理人员及相关专业大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

油气成控条件和探采结合研究文集/郭仁炳,李景芹著.
北京:石油工业出版社,2001.10
ISBN 7-5021-3536-7

I.油…

II.①郭…②李…

III.油气藏-研究-文集

IV.P618.13-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068133 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)
北京乘设伟业科技排版中心排版
北京密云华都印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 4 插页 446 千字 印 1—1000

2001 年 10 月北京第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3536-7/TF·2610

定价:38.00 元

作者简介

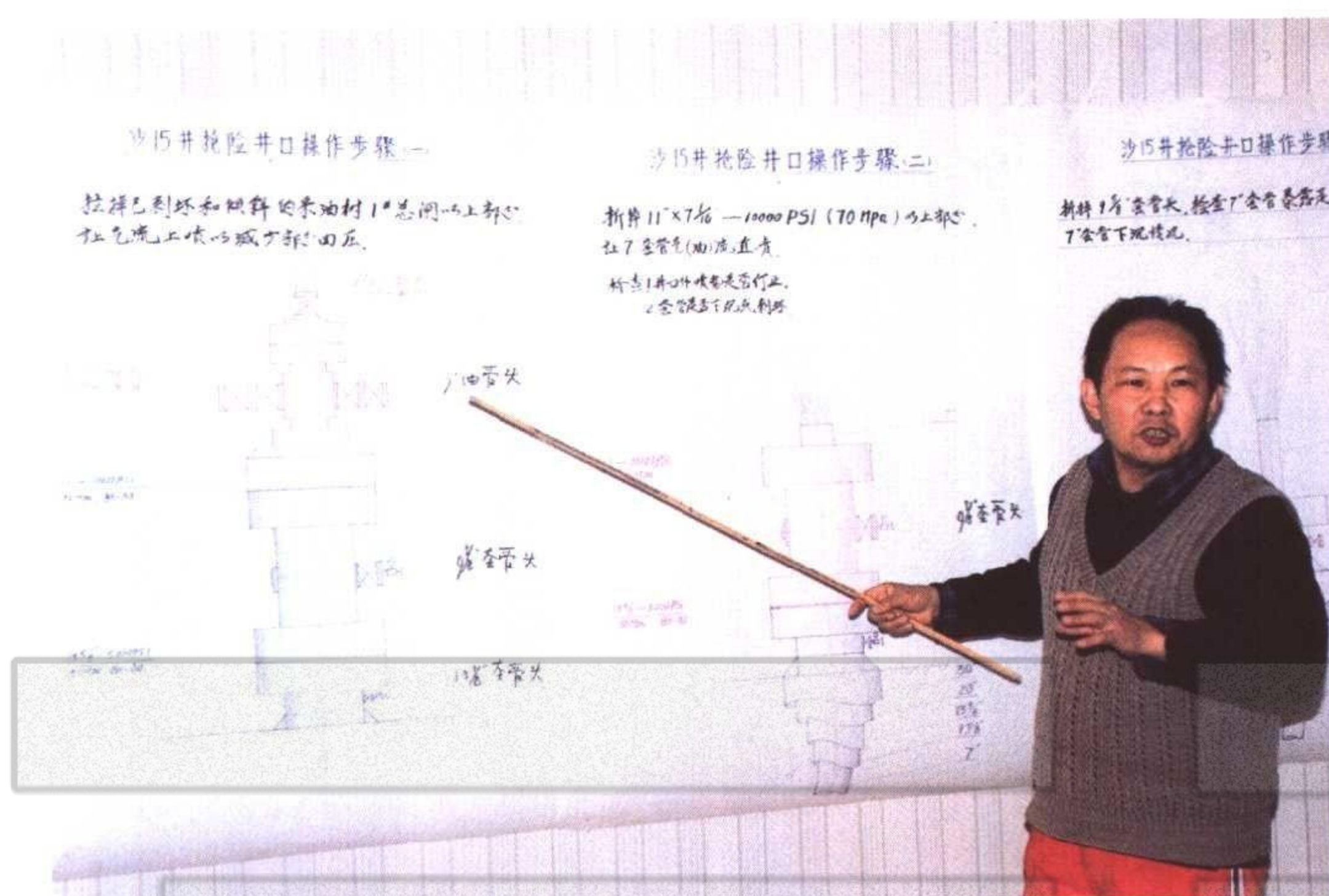
郭仁炳，1936年2月生，湖北省公安县人，教授级石油地质高级工程师。历任华东石油局副局长，原地矿部塔北油气勘察联合指挥部指挥，西北石油地质局副局长、局长和党委书记，原石油地质海洋地质局咨询中心副主任，中国新星石油公司咨询中心委员。先后担任江苏省地质学会理事、常务理事，中国地质经济学



会理事，中国矿业协会常务理事，新疆矿业协会副理事长。被中国地质大学(武汉)聘为兼职教授。享受政府特殊津贴。

作者自1956年初参加石油地质工作以来，曾在苏、浙、皖、豫和广东、新疆从事地面地质、钻井地质、地质综合研究、油气测试和试采、酸化压裂、岩盐和天然CO₂试采等技术工作，以及从事地质、工程、生产、技术安全、经济等专业技术管理工作，曾参与、组织、主持和领导若干重要油气井的试油、大型酸化压裂、打人工隔板堵水，以及复杂高难油气险井的抢险压井作业，为苏北和塔里木盆地的石油地质工作作出了重要贡献。其业绩先后入选《中国地质矿业家列传》、《中国企业家大辞典》、《中国专家人才库》、《世界名人录》、《二十一世纪人才库》、《世界优秀专家人才名典》等十多种辞书。

作者在从事专业技术和行政领导工作的过程中，积累了比较丰富的实际经验和专业知识，编写了不少有关专业技术方面的设计、规程、报告和总结。同时，作者还利用自己的知识和经验，就地质工作体制改革和油气探采结合，地层流体压力理论和运用，油气运移和成藏机理，碳酸岩盐油气成控条件和岩溶缝洞黑油储集体，烃类气油比变化和影响因素，沉积压实和理论孔隙度，油气测试工作和生产技术安全，复杂高难油气事故井的技术状况和抢险压井工艺技术，石油地质工作的发展战略和找油工作实践等方面，进行了深入探索和研究，提出了一些新的有价值的学术见解、工程措施和找油思路，并先后在《中国地质》、《中国地质矿产经济》、《地球科学》、《国土资源科技管理》、《石油钻探技术》、《试采技术》、《中国地质矿产报》等十余种报刊发表不少论文，1996年出版第一部文集《油气资源和油气工作研究》，《油气成控条件和探采结合研究文集》是作者出版的第二部文集。



在沙 15 井抢险压井方案讨论会上发言



在沙 15 井现场分析险情



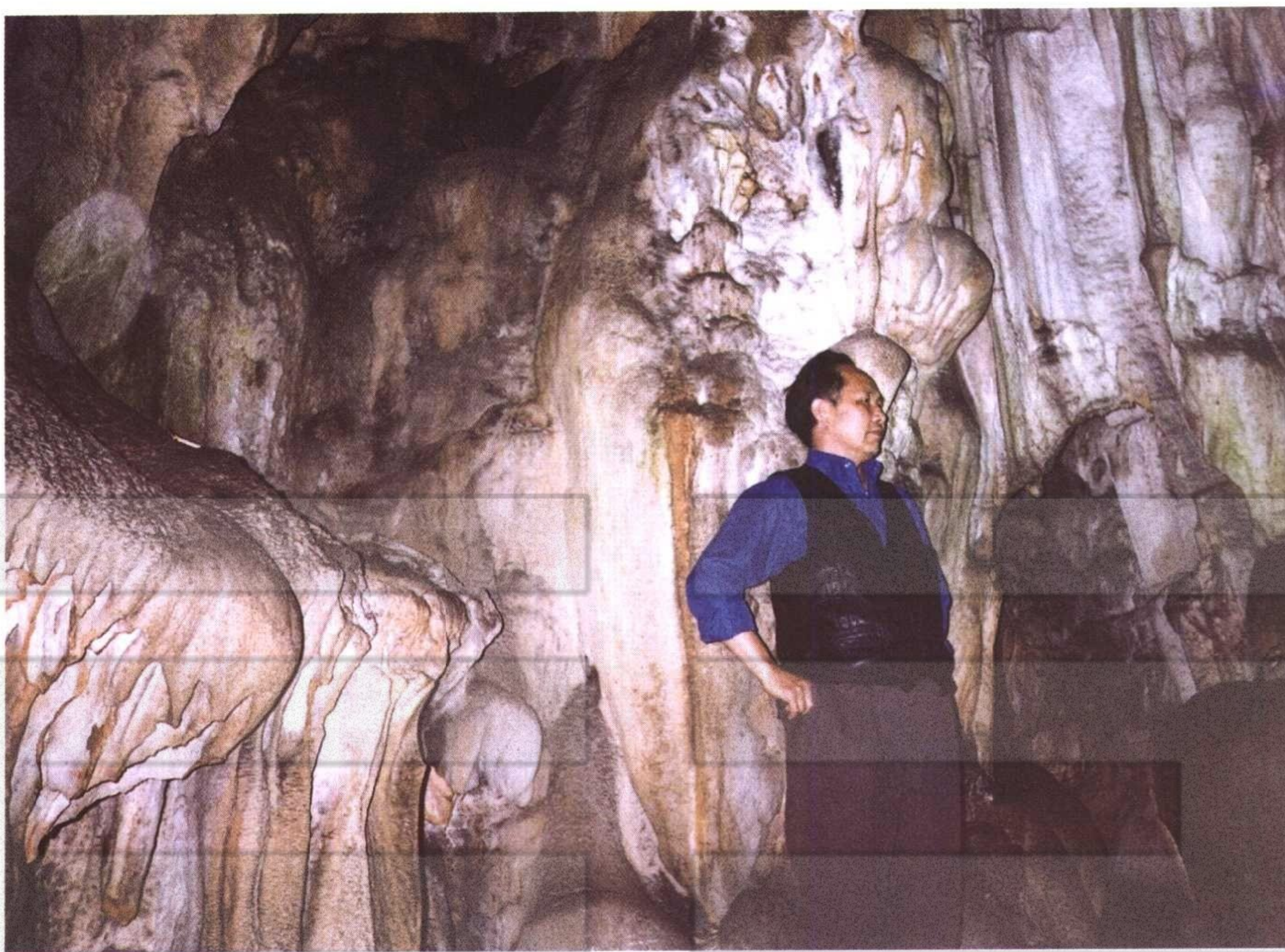
在井场观察和分析压井情况



作者李景芹在沙 15 井压井现场记录施工情况



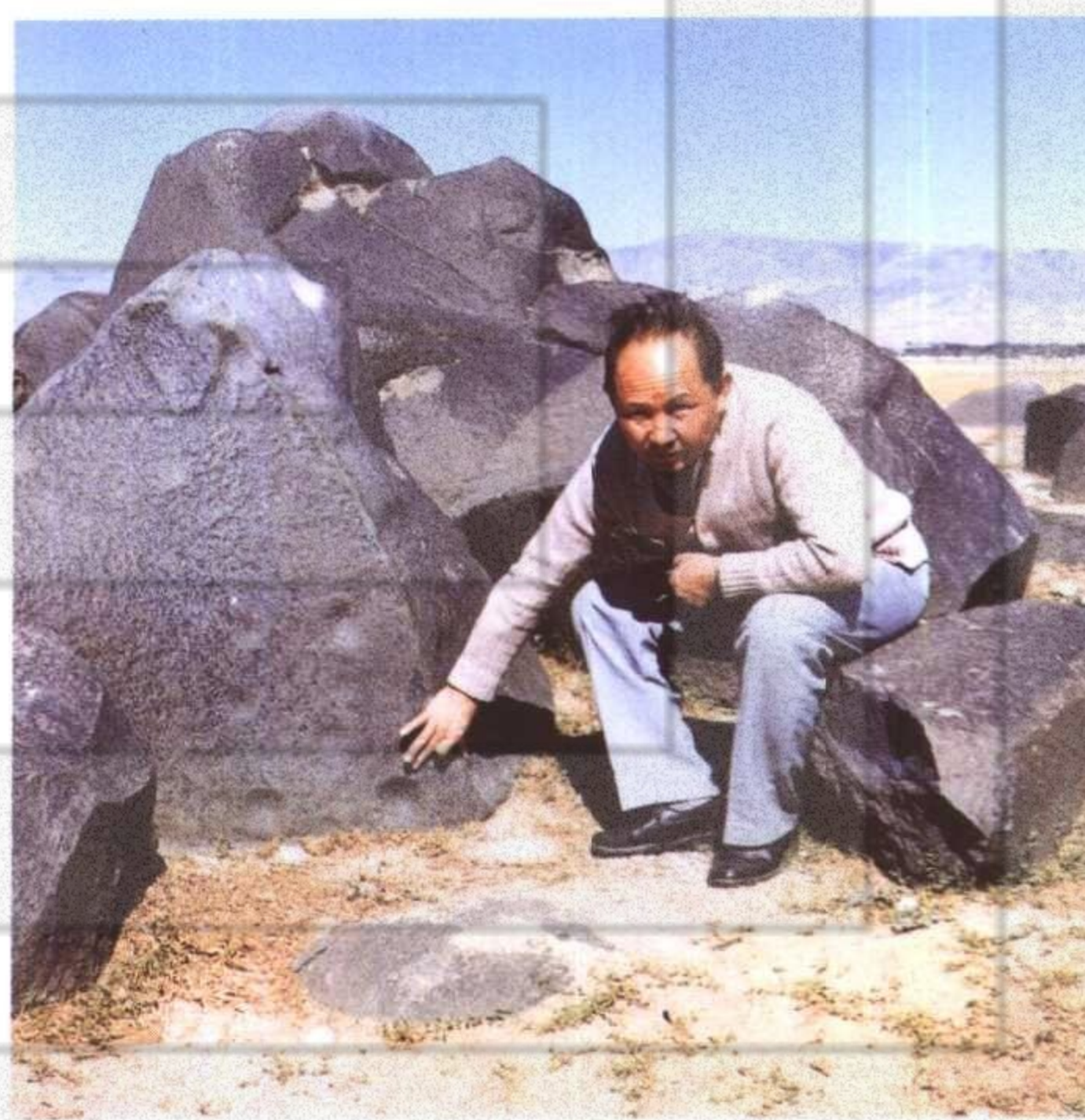
观察塔河油田下奥陶统石灰岩岩心



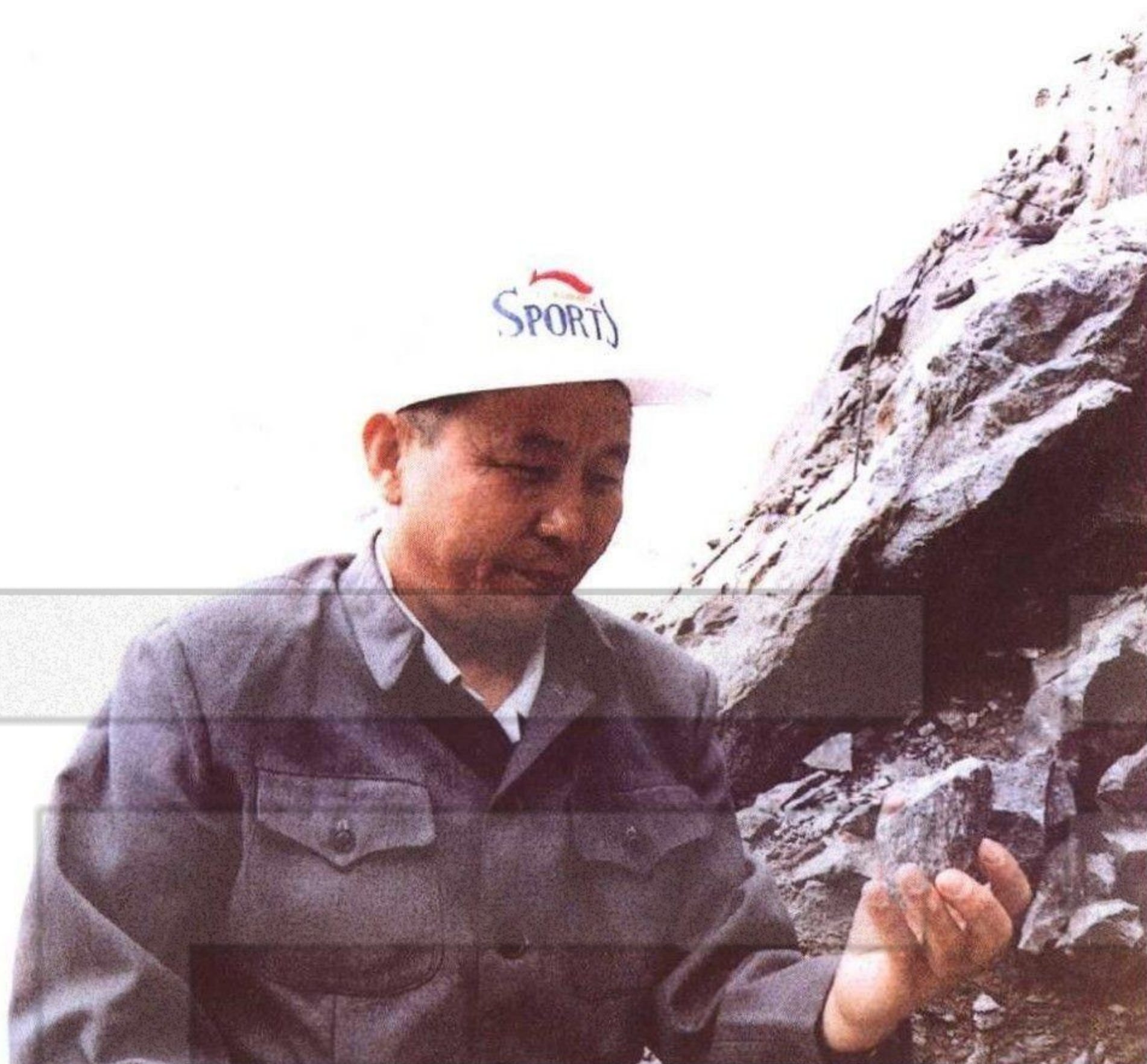
在南方第四纪溶洞中考察



在云南进行地质考察



在准噶尔盆地西部对陨石堆进行考察



在天山进行地质考察



对油气井安全生产进行检查



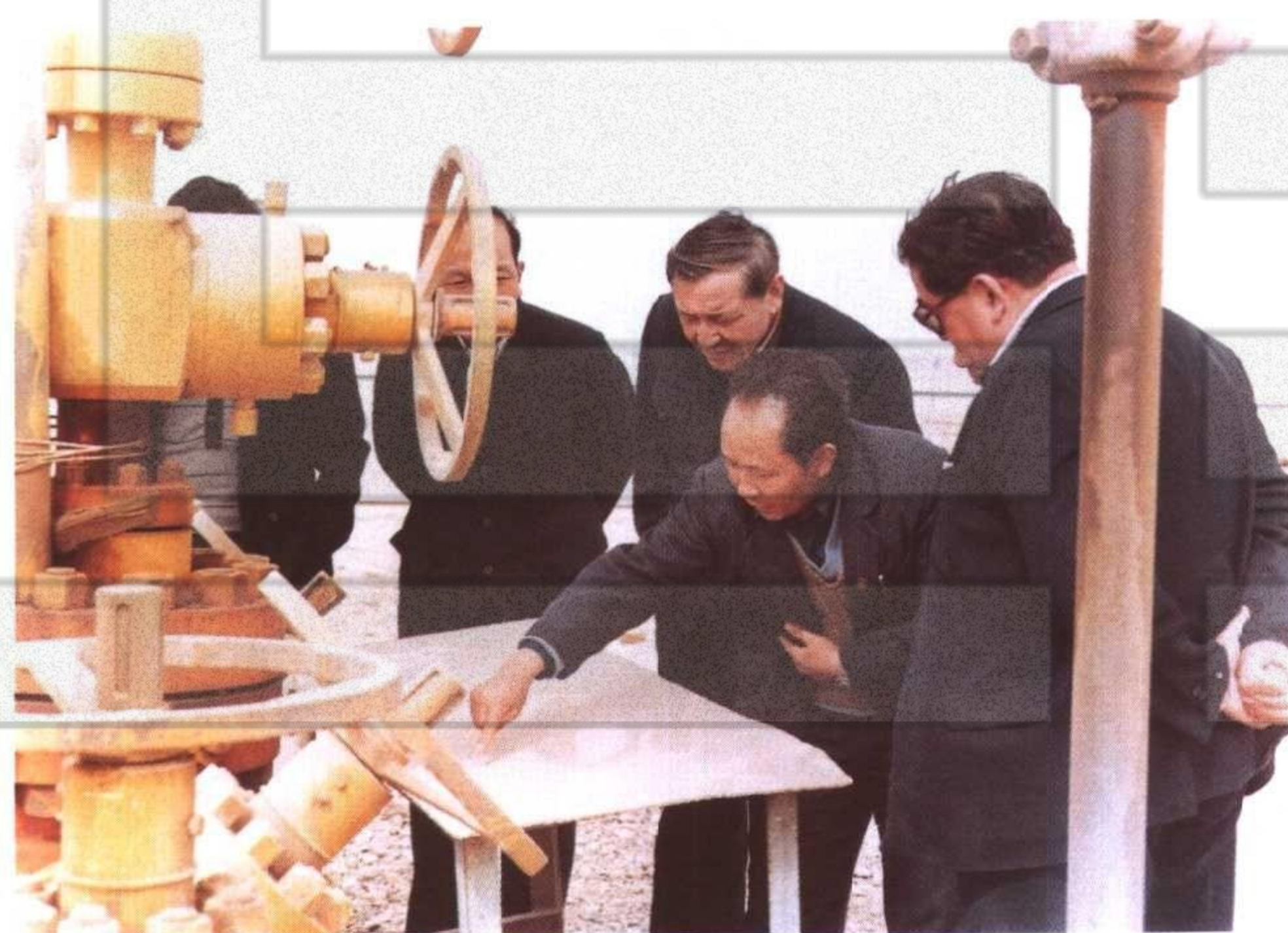
深入地震队野外施工现场检查生产安全工作



向全国人大法制委员会领导汇报西北石油局油气勘探情况



向兄弟单位领导介绍西北石油局油气探采结合情况



向当地党政领导同志介绍西北石油局取得的油气勘探开发成果

前言

《油气成控条件和探采结合研究文集》是笔者继《油气资源和油气工作研究》文集出版后的第二部文集,收录了 1987~2000 年期间撰写的 15 篇文章,其内容大致包括石油地勘单位的改革和发展,塔里木盆地的油气成控条件,复杂高难油气险井的分析和处理,凝析气藏的开发和利用四个方面。由于前两个方面的内容直接关系到塔里木盆地的油气评价和勘探前景,比较重要,故将本文集取名为《油气成控条件和探采结合研究文集》。现借此机会,着重就三个问题作些说明。

一、油气探采结合问题

笔者是油气探采结合的倡导者和实践者。但是,在当时,石油地勘单位,特别是像西北石油地质局(以下简称西北局)这样身处边远地区而又比较弱小的石油地勘单位,能否通过实行油气探采结合,走出困境,闯出一条改革、发展之路,却是一个议论较多、疑虑较重、阻力较大的难题。

首先,在当时,计划经济条件下形成的探采分离、部门分管,地勘单位只探不采的地质工作旧体制尚存,并按照“以地质找矿为中心”的方针,继续发挥着作用。同时,地矿部门所确立的改革思路 and 目标是实现地质成果商品化、地勘单位企业化、地勘队伍社会化,而实现地质成果商品化又是实现地勘单位企业化和地勘队伍社会化的前提和关键。在这种情况下,西北局实行油气探采结合,不仅与地质工作旧体制相冲突,违反“以地质找矿为中心”的方针,而且与地质成果商品化的改革思路和目标相背离。因此,一方面是上级领导认为搞探采结合的方向不对头,提出要“纠正”;另一方面是部分干部职工对探采结合信心不足,认为随时都有可能夭折。

其次,塔里木盆地位于荒凉的西部边远地区,交通不便,社会经济条件很差,而且油气埋藏很深,地质条件比较复杂,勘探开发成本很高,难度很大,风险很大,加之竞争对手十分强大,西北局比较弱小,因而一些人士认为,在这样毫无地缘优势的地区搞油气探采结合,一缺资金,二缺技术,三少经验,不仅起步艰难,而且也赚不了钱,发不了财,将难以维系。

面对上述种种困难和诸多压力,笔者之所以仍然倡导并率领西北局坚持实行探采结合不动摇,主要是基于以下四点:

第一,塔北油气勘查会战于“八五”之初解体、会战队伍外撤后,西北局陷入地勘费和实物工作量锐减,人员大量富余,设备严重老化的艰难困境,不搞探采结合就别无其他出路。

第二,笔者在下扬子地区从事石油地质工作 30 多年,不但取得了在十分复杂地质条件下开展找油气工作的实践经验,而且取得了对苏北复杂小断块油田实行探采结合的实践经验。同时,西北局的主要地质技术人员都经历过华北和青海地区的找油气工作,同样积累了找油气工作的实践经验。更为重要的是,塔里木盆地的地质条件虽比较复杂,但复杂程度不如下扬子和华北地区,而且其油田面积比苏北小断块油田的面积要大得多,因而在该盆地实行探采结合,风险相对较小,成功的把握相对较大。

第三,邓小平 1992 年春天南巡重要谈话,不仅为全国人民深化改革和加快发展提供了强大的思想武器,同时也为西北局冲破地质工作旧体制的束缚,实行油气探采结合,提供了强大的思想武器。

第四,塔里木盆地虽没有地缘优势,但油藏压力很大,单井产量很高,自喷时间很长,资源

优势很好。西北局虽然弱小,无法与强大的竞争对手在大范围内展开竞争,但可选择资源优势更好的某个合适油田作为探采结合的突破口和起点,“集中必要的力量勇打增储上产的争夺战”。

事实上,西北局之所以在十分艰难的困境中,不向上要钱,不挤占地勘费,不向银行贷款,不要外部援助,就能迅速崛起,最基本的一条,就是用邓小平理论统一了干部职工的认识,增强了信心,进而依靠资源优势和地质科技优势,以及科技人员和干部职工的共同努力,通过实行探采结合,向地要油,以油变钱,滚动发展而实现的。这个事实,不仅使人们消除了对探采结合的种种疑虑,更重要的是使上级部门看到了塔里木盆地的油气资源优势,重新加大了对该盆地的勘探开发投入,因而西北局得以在“九五”期间进而找到了储量超亿吨的塔河大油田,油气产量也由“八五”末的 $30 \times 10^4 \text{t}$ 迅速上升到“九五”末的 $200 \times 10^4 \text{t}$ 。

二、油和气的关系问题

在地质工作旧体制下,石油地勘单位所从事的是单一油气勘查,而且在勘查过程中找到油也行,找到气也行,均可获得同等的“轰动效应”,因而无需研究油和气的关系,更用不着研究在什么条件下和地区能够形成和找到油田,又在什么条件下和地区能够形成和找到气田。但是,以下两件事却使我们无法再回避油和气的关系问题。

第一件事:1990年11月中旬,西北局在西达里亚发现了带气顶的三叠系油藏。按照国家颁布的《石油天然气勘探标准》(SY/T 1619—1995,以下简称《勘探标准》)的规定,这种气顶油藏应属“过饱和油藏”,而且“饱和压力等于气油界面的原始地层压力”,气顶是因“过饱和”而形成的。然而,通过测压和取高压物性样进行分析,气油界面的原始地层压力为50.7MPa,油藏饱和压力却只有30.1MPa,气顶的饱和(露点)压力也只有45.7MPa,后二者不仅不与前者相等,而且比前者分别低19.7MPa和5.0MPa,与《勘探标准》的规定大相径庭,很难用“过饱和”加以解释。另一方面,如果用一些学者关于“不饱和”(即饱和压力小于原始地层压力)的观点加以解释,那么气顶又是怎样形成的?如果用某些专家关于生烃母质不同(即有的烃源岩以生气为主,有的烃源岩以生油为主)的观点加以解释,那么,储存于同一圈闭内的烃类应源于同一生烃母岩,烃类的性质和组分应基本相同,不应出现上气下油两种不同的烃类。总之,西达里亚三叠系气顶油藏所提出的问题,很难用流行的学术观点进行解释。

第二件事:西北局起步搞探采结合之后,必须在找油还是找气的问题上作出抉择。这是因为,在经济技术条件较差的塔里木盆地,找到油田后能及时转入探采结合,滚动发展,获得收益;找到气田后,不仅在较长时间内不能投入开发利用,反而会造成资金积压,经济实力很弱的西北局实难承受。因此,当时西北局最紧迫的首要任务是尽快找到油田。但是,到何处去找油,又从何着手呢?这就不得不研究油和气的关系,不得不研究油藏形成的条件和有利地区,否则,不仅难以找到油田,而且会造成浪费,探采结合也将难以维持。

可以说,正是上述两件事,特别是当时的一种危机和紧迫感,促使笔者除布置科研单位研究上述问题外,又亲自动手,按不同气油比、不同层系、不同地区、不同深度四个方面,对已有的油气井层和油气藏进行了统计分析,对气油比的变化及影响因素进行了研究,从而获得三点认识。

一是关于塔里木盆地烃类组成和分布状况的认识。统计表明,该盆地的烃类组成虽然较全,但占主导地位的是低含气的黑油和高含油的凝析气两种烃类。而且在层系方面,黑油类主要分布于寒武奥陶系、石炭系、三叠系三个较早层系中,凝析气类主要分布于白垩系、下第三系、中新统三个较晚层系中;在地区方面,黑油类主要分布于沙雅隆起南部以及塔中地区,凝析

气类主要分布于沙雅隆起北部地区;在深度方面,黑油类主要分布于 5000m 以浅的深度范围,凝析气类主要分布于 4500m 以深的深度范围。

二是关于烃类气油比变化及其影响因素的认识。无论盆地烃源岩是海相地层还是陆相地层,烃类生成之初,并非单纯的油,也非单纯的气,而是一种油气混合体。同时,油和气在混合体中所占比例的大小,不仅与生烃母质不同有关,而且与生烃时的埋深、压力、温度三个条件不同有关。其次,油气混合体生成后,或因本身向上运移,或因盆地上升并遭受剥蚀,其埋深相应变浅,压力温度相应变低。在这个过程中,首先是油气混合体分异成以油为主和以气为主的两种烃类,随后是油类向稠化方向演变,所含溶解气越来越少,气油比越来越低;气类则向干化方向演变,所含凝析油越来越少,气油比越来越高。同时,在这个过程中,如遇到合适的圈闭,油类或者气类就会进入圈闭,并会随圈闭上升、减压、降温而形成带气顶的油藏,或是形成带油环的凝析气藏。反之,油类或者气类进入圈闭后,盆地若停止上升,圈闭不再减压、降温,就只能形成没有气顶的油藏或是形成没有油环的凝析气藏。

三是关于油(气)藏饱和压力与地层压力关系的认识。资料表明,每个油(气)藏不仅有自己的地层压力,而且有自己的饱和(露点)压力与地饱(露)压差。但是,从地质活动论的观点来看,每个油(气)藏形成当时和形成之后所处的埋深、压力、温度三个条件,并非固定不变,而是要经历或长或短或大或小的变化过程。同时,在这个变化过程中,饱和(露点)压力只与油(气)藏最终形成(定型)当时所处的地层压力直接相关,而与油(气)藏现时所处的原始地层压力无直接关系,地饱(露)压差则只与油(气)藏最终形成(定型)后盆地下沉而接受沉积的厚度直接相关,而与油(气)藏本身的“饱和程度”无直接关系。而且,油(气)藏最终形成(定型)当时所处的埋深越浅,压力、温度越低,其饱和(露点)压力以及油中所含溶解气(或气中所含凝析油)也越低;油(气)藏最终形成(定型)后,盆地下沉而接受沉积的厚度越大,地饱(露)压差也越大。因此,根据现有各个油(气)藏的原始地层压力、原始饱和(露点)压力以及地饱(露)压差,不仅能够判断油(气)藏最终形成当时的大致时间、埋深以及最终成藏后的埋深变化,而且可将它们成藏的历史和状况大致归纳为“早油(稠油)浅成深埋”、“晚油(稠油)浅成浅埋”、“晚油(挥发油)深成深埋”、“晚气(凝析气)深成深埋”、“晚气(湿)中成中埋”五类。

笔者通过上述研究,不仅提出了不同于某些流行观点的学术见解,使油(气)藏饱和(露点)压力与地层压力的关系得到合理解释;而且对油和气的分布状况以及找油有利地区作到了心中有数,从而对西北局在激烈竞争环境中,坚持找油的勘探方向不动摇,起了重要作用。例如,20 世纪 80 年代后期和 90 年代初期,竞争双方在沙雅隆起东南部的艾协克至桑塔木地带各钻了一批井,但因对方未获预想油气成果,加之评价不高,从而将队伍撤到沙雅隆起北部的轮台至库车一带,并伸入西北局业已获准登记的大涝坝、牙哈等地进行勘探。当时,西北局的技术人员和干部纷纷要求调集力量,针锋相对的“以力相拼”,使笔者深感责任重大,压力重大。但考虑到大涝坝、牙哈一带是以“晚气深成深埋”类型的凝析气为主,而西北局最紧迫的是要在艾协克至桑塔木地带找到“早油浅成深埋”类型的油藏,因而只得顶住内外压力,不为所动,并采取“区别对待”的策略,一方面对大涝坝、牙哈一带“以理力争”,补做少量二维地震工作;另一方面则反而将牙哈至轮台地区的三维地震工作量于 1994 年底调到艾协克至桑塔木地带,增强该地带的勘探力度和勘探精度。该地带的三维地震构造图出来后,西北局接连部署了沙 46、沙 47、沙 48 三口井,结果不仅在三叠系和石炭系砂岩地层中钻获高产油气,而且在下奥陶统石灰岩溶洞中钻获稳定高产油气,始料不及地发现了规模巨大的塔河油田。由此可见,对一个像西北局这样弱小的石油地勘单位来说,只要拥有并发挥地质科技优势,勇于开拓创新,并按照有

所为有所不为的原则,研究好,规划好,部署好,实践好,就能在竞争中迅速发展壮大。

三、下古生界碳酸盐岩油气成控条件问题

笔者曾在下扬子地区与下古生界、上古生界、中生界三套碳酸盐岩地层反复打交道 30 多年,并在这三套碳酸盐岩的地面露头、井下岩心、采石场和坑道中见过众多的油气显示。同时,曾对钻遇这三套碳酸盐岩地层的若干口钻井和多处深部溶洞进行测试和酸化作业,但不是水多油微,就是油气产量很低或是极不稳定,加之地质条件很复杂,资料状况很差,现行油气地质理论和勘探技术方法难以适应,以致始终未找到一个碳酸盐岩油气田。

笔者到塔北工作后,看到该区下古生界碳酸盐岩的资料状况和地质条件比下扬子地区要好得多,钻获油气的大多数井虽然是“高产瞬逝”,但毕竟已找到雅克拉、阿克库勒等下古生界碳酸盐岩油气田,而且油气产量很高;特别是发现塔河下奥陶统石灰岩溶洞油藏的沙 48 井,年产油超过 $10 \times 10^4 \text{m}^3$,对西北局“九五”期间加快发展起了决定性作用。因此,其他地区的石油局若能借助西北局寻找下古生界碳酸盐岩油气田的正反经验,在我国其他地区,特别是中下扬子和南方地区,也找到碳酸盐岩油气田,不仅能加快这些石油局的发展,而且将因此而改变我国南方缺油少气的局面。这也是笔者的希望。但是,当笔者阅过有关资料,参加有关研讨会之后,却发现人们对塔里木盆地下古生界碳酸盐岩油气成控条件的见解并不一致,特别是以下问题需要重新认识。

1. 下古生界碳酸盐岩的生排烃条件问题

自 1984 年秋,沙参 2 井首次在下奥陶统中钻获高产油气,发现雅克拉碳酸盐岩古潜山块状凝析气藏之后,经过多年的科技攻关,认为下古生界,尤其是寒武系一下奥陶统存在以石灰岩为主(占 60%)、泥岩为次(占 40%),来源于菌类的高有机丰度的优质烃源岩;特别是在塔东北满加尔坳陷,这套烃源岩最发育,生烃条件最佳,因而其油气远景评价也最好。同时,一些专家和学者还认为,以石灰岩为主、泥岩为次的下古生界烃源岩,不但可以长期,多次生烃,而且目前已发现的各层系所含油气,主要是来自这套烃源岩生成的油气。但是,以下 4 点却与这些见解和评价不符。

第一,在满加尔坳陷钻了一批井,却无一口井见油气显示,与上述评价大相径庭。

第二,包括沙参 2 井在内,塔北一些油气井的油样,经做微古分析,除东河塘石炭系原油的微古化石全部为石炭纪孢粉外,其余均含有大量中生代、少量晚古生代和少量第三纪的孢粉、菌藻类微古化石,却不含早古生代菌藻类微古化石,从而说明这些井的油气,并非来源于下古生界烃源岩生成的油气,而是来源于中生界、上古生界和第三系烃源岩生成的油气。

第三,资料表明,碳酸钙沉积物成岩而老化的埋深不超过 3000m,成岩而老化的时间不超过 1 亿年。同时,在一般情况下,碳酸钙沉积物一旦成岩而老化,就变得非常致密硬脆,岩石基质的密度达 2.65g/cm^3 以上,孔隙度和渗透率下降到接近于 0,就很难再排出流体。因此,石灰岩类烃源岩大量集中生排烃的活动只能出现在它成岩老化之前;它成岩老化之后,即使尚具有很好的生烃条件,也只能少量分散生排烃,不可能再大量集中生排烃,更不可能长期、多次大量集中生排烃。

第四,从油气藏饱和(露点)压力所反映的成藏时间来看,除东河塘石炭系油藏的饱和压力很低(4.23MPa),大致形成于燕山早期而外,其余油气藏的饱和(露点)压力均较高,大致成藏于喜山早期至末期。但此时,下古生界灰岩类烃源岩因成岩老化而丧失大量集中生排烃能力的时间已逾 2 亿年之久,因而不可能再向这些油气藏提供油气源。

2. 下古生界碳酸盐岩的储集类型和测试评价问题

有关科研报告和专著认为,寒武奥陶系虽缺乏砂岩储层,但其碳酸盐岩普遍存在裂缝、节理、断层、晶间孔、溶洞、不整合面等多种类型的储集空间,因而具有“比较好”的储集条件。同时,一些专家和学者还认为,碳酸盐岩的储集形态主要有两种:一是“内幕裂缝层”,即碳酸盐岩内部某个层位的裂缝、节理比较发育,且层位比较稳定;二是“网络块状体”,即存在于碳酸盐岩不整合面之下或古潜山面之下的孔、缝、洞,在一定范围内相互联结而成“网络块状体”,并将阿克库勒下奥陶统石灰岩所含油气定型为带气顶的古潜山块状油藏。但是,从有关测试资料、沙 48 井生产动态资料,以及南方第四纪溶洞考察资料来看,下古生界碳酸盐岩的储集空间的形态结构却比较复杂。

第一,就盆地已钻遇的碳酸盐岩的储集空间类型而言,大致有两类。第一类是在碳酸盐沉积过程中而形成的原生储集空间,如石炭二叠系的生屑石灰岩、粒屑石灰岩、粒屑白云岩等。其储集空间形态主要是由粒间孔隙所构成的比较规则的多孔介质层状体。到目前为止,尚未在下古生界碳酸盐岩中钻遇这类储集空间,也未钻遇属于这一类的生物礁体。第二类是碳酸盐岩在地质改造过程中而产生的后生储集空间,主要包括白云岩晶间孔、古侵蚀面、岩溶缝洞、断层、裂隙、节理等。到目前为止,在下古生界碳酸盐岩中所钻遇的主要是这些后生储集空间。但是,由于碳酸盐沉积物在成岩之前塑性很强,泊松比值较高,抗压实的支撑能力很弱,很难形成各种有效的裂开面,更难形成溶蚀空洞;相反,只有在碳酸盐沉积物成岩之后,才能在地质改造过程中形成有效的孔、缝、洞。同时,就这些后生储集空间的形态结构来看,除具有晶间孔的白云岩可以形成比较规则的多孔介质层状体或双重介质块状体而外,其余均属非规则的缝洞储集体,非均质性特强,形态结构极其复杂;特别是缝、洞的延伸范围、大小变化、相互间的连通状况等,均很难把握。

第二,就盆地已发现的碳酸盐岩油(气)藏类型而言,大致有三类。第一类是受石炭二叠系粒屑石灰岩、生屑石灰岩、粒屑白云岩内幕构造和岩性圈闭控制而形成的多孔介质层状油气藏,巴什托、亚松迪两个碳酸盐岩油气藏即属此类。第二类是受震旦系、寒武系、奥陶系三者白云岩古潜山构造所控制,并由白云岩晶间孔、溶蚀缝洞与纵横交错的构造裂缝串通而形成的比较规则的双重介质块状油气藏,雅克拉、大涝坝、乌山三个碳酸盐岩油气藏即属此类。第三类是受下奥陶统石灰岩古风化溶蚀带内的溶蚀缝洞控制而形成的非规则岩溶缝洞油气藏。这一类又可大致分为上、下两带。上带位于下奥陶统石灰岩古风化溶蚀带的上部,特点是溶蚀缝洞以纵向延伸为主,面广数多,普遍存在油气,钻井命中率很高;但不同的个体溶蚀缝洞储集体之间互不连通,容积有限而又大小不一,形态各异,因而油气井多为“高产瞬逝”或递减很快的“短命井”,英买力、阿克库勒等下奥陶统石灰岩溶洞所含油气,即位于此带。下带位于下奥陶统石灰岩古风化溶蚀带的下部,特点是溶蚀缝洞以水平延伸为主,个体容积很大,不同层次的水平溶洞由纵向溶洞连通,因而储存其内的油气不但能够保持较长时间的稳定高产,而且可采储量和采收率也很高,沙 48 井所发现的塔河溶蚀缝洞油藏即位于此带;但是,此带的水平溶洞不但数少面窄,规律难寻,而且很难利用现行的油气地质理论和勘探技术方法来查明其数量、大小、展布方向和油气水关系等。总之,不论是上带还是下带的岩溶缝洞油气藏,其形态结构都比较复杂,并非简单的“网络块状体”;阿克库勒下奥陶统石灰岩所含油气更非带气顶的古潜山块状油气藏。

第三,由于上述三类碳酸盐岩油气藏的储集类型不同,各自烃类流体的流动形式和规律也不同。其中,第一类属于达西渗流,第二类属于非达西渗流。同时,由于现代测试理论和方法是基于达西定律和渗流力学而发展起来的,因而对这两类碳酸盐岩油气藏不仅适用,而且在事

先已知其油气层深度、厚度等参数的情况下,可通过试井,进一步了解二者油气流动的动态特征,并取得各项参数,作出测试评价。但是,第三类的油气流动,既非达西渗流,也不属非达西渗流,而是既有水平流动又有举升流动的一种特殊的“缝洞流”或“暗河流”,并非渗流力学的研究对象;加之事先并不知道缝洞的数量、每个缝洞的埋深、大小,也不知道油气是产自哪一深度的缝洞等,因而难以利用现代试井理论和方法来研究它的动态特征。为此笔者不得不依试采井的综合曲线和实测温度、压力等资料,用较大的篇幅分析产油缝洞的数量、大小、形态、相互关系,以及每个水平缝洞的埋深和黑油流动特点等,详见《大型岩溶缝洞黑油储集体研究》和《南方第四纪溶洞考察和塔河产油古溶洞研究》两文,不再赘述。

3. 下古生界碳酸盐岩油气成藏方式和成藏时间问题

一些专家和学者在强调下古生界碳酸盐岩所含油气是来自本身烃源岩所生油气的同时,又认为其成藏方式均属自生自储。特别是沙 48 井发现塔河岩溶缝洞油藏后,这些专家和学者进而认为该油藏是海西晚期形成的自生自储油藏,有的专家甚至预言目前的勘探工作正在“逼近”下古生界碳酸盐岩原生大油气田。但笔者认为,下古生界碳酸盐岩的油气成藏方式并非自生自储,而是自生他储,成藏时间也比较晚。

第一,如前所述,在下古生界碳酸盐沉积物成岩之前,虽具备生排烃条件,但由于本身缺乏砂岩储层,加之裂隙、节理、溶洞等后生储集空间尚未出现,因而所生油气无法自储,只能以向上扩散的方式,先被其上志留系砂岩储层所吸纳,再被砂岩储层输送到有利部位的圈闭中而形成自生他储式的古油藏。事实上,分布于塔北、塔中、柯坪等隆起地区的大量志留系沥青砂岩,就是自生他储式古油藏遭受破坏的结果。

第二,下古生界碳酸盐沉积物成岩而老化后,经地质改造,虽使它产生和具备了后生储集空间,但它的烃源岩因成岩老化而丧失大量集中生排烃的能力,不可能再向这些后生储集空间提供油气源,因而这些后生储集空间只能接受和储集此后烃源岩生成的油气,从而形成他生自储式的油气藏。事实上,下奥陶统石灰岩于石炭纪初期形成溶蚀缝洞之后,不仅在盆地内沉积了具有良好生储组合的石炭系、三叠系砂泥岩地层,而且这两套地层在沉积压实作用下,一直在排出包括所生烃类在内的流体物质,并通过自身的砂岩储层以及断层、不整合面等渠道,向下奥陶统石灰岩溶洞输送油气。同时,从产层平均压力梯度值来看,在阿克库勒、东河塘、塔中三个地区,石炭系产层的平均压力梯度值分别为 1.2821、1.0747、1.1540MPa/100m,全盆总平均值为 1.1466MPa/100m;三叠系产层在前两个地区的平均压力梯度值分别为 1.1093 和 1.1655MPa/100m,全盆总平均值为 1.1112MPa/100m;但下古生界碳酸盐产层在三个地区的平均压力梯度值分别只有 1.1066、1.0668、1.1342MPa/100m,全盆总平均值只有 1.1032MPa/100m,均为最低。这同样表明,压力梯度值最低的下古生界碳酸盐岩,特别是石灰岩溶洞中的油气,只能来自压力梯度值比较高的石炭系和三叠系生成的油气,而不是相反。原油所含孢粉、菌藻类微古化石也证明了这一点。

第三,在海西晚期,阿克库勒凸起地区的下奥陶统石灰岩尚未完全被石炭系沉积地层所覆盖,在轮南潜山地带该灰岩仍出露地表。由此向南,石炭系地层虽逐渐加厚,但直至 O_1 与 O_{2+3} 的分界线,石炭系地层的厚度也只有 650m 左右,而且尚未被压实,因而并未对下奥陶统石灰岩不整合面及其岩溶缝洞构成区域性封闭;其间即使有油气来源,也容易散失,不可能形成大规模油气聚集。同时,沙 48 井下奥陶统石灰岩溶洞中原油的饱和压力为 20.2MPa,据此所推算的成藏时间并非海西晚期,也非印支晚期,而是燕山晚期,从而说明油气进入下奥陶统石灰岩溶洞而成藏的时间比较晚,总体上属于晚期成藏。

4. 下古生界碳酸盐岩的油气评价和找油思路问题

对下古生界碳酸盐岩的油气评价虽有不同的认识和见解,但占主导地位的是沉积建造成油观点。这种观点,根据西方海相生油理论和我国陆相第三系盆地油气勘探的成功经验,以下古生界碳酸盐岩生油研究为基础,非常注重下古生界碳酸盐岩的沉积厚度、生烃条件和油气资源量三个因素,非常注重下古生界碳酸盐岩原生油气田的形成条件,非常注重下古生界碳酸盐岩自生自储的内幕构造和圈闭高点控制条件。同时对下古生界碳酸盐岩沉积厚度大、生烃条件好、油气资源量多、存在内幕构造和圈闭高点的地区,不但评价很高,列为勘探重点地区,而且把寻找自生自储的原生油气藏列为主攻目标。但是,正如前述,除石炭二叠系的粒屑石灰岩、生屑石灰岩、粒屑白云岩,以及生物礁体等原生储集空间而外,下古生界碳酸盐岩后生储集空间的形成,只与它成岩老化后的地质改造活动密切相关,而与它本身的沉积建造活动以及厚度大小无直接关系;这些后生储集空间的油气,也只与后期和外部油气源密切相关,而与它本身的生烃条件好坏和资源量多少无直接关联。因此,如果局限于它本身的沉积厚度大小、生烃条件好坏、油气资源多少这三个因素以及自生自储观点,来对它进行油气评价,不仅实际意义不大,而且会大大限制我们的找油思路。笔者以为,只有破除这三个因素和自生自储观点的束缚,进而开阔科技思路,更新学术观点,并从地质改造的角度出发,从研究下古生界碳酸盐岩古风化面、古潜山、古溶洞着手,着重探索古风化面、古潜山、古溶洞形成的地质条件,分布地区和盖封、保存条件,着重探索后期油气源、煤层油气源、其他外部油气源与前述古风化面、古潜山、古溶洞相互沟通、相结合的方式和途径,该领域的找油气工作,才能在塔里木盆地石炭系不整合于下奥陶统石灰岩之上,以及中生界不整合于下古生界白云岩之上的各个隆起地区,才能在我国北方石炭系不整合于下奥陶统石灰岩之上的各煤系盆地,以及第三系油气源与下古生界碳酸盐岩古风化面、古潜山、古溶洞相互沟通的地区,才能在我国南方和中下扬子石炭二叠系、中生界和第三系油气源与各套碳酸盐岩古风化面、古潜山、古溶洞相互沟通的地区,获得新的进展。

最后,本文集的出版,得到了蒋炳南、翟晓先、郑显华、吴建强、何宏现等同志的大力支持和帮助,在此谨表谢意。

作者

2001.5.16

目 录

关于华东石油地质局加快向经济实体过渡的总体构想.....	(1)
转变观念 齐心协力 真抓实干 再上台阶.....	(14)
关于地质矿产科研勘查开发一体化问题的几点认识	(26)
关于西北石油地质局迅速崛起和发展前景的思考	(32)
西北石油地质局 1996 年工作会议总结.....	(38)
关于我国油气资源现状与对策的思考	(42)
关于塔里木盆地油气资源三个问题的探讨	(47)
塔里木盆地烃类的组成和分布状况	(54)
塔里木盆地烃类气油比变化的影响因素	(63)
塔里木盆地寒武奥陶系油气成控条件的再认识	(74)
大型岩溶缝洞黑油储集体研究	(82)
南方第四纪溶洞考察和塔河产油古溶洞研究.....	(141)
沙 15 井第五次压井技术小结	(172)
复杂高难油气险井堵漏压井工艺研究与实践.....	(180)
赴美孚考察报告.....	(258)