



四川盆地

陆相天然气勘探开发理论与实践

THEORY AND PRACTICE OF EXPLORATION
AND DEVELOPMENT OF
CONTINENTAL NATURAL GAS IN SICHUAN BASIN

《符 晓 / 著》



科学出版社

四川盆地陆相天然气勘探开发 理论与实践

符 晓 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以创新、独特的哲学思维和前瞻性的专业认识,主要讲述四川盆地陆相天然气勘探开发的理论发展和实践,总结作者数十年来现场找气的经验和感悟,揭示四川盆地陆相及类似盆地的天然气资源潜力。包括三个方面:“断破控产,顺势而为”的成藏预测模型;致密砂岩“砂缝结合部”的部署思路;“动态生聚、气化成藏”的天然气立体勘探开发新理论。

本书既适合于从事油气勘探开发专业技术人员、石油高校在校师生、勘探开发的决策者参考,也适合于对石油科普知识感兴趣的社会人群。

图书在版编目(CIP)数据

四川盆地陆相天然气勘探开发理论与实践/符晓著. —北京:科学出版社, 2017.6

ISBN 978-7-03-053863-5

I. ①四… II. ①符… III. ①四川盆地-陆相油气田-天然气-油气勘探
②四川盆地-陆相油气田-采气 IV. ①P618.130.8②TE37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 141096 号

责任编辑:张 展 黄 桥/责任校对:韩雨舟

责任印制:罗 科/封面设计:墨创文化



*

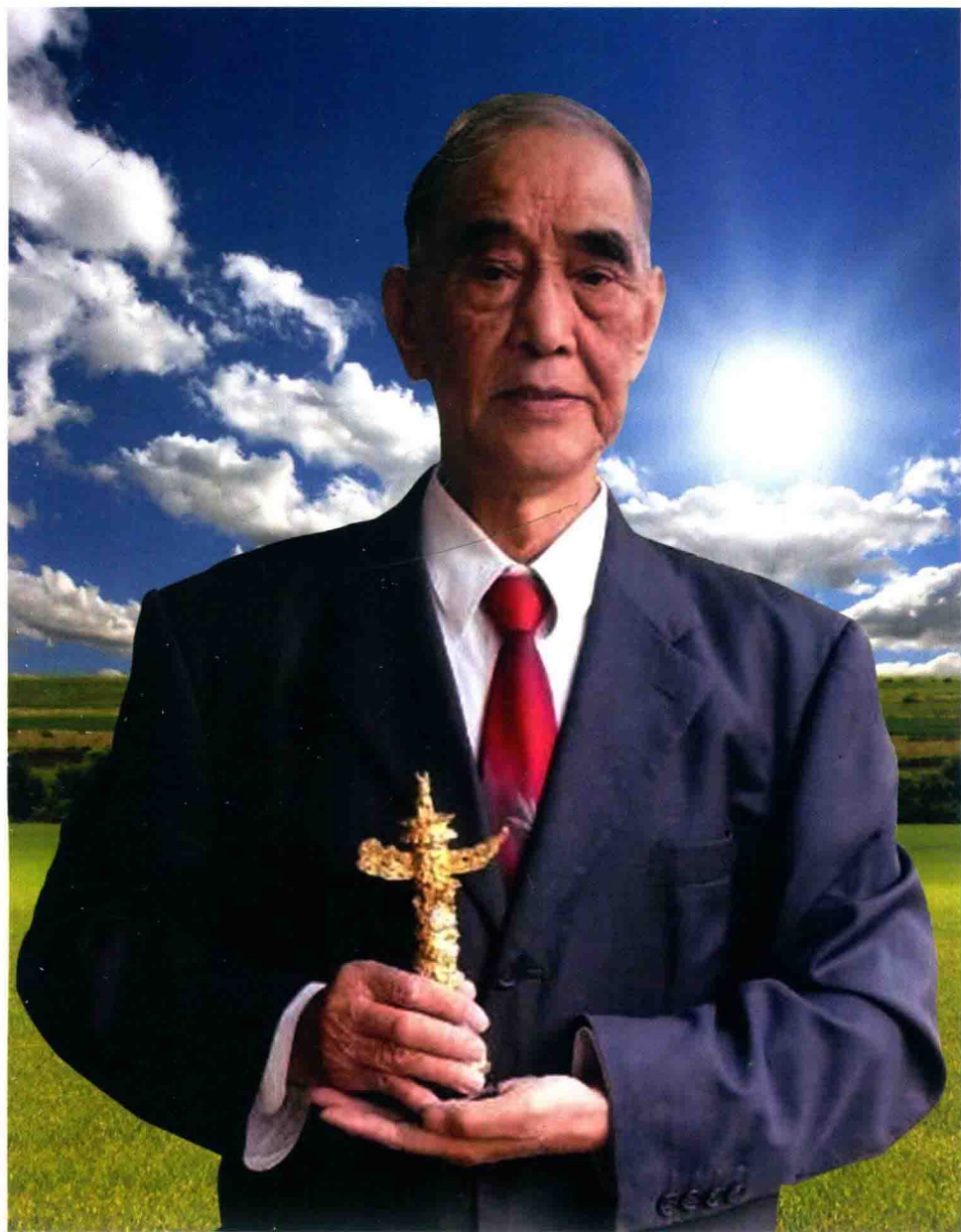
2017年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年6月第一次印刷 印张: 10 1/2

字数: 250千字

定价: 118.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



符 晓



20 世纪 80 年代符晓在第十一普查勘探大队分析讲解川西地区天然气勘探前景



新场气田新 851 井在须家河组二段钻遇高产气流，获得四川盆地川西陆相致密砂岩气勘探重大突破



符晓在井场查看录井岩屑实物资料



符晓向西南油气田元坝气田基层技术人员和管理干部讲述川西红层勘探发现的曲折历程

自序

物有本末，事有始终，跌宕行程，创新之基。

笔者生于20世纪30年代，在那个动荡时代来到这个世界——大巴山达县赵固乡观音崖农村。从小在红色的泥土上种地，在白色的石盘上（即沙溪庙组大砂岩）晒粮和玩耍，盛夏时节在石盘上纳凉睡觉。还眼见美国人在巴河边税家槽打了一口油井，叫“气油井”。油气这个信号，便无意中留在了我的脑海里。1958年我参加高考，被四川石油学院录取，从此便框定了我半个世纪的人生。更有趣的是，我一生找气捕虎中最好的地下气库之一，却是生我养我的泥土，石盘的家族——红层侏罗系沙溪庙组。

回顾我寻找油气的经历，可谓充满艰辛，跌宕起伏。大学五年（1958年9月~1963年7月）转瞬即逝，算是我的油气初恋阶段。毕业后，我先是分配到地质矿产部（简称地矿部）第五普查勘探大队驻地湖北沙市区，参与沙8井、沙参1井的地质录井描述等工作。1965年5月，为支援三线建设，调回地矿部驻川的第二普查勘探大队，就在野外大巴山区测剖面、踏路线，从事断破缝统计工作（以八面山为主）。其间，又先后参与宣汉川参1井和达县雷音铺川18井的录井、完井报告编写及监控工作，共计12年。1978年，调到川西龙门山前安县玉泉川玉33井、川玉35井从事录井岩屑描述等工作，逐渐认识到四川盆地这个“贫而面广累计富”的天然气藏及其特点。至今想来，由此伴随我一生的实践磨炼和地质认识经历，恍若昨日，仍历历在目。

一、学习实践跌宕的经历

（1）在大学五年的求学中，笔者较系统地学习了石油天然气生成、运移、聚集、勘探、开发的基础知识和粗浅的哲学常识。其间，还参加了井队的钻井工劳动、华蓥山踏勘、大巴山测剖面等实践工作。

（2）五年野外地面地质勘测。20世纪60年代，笔者在四川万源八面山区等地参与野外地面地质勘探的过程中，看过、触摸过陡立山体、断破岩石及生物化石，也描述过大巴山等地区山体的海相、陆相岩体的隆、断、破、褶的组合及相伴生的各类灰岩、砂岩、泥页岩和方解石、石英等次生矿与岩石破裂的共存关系。

（3）十二年的井下地质录井工作，参与了沙8井、沙参1井、川参1井、川18井、川西川33井及川玉35井的捞砂、岩性描述、钻井设计、完井报告编写等。这期间，经历了三次事故：第一次是1964年下半年湖北沙参1井漏取岩心的悲剧，当时的司钻说

“钻时加快”，井队长听见后便亲自上钻台试钻，却不慎穿过含油层导致漏取设计的第三系(E)油砂，在1964年“四清”运动中，地矿部领导现场查实后井队长受到撤职处分；第二次是1970年川东北川18井钻进中，在设计目的层石炭系(C)之上的下三叠统飞仙关组(T_1f)，遇气层井口失控气喷，带出的硫化氢(H_2S)将钻台上10多人毒倒，惊动了四川省政府，动用了达县、万县、南充三地公安消防队伍进行抢险，人虽得救，井却报废；第三次是1978年安县玉泉川玉33井在设计目的层须二之上须四段发现井喷，三天后发生坍塌报废的事件，井喷段为砂岩，并含方解石次生矿物，日产能约 $50 \times 10^4 m^3$ ，因失控导致该井坍塌报废。

这二十年的跌宕经历，尤其是这三口普查井的事故和报废的教训，在我脑海中萌生了什么概念呢？从找气角度讲有三点：盆地含气普遍性、气富集的规律性、实施中的预防和灵活性。这就是我近二十二年练功磨刀期的勘探感悟。这点悟性，尚待在“砍柴期”的实践中去验证拓展。

二、发现、开发川西深、中、浅气层的回忆

回忆我这二十年从事天然气普查勘探规划、设计、现场监控和决策时期，又可分为两个阶段。

(一)第一阶段：参与运筹发现川西陆相气藏的回忆

1983~1994年，笔者在地矿部第十一普查勘探大队(简称十一普)任地质技术负责人(副总工程师)，担任地质技术普查设计、井位勘定、钻井监控工作期间，逐渐悟到断、隆、破、盖优化组合也是致密碎屑岩体中找气的观点，参与部孔或测试，实现了川西浅、中、深的发现，即蓬莱镇组(J_3p)、遂宁组(J_3sn)、沙溪庙组(J_2s)、自流井组(J_1z)及深层须二段(T_3x^2)工业气层的发现。

1. 合兴场深层须二捉“大虎”两只

第一只“大虎”的发现是在1984年上半年，接到局已部川柏102井任务，去现场踏勘中感觉该井处于中石油的中坝、梓潼已开发区内，空间小，笔者便根据了解的资料建议在川西合兴场构造北区两组断裂交汇的上盘部署川合100井，目的层是须二段，西南石油局王金琪、郭正吾等老总在看过笔者带来的地震构造图，并询问现场实况后，当场表态同意笔者的建议，定下了盆地首口深井，并以“先上合兴场，缓上柏树嘴”的建议呈报地矿部。为保证川西拗陷首口深井钻探成功，局长郝凤泰请来美国技术团队负责井场工程技术管理，实施钻探。这是地矿部第一台进口的美国电动钻机，笔者从开钻到完井，负责了地质监控、协调及实施结果，在预计目的层须二上段获日产 $50 \times 10^4 m^3$ 的工业气流。实现了地矿部在川找油气的第四次重大发现，获得找矿一等奖。

第二只“大虎”的发现是在1987年，同样在合兴场构造南段另一断裂高点区，笔者建议仍按两断裂交汇上盘部署川合137井，经采纳实施获日稳产近 $17 \times 10^4 m^3$ ，为合兴场

南高点的发现井，再获地矿部找矿一等奖。

2. 孝泉、丰谷中深层，捉“虎”三只

第一只“虎”是孝泉红层遂宁组抓住的“中型气虎”。在十一普召开的首次西南石油局勘探部署会上，我按照断破上盘控矿的观点，建议在川西孝泉构造南翼断破上盘部署川孝 104 井，地矿部第二物探大队地震资料解释者陈昌仁也同意，目的层为须四段，实施在其上遂宁组底部砂缝结合区发生井喷。笔者在现场见井喷持续的好势头，建议完井测试获准，固井中出现环空窜气，且量大持续的状况，便向局老领导郝凤泰探讨国外有无类似环空采气的先例，并提出了“顺势环空输气”的设想，得到老领导的同意，经实施环空采气，日输气近 $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，该井便成为川西首口向绵竹县供气之井。

第二只“虎”是川孝 106 井，为笔者建议在川孝 104 井同井场部署的一口井，按西南石油局要求，目的层仍是须四段。在钻遇沙溪庙组(J_2s)中，笔者从录井月报资料上见到次生矿物和气浸记录，便请十一普地质科王平去现场实查并连夜编图落实，证实为砂、缝结合部，遂建议完井并获批准。固井中又是环空窜气，几天不停，现场简测约 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 产能，凭借川孝 104 井的实践经验，又顺势环空采气，就此发现了川西红层沙溪庙组气藏。

第三只“虎”是川丰 131 井，在丰谷构造自流井组抓到日产 $16 \times 10^4 \text{ m}^3$ “气虎”。采气近一年，井塌报废。

经笔者阅读区域二维地震资料，发现孝泉—新场—罗江—丰谷为川西拗陷最大的背斜带，建议勘探绵阳区内的丰谷构造。局里同意勘探后，参与部孔、现场监控，先后在川丰 125 井发现须四段、须二段的工业气层(测试不成功)，在川丰 131 井沙溪庙组气浸、自流井组强涌，裸眼测试自流井组发现工业气流，日输气 $16 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，但因裸眼段太长(800m 左右)，最终导致垮塌被埋。由于当时工程技术局限，获产不稳，开发未成功，但中石油后来上钻的丰 1 井须二段、须四段和自流井组获产，从实践上证明丰谷构造也是一个具有多层有气开发的构造，建产不成功的原因多与实施工艺不到位有关。

3. 孝泉浅层的川孝 153 井捉到“小而肥”的“气虎”

1992 年局部署的川孝 153 井设计目的层沙溪庙组(J_2s)钻进过程中，于 700m 浅层蓬莱镇组(J_3p)遇强烈井涌。当天十一普决定“封井”往下钻进，地质科长耿玉臣参加会议告诉我此事，我获悉后，便立即同钻井工程人员于凤莲去井场，请地质组长赵永华拿出岩屑。经实查，在井涌处发现众多米粒大小的方解石，认定为“砂缝结合部”，这正符合我论文中的观点：致密砂岩，欲获自然工业产量，只有在砂缝结合部。下午回队后立即电话向局汇报实况，并建议测试，在自贡开会的局总工郭正吾当晚答复“同意测试”，实测获日产 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，实现了川西浅层 700m 突破，原不被看好的“过路气”变成“浅而肥”气藏。从此，川西浅层“气虎”出山，引起大面积开发，也改变西南石油局的命运。个人首次获得三千元找矿发现奖金。

前述三个构造(合兴场、孝泉、丰谷)五个层位(J_3p 、 J_3sn 、 J_2s 、 J_1z 、 T_3x^2)浅、中、深 6 口井工业气藏的成功发现，得益于当局领导、总工们的开放思维和重视现场实践，听得进、放得下，及各科作业部门的有效组织配合。

正当在川西发现浅、中、深气层后进入全面勘探开发阶段，我却因年过 59 岁，于 1994 年 3 月离开了技术负责(副总工)岗位，后又立即主编地矿部石油专业技术等级培训全国教材《石油地质工》(中国新星石油公司)，首稿于同年六月份完成。

“喜中引来忧患”，原来，川孝 153 井发现浅而肥的气藏且得到稳产后，德阳等地方单位便强行在最好的区块打若干浅井，平均日产大于 $2 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，并不断扩大。为了有序开发，四川省委出面协调，在新场地区划出一块面积 42 km^2 的区块，由西南石油局联合地方政府共同开发，成立新场气田开发有限责任公司(简称新场公司)；本人于 1994 年 6 月得到调令，任公司总工程师，于 7 月 1 日上岗，走上了勘探开发的“砍柴之路”。

(二)第二阶段：主持勘探开发川西中浅层气藏(新场区块)的回忆

川孝 153 井浅而肥气层发现后，仅两年时间，西南石油局与德阳地方共打浅井 46 口。面对 42 km^2 的区块内长达约 10 年已打 58 口浅、中层气井的形势，新场公司如何看待其资源潜力，如何运作呢？

1. 科学认识，“树有根、气有源”

川西盆地是一个满盆被气化的含气盆地，下有陆、海相 4000~6000m 的生气层系，经几千年到上亿年，生成密度低(为空气密度的 0.55)、体积小(可进入水分子中)、性能稳定的气体，在压力推动下，以渗滤、扩散、气化等方式垂直上移到红层侏罗系数千米的砂、泥互层的储、盖体系中。在动态体系中，地下有补，地表也有散，在补大于散的动态中，那些有储集空间的岩体，便汇集成藏。其丰度、压力系数又与井眼经过的部位高低、储层物性、破裂程度有关。同时，无论打多少井，都找不到其深度、厚度、孔渗性和日产量完全一样的两个气层，这好比一棵树上找不到形态、大小、颜色完全一样的两片树叶一样。因此，川西盆地中的红层气藏是一个有源、有储，宏观有规律、微观多变数的具有普遍自然规律、面大层多的次生气藏。

2. 怎样科学开发？科学规划，创新运作，丛式水平，压裂突破

新场 42 km^2 范围内，纵向约 5000m 地质体的科学规划。

(1)科学规划：在“气化成藏、满盆含气”的背景下，按照由浅到深其含气丰度、施工难度双增的原理，拟定“浅上产、中稳产、深后备”的“1-8-5”规划。

即三年内完成探明可采储量 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，日产规模 $80 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，稳产期大于 5 年。但这个规划赴西南石油局讨论时遇到局里数位中高层总工、副总工们的严审和质疑，对我们的工作也是警示。历来具有开放性思维的局总工郭正吾总结指出：“规划有一定道理，勇于创新，允许公司去探索”。新场公司便按规划实施开发。

(2)创新运作三高产。在“断破控产、顺势而为”的创新思维下，到 1995 年底，仅用一年半的时间就建产达日产 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 规模。

A. 顺势而为 $11 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在 42 km^2 的主体区，南北与北东二维地震断破交汇上盘区，部署了以沙溪庙组(J_2s)为目的层的新 806 井。实施中，在巡视现场监控中笔者等发现录井剖面在井深 1000m 的蓬二段(J_3p^2)遇“气侵，低钻时，约 20m 砂岩”的三信息一

体的好事，经查岩屑为粗粉——细砂岩，又处于断破带上，便顺势而为，当场决定同井场专打一口浅井，即新 77 井。公司领导同意后，实施一个月内获日输气量稳产 $11 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，成为川西地区浅层蓬二段($J_3 p^2$)第一口高产发现井，已输气 20 年，累计采气 $1.3776 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

B. 加深探索 $30 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。新 806 井在继续施工中，在沙溪庙组($J_2 s$)也见好显示。笔者想，若井眼通过千佛岩组($J_2 q$)因断有破碎，又是一个小侵蚀面($J_2 x$ 底、 $J_2 q$ 顶)，获产的希望很大，于是决定将新 806 井设计加深探索千佛岩组($J_2 q$)含气性。得到公司领导同意后，按原计划井深只加深 60m，结果出现强烈井涌，次生方解石又多，便现场决定衬管完井测试，获稳定日输气 $31 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，成为四川盆地川西拗陷中千佛崖组首口高产、稳产发现井，累计采气约 $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，公司骨干六人获地矿部找矿一等奖。

C. 抓住小断获 $8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在 42 km^2 西段南侧，二维有断破显示区，部了新 67 井，目的层蓬一段($J_3 p^1$)井深约 700m，实施测试，在井深 750m 左右获日输气 $8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

此三井共输气达 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，加上其他先后 20 多口浅井，累计输气日产约 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，仅一年半(1995 年底)就超额完成三年建产规划 $80 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的任务。这正是：“瞄准断破虎聚窝，顺势而为将虎捉，三井三层三高产，创建红层好样板”。

(3) 引用新技术，红层气的科学有序开发获得成功。

A. 气化满盆是背景，但丰度受控于岩石孔隙度和破碎状况，便决定借用二维地震资料，描述红层河道砂岩分布，实施结果是建产面积扩大三分之一，建产成功率由 50% 上升到 90%。

B. 引进丛式、水平、压裂建产模式，首先打蓬二 1000m 井深的新 901 水平井，稳产相当于三口直井；新 704 井组在蓬一打 4 口丛式井获产成功。沙溪庙组压裂的突破口是新 811 井($J_2 s$)在产气 200 m^3 的情况下，便以认定资源不放弃的原则，请加拿大华人顾问对沙溪庙组加砂压裂成功，日产气由 200 m^3 升至近 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，从此沙溪庙组成为川西红层主产层，打开了川西地区沙溪庙组规模稳定开发的局面，至今仍是川西陆相主力气藏，超过川西整个建产量的 60%。到 2000 年，公司实现红层(42 km^2)建产约 $200 \times 10^4 \text{ m}^3$ 稳产开发，为“1-8-5”规划两倍以上。上述仅是公司成立时规划的“浅上产，中稳产，深后备”的前两项，至今开发已有 20 多年，也是全盆地红层气开发最成功的区块，并推动了川西马井、中江乃至全川红层气藏的开发，笔者一个心愿得以实现。

有道是：亿年气化，满盆含气，结构不均，丰度差异，三维扫描，虎巢展现，利剑开道，气虎出山。

三、探索新场深层(须二)，喜忧参半

(一)放眼全川，含气普遍

须二含气区域性强。四川盆地西部从中坝—丰谷—合兴场—鸭子河—邛崃，凡有圈闭构造，实钻都见工业气流。

(二)林中看树，新场根深

新场地区二维地震圈闭 2km^2 不到，但放开视野来看，孝泉—新场—黄许，是一个北东向背斜带，如果视为森林的话，新场须二圈闭仅是其中的一棵树，从林中看树的视野，新场须二根深气足，值得一探。

(三)扎实运作，三维选点

经西南石油局第二物探大队作三维地震，准确定位其结构、埋深、圈闭大小、断裂状况，三个月资料出来后，须二圈闭上升为 8km^2 ，并在其南翼发现有断裂纵横的断隆组合结构，为进一步落实精准，又将此资料送到国外加拿大的华人专家处复查认可。

(四)精选孔位，断破交汇

笔者根据经验，对断裂背斜组合的理解，最后敲定高点南段的南北、东西断破交汇上盘为 851 井井位。

(五)产量预测，先建气站

为防止污染，做到测产后立即输气，公司经理问：“建多大单井输气站？”笔者建议日输气规模大于 $50 \times 10^4 \text{m}^3$ ，公司照此实施。

(六)明智决策，加深获产

由于该气田无深井实钻资料，地震反射界面、地质属性是从邻区推测的，而陆相地层变化大，又有断层干扰，实钻须四底已比设计深了 80m，须二顶设计 4530m，实钻 4635m，深了 105m，当钻达须二段 4735m 后，已过圈闭溢出点，砂岩致密，有页岩，无裂缝，在泥浆比重 1.61 条件下，无气显示。怎么办？立即找原因，经在现场查阅分析三维地震剖面中，发现时间剖面 $T_0=2.4\text{s}$ 的强相位下，有一个振幅相对弱反射区，又在断层延伸交汇部下，笔者建议越过溢出点这个坎，往下钻探，在征得专家、领导同意后，笔者便守在现场往下钻，结果钻过 24m 页岩(腰带子)后，进入地震相位弱反射区，钻遇砂岩中出现良好气显示，并有大量次生矿物，于是决定在 4870m 终孔，初测获无阻流量 $151.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，稳采气 $40 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，实现了“深后备”的构想。

(七)新 851 井被埋，新 856 井找回来

1. 新 851 井如何被埋？

新 851 井采气一年半，采气量超过 $2.4 \times 10^8 \text{m}^3$ 。试采验证，无阻流量 $329 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，动态储量 $80 \times 10^8 \text{m}^3$ ，但在 100°C 以上的高温下，井口套管头漏气逐渐增大达到 $3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 左右，水与气同溢，什么原因？如何处理？笔者认为，可能是日本进口的 7 寸套管和国产采油树的钢材，在井口 100°C 以上的高温下膨胀系数不同所致，可用泥浆压井后，修复井口，到会的四川石油管理局石油专家也有这样的共识。另一种意见认为，这与井下

套管(7寸)固井窜气或破损有关,因此要用水泥注入封死气井。实施就按这个方案进行,实施情况是什么样的?当水泥一注井后,地面火灭了,井口套管、油管、采油树结合部,不漏气了,但水泥按计划挤满井筒入地层而终止(四川石油管理局施工)。

2. 新 856 井如何找回?

一是新 853 井过新 851 井产层靶点之下获中产。在处理新 851 井期间,就在北东 200m 处,已布新 853 井,决定改定向斜井,直打新 851 井须二产层靶点,实施对应须二产层段 4820~4840m,未见裂缝与显示,笔者现场建议加深,实施到 5110m 段见井涌,按程序固井后,对井深 5024.22~5056.22m,垂深 4978.50m 射孔(比 851 井深 144m,进入须二段 343.50m),获稳产 $8.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ 气流,累计采气超过 $1.3162 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

二是新 856 井按“同楼不同室”的思路部井,实施后获日产 $60 \times 10^4 \text{ m}^3$,成为川西当时最高产气井,累计采气已超过 $3.4467 \times 10^8 \text{ m}^3$,个人获奖 1 万元。有趣的是,笔者 1984 年在十一普做地质技术负责人首次建议部署的第一口深井川合 100 井,在设计目的层须二段获得地质矿产部找矿一等奖;20 年后的 2004 年初,笔者离岗前夕受命部署的新 856 井,在不同构造的同层位获最高产,再获奖 1 万元。正是:埋虎避险保平安,牵虎技到又出山。

据 2015 年 9 月西南石油局有关资料统计,2009 年提交的须二上下两单元探明储量是 $1211.2 \times 10^8 \text{ m}^3$,含气面积是 141.32 km^2 ;已动用储量 $77.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,投产井 15 口,累计采气 $21.0 \times 10^8 \text{ m}^3$;目前生产井 9 口,日产气约 $40 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。看来新场须二气藏是一个丰度不均、深埋难捕之虎。

(八)与时俱进,创建“一井多点,网络建产”的运作机制

1. 一井多点,网络建产

面对须二这个体大深埋、分布不均的含气体系,需借用当今先进技术,改变一井一点的做法,创建“一井多点,网络建产”的开发模式。即纵向上:须二目的层段延伸,从须三底部到马鞍塘都当作大目标开发,不达目的不收手;横向上:优选第一目标为直井,然后多方向优选靶点打斜井或水平井,这些斜井、水平井均从直井中下部(须三段起)开窗侧钻,把点捕变成体捕。

2. 一井多刀,造缝增产

在分析地质平面、剖面图的基础上,选好目标定向压裂,一般是垂直自然缝方向开刀,有望沟通多个自然缝,汇总建产。此法可选用已停产的老井探路,以量小点多为好,重在沟通自然缝。

四、论文、口诀是从业经历的部分回忆

论文、口诀是什么?是笔者上述半个世纪“身在地上走,脑在地下游,气虎体现身,

脑网将虎捉”的跌宕磨炼追逐气虎经历的部分反思、感悟和想象的记录，现就相关主要论文简述如下：

(1)《理论·经验·思维与成藏预测》一文，是笔者对油气成藏的理论探讨和哲学思维（此文获1999年8月世界学术贡献“论文金奖”及“华人成就奖”，收入世界学术文库）。

(2)《探索无机成油气藏的地质条件兼论四川盆地西部找油气方向》是阅读全球油气有关学术会对有机、无机生成的争论资料，在理解基础上，结合个人实践，对C、H这两个元素的特性，得出的个人感悟和观点。即有机、无机都能酿成油气藏，关键是条件。此文在2003年1月香港评选中荣获“国际优秀论文奖”及国家论文金奖，并被收入《跨世纪石油天然气产业文集》（见339页）。

(3)《川西新场气田中、浅层气藏特征及立体勘探开发技术思路》一文，是对四川第一个红层气田的成功勘探、开发实践过程中技术思路的部分记录。此文被2003年《中国西部理论与发展》丛书编委会颁发“特等奖”，并收入《跨世纪中国石油天然气产业文集》（见847页）。

(4)《天然气勘探的哲学思维和“首尾归一”的模式》，是以首尾归一的圆点哲学思维，看待天然气勘探开发的诸多作业中每项作业的过程，用曲线思维从最终成果大局出发，前后无缝对接，走曲线轨迹便能最终回到起点获成功。这也是本人长期在勘探开发一线，从地质部孔—设计—现场实施，把握住每道工序等实践经历的反思与总结。也是当今“命运一体，同担共享”体制改革的理论支撑。

(5)《找气实践口诀》，意将复杂难懂的专业术语，浓缩成大众化、形象化、便于理解的语言。如首篇“一盘二饼四匹狼”，从盆地结构、沉积、演变、组合成海相、陆相和过渡相三套沉积体及对应不同丰度的油气藏。又如《川西找气四字经》中，强调川西海相潜力的叙述：“三套系统，各有所长；只求温饱，陆相达到；欲过小康，海陆互相（须家河组）；还想富裕，得下海洋；谁主沉浮，当今帅将”（此文刊于2004年6月30日《西南石油报》）。

尾 声

格物而后知之，知之而后意诚；意诚而后深究，深究而后有悟，有悟而后有行，有行而后有成。一言以蔽之：

隆破有盖铸虎型，笼大虎多待人擒；

擒虎慧眼窝看准，压差牵虎虎跟人。

有道是，树有根、水有源，笔者能参与川西气田的发现、勘探及开发，要感谢原西南石油局郝凤泰、赵复兴、唐寅昌、张爱东、青永固等局领导，及地质老总王金琪、郭正吾给我的平台和指导，也感谢同事们的支持。对西南石油工程有限公司地质录井分公司领导陈必孝、王平及研究所冉飞、夏杰、王崇敬、蒋延娜等同志百忙中挤出时间进行系统的资料梳理和编排，深表谢意！同时，谨以此书献给长期以来默默支持我的家人和挚友。

符 晓

2017年3月于成都

目 录

第一篇 勘探开发的哲学思维	(1)
I-1 理论·经验·思维与成藏预测	(3)
I-2 天然气勘探中的哲学思维和“首尾归一”模式	(7)
I-3 浅议油气普查勘探与辩证法	(14)
I-4 油气勘探应勘勿死规	(18)
第二篇 资源潜力理论探讨	(19)
II-1 探索无机成因油气藏的地质条件兼论四川盆地西部找油气方向	(21)
II-2 开展“深源”成油气藏的研究	(27)
II-3 论川西浅层资源总量与勘探开发战略	(31)
II-4 浅贫面广的大资源 ——再论川西浅层气勘探开发	(37)
第三篇 勘探开发的实践探索	(41)
III-1 四川盆地油气资源结构及成藏模式讨论	(43)
III-2 四川天然气产业概况及前景探讨	(64)
III-3 川西三套成藏系统及勘探研究	(71)
III-4 关于川西天然气勘探开发的几点看法	(77)
III-5 川西侏罗系红层次生气田发现浅析	(80)
III-6 川西新场气田中、浅层气藏特征及立体勘探开发的技术思路	(82)
III-7 川西新场气田红层三口高产井与“1-8-5”构思	(91)
III-8 新场气田开发技术初探	(95)
III-9 川西陆相深层勘探与新 851 井的实践	(97)
III-10 川西新场气田须二气藏开发潜力的探讨	(118)
III-11 丰谷构造滚动勘探开发天然气的构想	(122)
III-12 在油气普查勘探、开发实践中形成的技术思路 and 观点	(129)
第四篇 找气经验口诀	(133)
IV-1 找气实践口诀	(135)
IV-2 地质老兵	(146)

第一篇 勘探开发的哲学思维