



四川盆地找到大油田的可能性分析

中海实业公司

王毓俊

摘 要：文章分析了四川盆地勘探现状及石油地质条件，认为川中“地台”具有形成跨越背斜、向斜、斜坡的构造—岩性大油田的可能性；龙门山、大巴山、华蓥山冲断带，则可能找到逆冲断裂遮挡的构造型大油气田。作者认为四川盆地的大油田必将横空出世。

关键词：四川盆地 大油田 综合评价 勘探战略

DOI:10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.008

编者按：四川盆地是我国颇有点名气的大型复合型含油气盆地，面积约 $19.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该盆地自 20 世纪 50 年代初期就开始进行石油勘探，我国石油工业发展史上第一次“石油会战”就是在这里进行的。但是 1958 年历时 5 个多月的轰轰烈烈以及而后半个世纪的艰苦努力，始终没有惊人的石油发现，到 20 世纪末原油年产量大体上保持在 $(13 \sim 15) \times 10^4 \text{ t}$ 。为此，我国石油工业的奠基者康世恩老部长生前曾多次不无感慨地

说：“我这一辈子参加的 10 场石油会战，唯有四川会战没有打下来，（那里）是最难剃的‘癞子头’。不征服四川复杂油气藏，不把四川油气搞上去，我决不死心。川中这块油区敲不开，我是不瞑目的（1995 年）。”这些年来，四川盆地在天然气勘探方面不断有新的发现，成就斐然，实现了“川气东送”的夙愿，然而，石油的重大发现依旧是国人的期待。根据第三轮油气资源评价的结果，四川盆地石油总资源量为 $4.26 \times 10^9 \text{ t}$ ，到

2005年资源探明率仅为20%，剩余总石油资源量为 $3.41 \times 10^8 \text{t}$ 。这一情况表明，可供勘探的石油后备资源较为丰富，勘探空间还很大。正是出于“期待”的考虑，这里发表了一位老先生写的一些文字，是“旧事重提”，但不是“老调重弹”，承望引起人们的关注，使“可能性”变为“现实性”。

四川盆地经过半个多世纪的石油勘探，尚未找到大油田，其石油资源量、储量和产量皆位于全国各大盆地的末位。人们不禁要问：四川盆地石油勘探还有多大潜力？是只能找到一些低孔、低渗、低产的中小油田，还是大有可为，找到储量丰富、产量可观的大油田？要回答这个问题，首先要了解四川盆地目前的勘探概况、石油地质条件是否有利于形成大油田。

一、勘探概况

1958年四川盆地石油勘探捷报频传：南充、龙女寺、蓬萊镇3个构造相继喷出高产油流，石油部组织川中石油会战，100多台钻机撒下勘探大网，在川中地台4万多平方千米的土地上钻探200多口探井，又相继发现了桂花、一立场、营山、鲜渡河、广安、罗渡、合川等油田，共有100多口井产油，1960年川中石油产量突破 $10 \times 10^4 \text{t}$ 。

20世纪60—80年代，中国石油勘探战略东移，在松辽、渤海盆地发现了一批高孔、高渗、高产大油田，石油总产量迅速突破 $1 \times 10^8 \text{t}$ ，而四川盆地川中低孔、低渗、低产油田则相形见绌，加之地震、钻井、测试技术比较落后，不能准确预测裂缝发育带和有效储层分布带，造成钻探成功率低、油井递减快等不利局面。川中勘探急剧萎缩，许多油田小范围密集钻井，广大范围未钻探，无储量数据。例如，龙女寺构造，探井、生产井集中于女2井一带，广大范围无探井；营山构造，仅钻井25口，集中于构造顶部，南北斜坡及东西倾覆带皆无探井控制，亦无储量数据。

在十分困难的条件下，四川石油管理局、川中油气矿坚持研究和钻探，在20世纪70年代至21世纪初又相继发现了金华镇、秋林、八角场、中台山、公山庙、税家槽、龙岗等油田（油气田），勘探层系从凉高山组、大安寨组扩展到沙溪庙组和东岳庙组，上三叠

统须家河组既产气又产油，也是重要勘探层系。钻探几十个构造发现，侏罗系下部大安寨组既有生油层，又有储盖层，具有形成自生自储原生油气藏的有利条件；侏罗系中上部的沙溪庙组，具有储层和盖层，但未发现生油层，推断是深部油气通过断裂和不整合面运移到沙溪庙组储层形成的次生油气藏。

区域钻探发现，背斜、鼻状构造有油气发现，向斜、斜坡、倾覆带同样有油气发现。桂花油田是南高北低的斜坡，其上有小向斜和小背斜，皆含油气，位于斜坡低部位的柳树区块，钻出了高产井，而位于斜坡高部位的部分探井有含水现象。

造成背斜、向斜、斜坡、倾覆带广泛含油气的根本原因是：川中侏罗系缺乏孔渗良好、连通性好的流体输导层，油气不能充分运移到构造高部位，油气运移过程中，遇到裂缝或较好储层即停止运移聚集成藏，这是高低部位不同背景皆含油气的根本原因。这一特点有利于形成大面积含油气的大油田。

二、石油地质条件

四川盆地侏罗系石油地质条件优越：生油条件好，储层数量多、类型多，圈闭规模大、分布广，有利于形成大油田。

1. 生油条件好

四川盆地川中及周围已有几十个构造钻到了大安寨组、凉高山组中—深湖相生油岩，有机碳和氯仿沥青“A”含量达到好生油岩标准。生油岩厚度由几十米到百余米，埋藏深度一般为1000~3000m。

对于侏罗系成藏，既要考虑它自身的生油条件，还要考虑下伏层的生油条件，即古生界至三叠系的油气，可通过断裂和不整合面等，运移到侏罗系储层。这是由于燕山期—喜马拉雅期构造、断裂运动，形成了大大小小的断裂，构成油气纵向运移通道。川西北江油厚坝侏罗系油砂经分析化验，原油来自中新元古界陡山沱组生油岩；绵阳一带的新场、孝泉气田侏罗系气藏，天然气来自上三叠统须家河组生油岩；川中地区几十个构造见油见气，与充沛的油气供给有密切关系。

2. 储层数量多、类型多

侏罗系具有旋回韵律沉积特点，砂岩介壳灰岩与泥页岩交互出现，构成多套储盖组合。

关于储层特点,要深入分析钻探发现,桂花、公山庙、南充等油田,在发现裂缝型储层(钻井过程发现蹿跳钻、放空、漏失,岩屑中见方解石、石英晶体)的同时,也见到孔渗性较好的介壳灰岩和砂岩储层。孔隙度在10%以上,渗透率达到10~20mD,一些油田的高产井与储层连通性好有密切的关系。储层沉积研究认为,河流三角洲前缘主河道砂体及碳酸盐台地介壳滩皆有较好的储集条件。因此,要全面分析侏罗系储集条件,在预测背斜、向斜、斜坡裂缝发育带的同时,大力寻找孔渗性良好的粉细砂岩和介壳滩分布区,这是落实富集高产区的重要环节。

3. 圈闭规模大、分布广

燕山—喜马拉雅期多次构造活动,形成了特征各异的圈闭,川中地台受刚性地块制约,褶皱轻微的背斜、向斜成排成带,规模大,方向多变;龙女寺背斜圈闭面积为490km²,北东走向两侧向斜明显;营山短轴背斜,长50余千米,走向北西,圈闭面积为360km²;南充、广安背斜走向北西,圈闭面积超过200km²。三维地震发现公山庙、南充构造大小断裂走向不一,对油气分布有一定控制作用。

川东高陡背斜,轴部出露三叠系或二叠系,向斜侏罗系保存较好;川南褶皱区,背斜向斜成排成带,部分构造轴部出露三叠系或二叠系,向斜侏罗系保存好,已发现油流;川西凹陷区,有第四系或白垩系覆盖,侏罗系厚度大,褶皱轻微。

总之,四川盆地圈闭多、规模大,有利于形成大油田。

4. 油气运移和聚集的特殊性

四川盆地石油地质条件得天独厚,有利于油气成藏,但由于储集条件变化大,造成油气纵横向运移的特殊性和油气分布的广泛性。从钻探结果分析看,背斜、向斜、斜坡、倾覆带广泛含油气,这是油气运移受到储集体制约的必然结果。就是说,凹陷生成的油气向有利圈闭运移的过程中受到致密储层的影响,而进入裂缝发育带或有效储层条带,在构造低部位聚集;新一轮构造活动进一步推进油气运移,产生新的储集空间,一批构造顶部、轴部获高产油流,表明多期构造运动,推动油气运移达到高点。四川石油勘探工作者总结裂缝油气藏勘探要“三占”(占高点、占扭

曲、占陡坎)“三沿”(沿断裂、沿轴部、沿倾覆),是针对四川盆地裂缝油气藏的有效举措。

因此,川中油区寻找大油田,要充分考虑油气运聚特点,顺藤摸瓜,才能用较少投入,获取大发现。

综合上述,四川盆地特定的石油地质条件十分有利于形成大油田,但由于勘探部署未坚持区域展开、整体解剖的勘探方针,由于储层的复杂性,影响了综合评价,造成一批油田停止钻探。

三、影响大油田发现的因素

影响四川盆地大油田发现的关键因素在于放弃了区域展开、整体解剖的正确方针,早期勘探急于求成、密集钻井,造成勘探程度低、范围小,从而延缓了大油田的发现。

1958—1960年的川中石油会战,曾钻探了一批有利圈闭,并发现了10余个油田,但为什么没有发现亿吨级大油田呢?需要从勘探部署、勘探程度等方面进行分析,得出必要的结论。

川中石油会战,一批构造获工业油流并发现储层变化大后,急于求成拿储量、建产能,放弃了区域勘探。龙女寺、南充等油田在部分井周围搞密集钻井,即在10~20km²面积内,钻几十口井,井距仅几百米,1960年南充油田年产油 6.5×10^4 t,但由于不掌握油田范围,无储量数据。这样做的结果是大小圈闭仅局部有探井控制,广大地区是否有油不清楚,油水边界不清楚。例如南充油田3-5井区,井密密麻麻,在构造南北斜坡及东西倾覆带没有探井、含油情况不清楚;龙女寺油田女2井周围钻了几十口井,在该构造东部和南北斜坡无探井控制,圈闭含油情况不清楚;合川油田第一口井周围钻了很多井,在构造东高点及南北斜坡无探井、含油气情况不清楚。这种放弃区域勘探局部密集钻井的做法,影响了油田综合评价。例如龙女寺、南充、广安、营山等大构造,多层系含油气,如果整体解剖,及时探明含油气范围及油层变化,可能早已是大中型油田了,而不是现在连储量数据都没有。

松辽石油勘探坚持区域展开、重点突破的勘探方针,大庆长垣第一口探井——松基3井1959年9月喷油后,对长垣上7个局部构造及构造之间的鞍部部署探井评价井,不仅迅速拿下了7个油田,而且掌握了

二级构造带整体含油情况，1963年即提交大庆长垣几十亿吨石油地质储量。

川中地区大安寨组构造图显示了二级构造带的特征：磨溪、龙女寺和白庙为一个二级构造带；蓬莱镇、桂花、莲池、南充为一个二级构造带，其中的蓬莱镇、南充背斜构造，桂花、莲池则是蓬莱镇、南充构造的倾伏带，从某种意义上讲，蓬莱镇、桂花、莲池、南充可视为一个二级构造带的整体含油，其中的桂花、莲池油田探明、控制石油地质储量8000多万吨，如果再加上蓬莱镇、南充油田的地质储量，自然是亿吨级大油田了。

八角场、公山庙和营山也是一个二级构造带，也具有二级构造带整体含油的前景，八角场、公山庙构造南北斜坡及倾伏带已有油气发现。有理由推断这是二级构造带整体含油气的大油气田，勘探层系有大安寨组、凉高山组和沙溪庙组。

总之，跳出局部构造，着眼区域地质结构和二级构造带的整体勘探，必将发现一批大油田。

四、加快落实四川大油田的建议

1. 解放思想、转变观念，坚定拿大油田的信心

对四川盆地1958年出油后由于种种原因，石油资源量、储量、产量甚少，未发现大油田的现实及对勘探工作者造成影响，要实事求是地分析。没有发现大油田的根本原因是20世纪60年代以来，四川石油勘探投入少、研究少，一大批油田停止了勘探，南充、合川、龙女寺等油田石油年产量从几万吨、几千吨减少到几百吨、几十吨。因此要突破观念误区，充分认识新技术、新方法，掌握裂缝发育规律，并能预测优质储层的分布特点；背斜、向斜、斜坡、倾伏带广泛含油的现状及新发现，指出大油田的特点；要从川中石油会战失利的阴影中走出来，坚定必胜信心，加快落实大油田。

鄂尔多斯盆地坚持不懈研究和钻探，发现了一批低孔、低渗、低产的中生界大油田，石油产量突破 $2000 \times 10^4 \text{t}$ ，对于四川盆地有借鉴意义。

2. 坚持区域展开、整体解剖的勘探方针

要跳出局部构造，充分考虑沉积和构造背景，无论是背斜、向斜、斜坡、倾覆带，只要有裂缝和有效

储层分布，就坚持钻探，寻找富集高产。

建议对龙女寺、营山、广安、南充、合川、罗渡、鲜渡河等老油田进行新一轮研究和钻探，在储层和裂缝预测的前提下，部署探井、评价井，为落实含油范围和储量而努力；要大胆钻探蓬安、岳池、武胜、华蓥西等向斜，争取发现新的油气聚集带。

考虑川中含油气特点，在油田之间的斜坡、鞍部等部署探井，为拿下几个油田连为一体的大油田而精心部署。

3. 精细研究增产措施，努力提高油井产能

精心研究大安寨组、凉高山组和沙溪庙组储层特点及增产措施，努力提高油井产能和稳产期。

须家河组砂岩储层加砂压裂增产措施，见到明显效果，值得借鉴。营20井沙溪庙组砂岩酸化后，放喷日产达120t，表明酸化增产效果明显。钻井、完井、测试等环节注意油层保护，防止洗井液污染、堵塞渗流通道。

4. 以丛式井、定向井代替简单直井，提高经济效益

用丛式井组代替简单直井，减少占用农田、修路等，以降低钻井、采油成本，提高经济效益和社会效益。一个丛式井组要控制5~10km²的含油面积，多层系立体勘探开发，精心落实缝洞和有效储层分布；定向井要在缝洞和储集体通过，打通渗流通道，提高日产量和稳产期。

综合上述，要正确面对四川盆地低孔、低渗、低产油田，在目前的油价状况下，勘探开发四川油田是有效益的，希望加大勘探力度，又好又快地下川中大油田，形成可观产能，使四川盆地既是大气区，又是大油区。在勘探开发川中大油区的同时，不失时机地研究和钻探龙门山、大巴山和华蓥山冲断带，找到新领域、新类型大油气田。

【参考文献】

- [1]邱中建,龚再升.中国油气勘探[M].北京:石油工业出版社,1999.
- [2]温厚文,王竹君,等.百年石油[M].北京:当代中国出版社,2002.
- [3]四川油气区石油地质志编写组.中国石油地质志(卷十)四川油气区[M].北京:石油工业出版社,1989.

Strategies of Oil Companies in Development of Low Carbon Economy

Mu Xian-zhong, Feng Xiao-gang, Zhang Zhi-qiang (*Institute of Recycling Economy, Beijing University of Technology*)

Abstract: This paper analyzes the concept of low carbon economy and the energy resource endowments of China. The structure and efficiency of energy consumption and their constraint to the development of low carbon economy are studied. Combining with the practice of Chinese oil companies, the basic strategies and technological routes are presented and the development of new energy industry under low carbon economy is discussed.

Key words: oil company; low carbon economy; carbon emission

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.007

Feasibility Analysis of Discovering Large Oilfield in Sichuan Basin

Wang Yu-jun (*CNOOC Enterprises Corporation*)

Abstract: In this paper, the current state of exploration and petroleum geological conditions of Sichuan Basin are analyzed. It is regarded that large structural lithologic oilfield may be formed in Chuanzhong Platform, large oil and gas field with thrust fault block may be found in Longmenshan, Dabashan, and Huayingshan thrust belts. The author in this paper believes that large oilfield will certainly be discovered in Sichuan Basin.

Key words: Sichuan Basin; large oilfield; comprehensive evaluation; exploration strategy

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.008

Study Progress of Formation Electrical Property and Electric Logging Interpretation Method

Ouyang Jian (*Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina*)

Abstract: This paper reviews the electric logging interpretation method that had been used before 1990's and introduces the study progress of PetroChina made in formation electrical property and electric logging interpretation method of low amplitude reservoir-low resistivity pay and pre-Cretaceous extra low permeability reservoir in the last decade. The progress includes clay additional electric conductivity in shaly sand, the influence of drilling mud invasion on response of dual lateral log and dual induction log, electric property of complex pore types and extra low permeability reservoir, and distribution law of logging saturation-resistivity in various reservoirs. The study progress indicates that the electric logging is an important method in reservoir evaluation.

Key words: formation electrical property; electric logging; study progress

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.009

Fine Reservoir Monitoring Technology based on Four-dimensional Seismic Imaging of Microfractures and Its Application

Zhu Qing-zhong¹, Chang Yan-rong², Fang Guo-qing³, Li Hong-chuan⁴ (1. *Research Institute of Oil Production Technology, PetroChina Huabei Oilfield Company*; 2. *Development Department of PetroChina Changqing Oilfield Company*; 3. *No.5 Oil Recovery Plant of PetroChina Changqing Oilfield Company*; 4. *Sanen Oil and Gas Engineering Technology Services Co., Ltd.*)

Abstract: Fine reservoir monitoring technology based on four-dimensional seismic imaging of microfractures comes into the domain of reservoir geophysics. It uses three-component detector to receive seismic wave, analyzes the vector properties of seismic wave amplitude, studies the size, duration, changing law, and distribution of energy released from reservoir, and then monitors and determines waterflooding front, residual oil distribution, and artificial fracture development scientifically, rationally, and objectively.

Key words: microfracture; four-dimensional imaging; fine reservoir monitoring

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.010

Development of Ground Associated Acid Carrying Sand Fracturing Technology

Wu Yue-xian¹, Li Wu-ping¹, Zhong Shui-qing², Duan Ming-feng¹, Wang Qiang², Zhang Pei-bo⁴, Li Zhi-lin¹, Zhong Yu-shi⁴ (1. *CNPC Chuanqing Drilling & Exploration Company*; 2. *PetroChina Southwest Oil and Gas Field Company*; 3. *PetroChina Liaohe Oilfield Company*; 4. *State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University*)

Abstract: Conventional sand fracturing has some technical limitations, and it is difficult to meet the demand of complex reservoir geological transformation. In recent years, progress has been made in the development and study of ground linked acid, several types of associated acid system have been developed and two have been tested successfully. This paper introduces the characteristics of ground associated acid, analyzes the pilot test of ground associated acid carrying sand fracturing in argillaceous sandstone and volcanic rock reservoir. The author in this paper believes that the two examples show the advantages and practicability of the technology and it meets the demand of complex reservoir geological transformation.

Key words: ground associated acid; carrying sand fracturing; technology

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.01.011

Development Trend and Application of Visualization Technology in Petroleum Industry

Zhou Ding-zhao¹, Liu Jin¹, Luo Qiang¹, Huang Chao-bin², Liu Zhong-jun³, Wen Tao¹ (1. *Yangtze University*; 2. *SJ Petroleum Machinery Company of*