

四川盆地油气勘探前景及发展对策

罗志立

(成都理工学院, 四川成都 610069)

摘要: 四川盆地结构特殊, 成藏条件复杂, 气多油少。天然气勘探前景广阔, 但勘探难度越来越大。为了支持四川和重庆经济的持续发展, 积极地、稳妥地实施油气“一进一出”的能源对策, 是完全可行的和必要的。

关键词: 四川盆地; 盆地结构; 油气资源; 发展对策

作者简介: 罗志立, 男, 72岁, 教授, 石油构造学

中图分类号: P624 文献标识码: A

截止 1997 年, 四川盆地共获得中、小型油田 12 个、气田 89 个(国际标准), 累计探明天然气储量 $4\,800 \times 10^8 \text{ m}^3$, 石油储量 $0.45 \times 10^8 \text{ m}^3$, 成为中国第一个生产天然气的大盆地。1997 年, 天然气年产量达 $75 \times 10^8 \text{ m}^3$, 原油年产量 $23 \times 10^4 \text{ t}^{[1]}$ 。这些油气资源的产出, 有力地支援了四川省和重庆市的工农业生产, 在国民经济建设中起着重要作用。但四川盆地结构特殊, 形成油气藏的地质条件复杂, 勘探和开发的难度很大, 工业成本和经济费用较高, 这是经济持续发展必须面对的实际问题。

1 成藏条件复杂, 气胜于油

四川盆地 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$, 有厚约 2 400~8 360 m 的海相地层, 具有较大的生储油气的潜力。它虽为克拉通盆地, 但在中国大陆形成过程中比较特殊, 中生代以来, 东受库拉-太平洋板块的推挤, 西受特提斯-印度板块的影响, 活动性较大。除川中尚保留稳定地块态势外, 其余部分均变形强烈, 是一个很不稳定的克拉通盆地。这就给四川盆地的石油和天然气形成条件, 带来一系列特殊而复杂问题。

(1) 巨厚的海相地层, 有良好的生油条件, 但因其时代老、埋深大, 有机质多已演化到过成熟阶段, 以生气为主。

(2) 无论海相碳酸盐岩或陆相砂岩的孔隙度、渗透率均较低, 除中石炭统和中、下三叠统孔隙度略好外, 其余均为致密性非常规性储层, 碳酸盐岩储层孔隙度平均为 1.7%, 渗透率多小于 0.1

$\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$; 砂岩孔隙度平均为 5.4%, 渗透率小于 $0.1 \times 10^{-3} \sim 0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 必须依靠构造裂缝贯通, 方可形成油气藏; 然而构造裂缝发育的非均质性, 常给油气勘探、开发和钻井成功率带来许多困难。

(3) 圈闭形成时间较晚, 多在喜山期, 与古生代海相地层和中生代陆相地层中烃源岩, 生烃和运移的时间不配套, 天然气丰度低, 气田规模受到限制。不易大规模移聚成大型气田, 多为分散的中-小型气田。

(4) 1990 年底以前, 四川盆地共钻深井 3101 口, 累计完成地震测线 $16.7 \times 10^4 \text{ km}$, 三维地震测量面积 $2\,754 \text{ km}^2$ 。若以全盆地面积平均计算, 每 100 km^2 打井 1.7 口, 每平方公里完成地震测线 0.93 km, 属中等勘探程度, 只是基本查明了四川盆地石炭系以上的含油气情况。若要勘探下古生界油气, 井深多在 5 000 m 以下, 每口井耗资常达数千万元, 并常伴有许多复杂的工程问题, 这是四川盆地今后勘探中的难点之一。

从上述油气藏形成条件分析, 四川盆地成气条件优于成油条件, 虽油气均产, 但以产气为主。四川盆地为中国重要的含气盆地, 这在 40 多年的勘探实践中也得到证实。

2 勘探前景估计

2.1 能否找到大型油田

目前四川盆地勘探见到原油和轻质油的层位有 4 层, 各层含油特征如下:

2.1.1 凉高山层

页岩和砂岩的互层, 厚约 40 m, 其中黑色页岩有机碳 0.49%~1.32%, 可作生油层, 但厚度薄、分布局限, 钻探效益欠佳, 不能形成大油田。

2.1.2 大安寨层

这是当前四川盆地在川中的主要产油层。以页岩夹介壳灰岩为主, 厚度 80~100 m, 分布面积 $1.4 \times 10^4 \text{ km}^2$, 生烃强度值 $32.6 \times 10^4 \text{ t/km}^2$ 。它与松辽盆地和渤海湾盆地湖相地层的生烃层厚度为 (500~2 000 m) 和生烃强度 ($200 \times 10^4 \sim 300 \times 10^4 \text{ t/km}^2$) 对比, 显然不具备形成大油田的条件。兼之为介壳灰岩裂缝性储油, 属低孔低渗储油层。计算资源量 $9.21 \times 10^{12} \text{ t}$ (1993 年), 但获得控制可采储量不过 $4 455 \times 10^8 \text{ t}$, 年生产量 $8 \times 10^8 \sim 16 \times 10^8 \text{ t}$, 很难在该层找到大油田。

2.1.3 须家河组(香溪群)

由砂泥岩煤系组成, 厚约 3 000~5 000 m, 其中泥岩具生烃潜力, 生烃强度川西地区最高, 可达 $110 \times 10^8 \text{ t/km}^2$, 具有形成大油气田的基础。但经过近 40 年数百口井的钻探, 只发现一些中-小型气田。表明须家河组中也难找到大油田。

2.1.4 嘉陵江组和雷口坡组

为厚约 1 000~1 600 m 的海相碳酸盐层, 是四川盆地主要产气层。据近期黄藉中等^[2]研究, 本层仅能生少量烃, 气源主要来自上二叠统煤系地层, 如磨溪气田和卧龙河气田。兼之, 中、下三叠统演化已达高成熟至过成熟阶段, 没有成油的物理环境, 也不可能找到大油田。

上述 4 层均难找到大油田, 其下伏的古生代地层找油前景又将如何? 据大量钻探和研究结果, 全盆地二叠系以下古生界有机质演化均进入过成熟阶段, 二叠系产气均为干气, 未见含油显示, 因此四川盆地的古生界更难发现大油田。这就是四川盆地当前找油的客观实际情况, 是过去人们常避而不言的问题, 也是今后经济发展又不得不面对的实际问题。

2.2 天然气前景广阔

2.2.1 转化率低尚有巨大潜力

四川盆地已发现产气层, 从中生界到晚元古界共有 7 层, 两次资源评价结果, 总资源量为 $7.8 \times 10^{12} \sim 7.1 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 比塔里木盆地 ($8.4 \times 10^{12} \text{ m}^3$) 少, 比鄂尔多斯盆地 ($4.2 \times 10^{12} \text{ m}^3$) 多, 处于全国 3 个大型克拉通盆地第 2 位, 到 1993 年共探明和控制储量 $4 115 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。从天然气总资源量与探明储量对比, 四川盆地天然气的转化率仅 5%~6%,

远远低于与四川盆地地质条件相似的美国二叠盆地(转化率高达 69%), 表明四川盆地天然气勘探前景, 尚有巨大的潜力。

2.2.2 新领域前景广阔

四川盆地除已探明产气的层系外, 尚有以下古生界的寒武系、奥陶系和志留系, 具有良好的生烃条件和可作储层的碳酸盐岩, 它是我国南方深埋地腹、保存条件最好的层系。在龙门山和大巴山盆地边缘出露的寒武系有大量的沥青脉和油苗显示, 表明地史期有过成油过程。盆地内仅有少量的井钻达, 个别井中见到含气显示, 目前尚未突破, 但随着勘探深入, 有可能在上述层系和震旦系中发现大气田。

此外, 与国内外含油气盆地有利构造单元对比, 也有可能在下列领域中发现大气田, 如乐山—龙女寺古隆起、川西推覆构造及其前陆盆地、川东北前陆盆地, 以及川东地腹下古生界宽缓大背斜。这些均是今后天然气勘探值得重视的新领域。

2.2.3 气藏分布复杂, 勘探难度较大

(1) 已发现的气田规模小而分散。目前已发现气田 89 个, 其中 20 个按石油总公司标准称为大-中型气田^[3], 其探明储量从 $50 \times 10^8 \sim 539 \times 10^8 \text{ m}^3$, 储量最大的气田 3 个, 即五百梯 ($539 \times 10^8 \text{ m}^3$)、威远 ($409 \times 10^8 \text{ m}^3$) 和卧龙河 ($379 \times 10^8 \text{ m}^3$); 其余 69 个气田储量多小于 $50 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这些气田的探明储量, 按国际大气田标准衡量 (大于 $1 000 \times 10^8 \text{ m}^3$), 均为中-小型气田。这些气田在地理上的分布, 除川南和川东相对集中外, 几乎在 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的盆地范围内星罗棋布。这些特征就给我们开发和利用四川盆地天然气增加了投资成本和难度。

(2) 裂缝系统含气, 地层水活跃, 在勘探和开发工作中的风险性较大。裂缝系统在地下分布很不均匀, 对其发育规律难以完全掌握, 探井若打在裂缝系统上, 有幸可获气田, 否则数千万元一口深探井的费用, 将付之东流。裂缝系统中天然气和地层水并存, 地层水又异常活跃, 开采过程中稍有失误, 气层将被水淹而停产, 这是常遇到的困难问题。

(3) 地下情况复杂, 深层勘探耗资巨大。四川盆地正规勘探已 40 多年, 钻井 3 000 多口, 石炭系以上的中-深层含气性已基本查明, 今后进一步勘探则是以下古生界和川西与川北坳陷中的上古生界超深层为对象, 钻探这些超深层的天然气, 钻井成本甚高, 常冒数百万元至数千万元风险投资钻井, 成败可能各半, 面对严酷的市场经济, 今后不得

不考虑其投资效益等诸多问题。

3 极积实施“一进一出”的油气能源政策

基于前述四川盆地结构特殊,油气成藏条件复杂,油少气多的客观实际情况,油气长远的能源政策,应该争取“原油进川”,筹建炼油厂,促进市场经济的蓬勃发展;同时积极稳妥地争取“川气出川”,大力开发天然气资源,集累资金,繁荣四川经济。

3.1 原油进川

中国的东北和华北有松辽盆地和渤海湾盆地的油田,拥有全国石油储量的 81% 和产量的 85% (按 1993 年计),能较长期地满足东部地区的石油能源需求;而南方经济发达的 12 省市,石油产量只有全国的 1%,若靠该区碳酸盐岩地层找油,就地解决急剧增长的石油需求,似乎不大可能。深处西南内陆的四川及重庆市,既缺乏东部及沿海诸省在石油资源和地域上的有利条件,每年又耗用成品油约数百万吨,预测 2000 年需成品油约 500×10^4 t;但四川盆地每年仅生产 20 多万吨原油,显然不能靠本省解决,也不能靠周边的湖北、云南、贵州、广西等省。唯一的出路,就是争取从新疆等地铺设油管线,向四川输送原油,筹建炼油厂,以解决四川与重庆石油严重短缺的问题。

据说这一方案已在筹划中,值得庆幸,再强调两点理由供决策者参考,以促进方案的早日实施。

(1) 从周边各省实际情况考虑,四川用油问题,只能从西北地区用管道输油来解决,因西北是当前国内石油勘探形势最好的地区,石油天然气总公司,计划在今后 5~10 年内,从塔里木、准噶尔、吐鲁番 3 个盆地建立年产 5000×10^4 t 原油体制(据石油物探信息,1998 年第 19 期),资源有保证;若从

长远战略考虑,21 世纪的中国将成为经济大国,在全球经济一体化的情况下,新疆还可从西邻的哈萨克斯坦和北邻的俄罗斯商讨国际供油的问题,可更进一步确保四川甚至西南三省供油无虞。在中央支持西部地区经济发展的前提下,应抓紧时机,早日实施,迟建不如早建对四川有利。

(2) 输油管线铺设路线若选择从兰州通过阿坝地区进入四川这一方案,施工可能困难些,但对发展四川西部少数民族经济大有益处,不仅可促进西部交通的发展,还可改善经济长期落后的状况,有“一箭双雕”的作用。

3.2 川气出川

到 1996 年底,四川盆地已探明 4800×10^8 m³ 的天然气储量,扣除累计采出量,还有剩余储量 3200×10^8 m³,为了开发利用这些天然气资源,“川气出川”再次提上议事日程。这是应该积极发展的一面,适合 21 世纪世界能源进入天然气时代的大趋势。但是,应该注意到四川盆地天然气成藏条件的复杂性和勘探难度,以及尚未发现后备产层和有利接替地区的现实;此外,还应考虑本省及邻省改革开放发展的趋势、用户的潜力,以及天然气与三峡水利能源利用匹配等诸多问题。这必须是综合考虑和稳当而慎重对待的一面,才不致重犯第一次“川气出川”的失误。

参 考 文 献

- 1 四川省志编委会.四川省志·石油天然气工业[M].成都:四川人民出版社,1997
- 2 黄藉中,王廷栋.四川盆地碳酸盐岩发育区主要烃源岩分布及有机质演化研究[J].天然气工业,1996,16(增刊):68~78
- 3 李一平.四川盆地已知大中型气田成藏条件研究[J].天然气工业,1996,增刊:1~12

DEVELOPMENT COUNTERMEASURES AND PROSPECTS OF OIL AND GAS EXPLORATION IN SICHUAN BASIN

Luo Zhili

(Chengdu College of Technology, Chengdu, Sichuan)

Abstract: Sichuan Basin is characterized by special architecture, complicated reservoir forming condition, rich natural gas and poor oil resources. Gas exploration in the basin has vast vistas but will be more and more difficult. In order to support the continuous economic developments of Sichuan Province and Chongqing City, it is necessary to adopt the new energy countermeasure of “import oil and export gas” actively and safely

Key words: Sichuan Basin; basin structure; oil-gas resources; development countermeasure