

加强深盆气的研究和勘探

——在陕甘宁盆地深盆地专题研讨会上的讲话

王 涛

(中国石油天然气总公司)

【编者按】深盆地理论出现才十五年,目前仅在北美的加拿大和美国发现有深盆地气田。深盆地具有大面积含气、资源量大的特点。中国是否有深盆地?对此,长庆石油勘探局和南方石油勘探公司的科研人员对陕甘宁盆地进行了探索性研究。中国石油天然气总公司科技发展局于今年3月25~27日在广州市组织召开了深盆地研讨会。以下是王涛同志在会议结束时的总结性讲话,这是一个将推动我国深盆地研究和勘探,有助于开辟天然气勘探新领域的重要发言。

科技局组织召开的这次陕甘宁盆地深盆地专题研讨会,是一次非常重要的会议。会上的4个报告,都从如何研究和认识深盆地,扩大陕甘宁盆地的天然气勘探领域,为我国陆上石油工业作贡献的角度,认真负责、实事求是地进行了准备,提供了大量的资料,提出了看法,指出了存在的问题。各位专家的发言质量很高,都从某一方面论证和加深了我们的认识,对开好这次会议作出了很大贡献。会议开得很好。

刚才长庆油田胡文瑞同志的讲话,我很赞成,特别是对下步工作怎么办,他表示的态度非常明确。南方石油勘探公司李振铎等几位同志抱着加快发展陆上天然气工业的态度,积极参与陕甘宁深盆地研究活动,而且是认真负责的。对他们的这种态度,胡文瑞同志给予了很高的评价。

陕甘宁盆地在长庆石油勘探局同志们的努力下,勘探局面正在不断扩大,而且从未来讲,也是我们陆上油气工业赖以发展的大盆地之一。现在,不管是油还是气,生产都在不断发展,储量和产量逐日增加。总公司党组对长庆也抱有很大的希望。原来提出的“33551”目标,即“九五”累计探明石油储量达到10亿吨,探明和控制天然气储量达到5000亿立方米,建成50亿立方米天然气生产能力、500万吨原油生产能力,油气加在一起达到1000万吨的生产规模,周部长希望能够提前两年实现。这对陆上石油工业将起到举足轻重的作用。因此,从发展前景来看,长庆是方兴未艾的,特别是近年天然气的勘探成果证实,陕甘宁盆地的天然气资源非常丰富,是一个很大的气区。我们研究深盆地,尤其是有针对性地研究陕甘宁盆地的深盆地,无疑对陕甘宁盆地的天然气勘探具有非常重要的指导意义。这些年长庆勘探获得的大量资料,特别是勘探下古生界打的380口探井,对于我们研究认识深盆地,进一步确立勘探指导理论提供了必要的工作基础。

深盆地研讨会的成果

这次会议开得好,我认为是在一个很重要的问题上达成了共识,即无论是长庆的同志,还是发言的专家们,基本上都认为陕甘宁盆地有深盆地。尽管长庆局的同志说是致密砂岩气,但可以用深盆地理论指导勘探,这无疑也是说深盆地是存在的。我很注意同志们的发言,我认为在这个问题上,大家的认识是一致的。

深盆地这个概念是区域性的概念,我们必须从整体上来分析认识它,揭示它的内在规律,而不能简单地用局部上的一些异常或不符合深盆地的现象去否定它,这是个基本的思想方法。从陕甘宁盆地的整个区域背景来讲,同志们列举的理由都比较充分,认为深盆地存在的基本地质条件是具备的。理由主要有三个方面:第一,陕甘宁盆地是在克拉通背景的基础上后期发展的一个前陆盆地。有这样一个构造背景,它必然会产生一个大的平缓的斜坡和大面积的含气范围。在这点上,大家认为陕甘宁盆地与加拿大阿尔伯达盆地的总体情况是一样的。当然,阿尔伯达盆地的形状、时代与地层都与陕甘宁盆地不一样,但在区域构造特点上是基本一致的,是相似的。第二,陕甘宁盆地有着丰富的气源。不管这个气源在什么地方,是在凹陷的中心

还是在长庆局同志所称的“广湖型盆地”内,这个气源无疑是丰富的。对上古生界来讲,从它的含煤层系来看,陕甘宁盆地煤的储量要比阿尔伯达盆地高一倍,气源也是相当雄厚的。第三,陕甘宁盆地分布有大面积的致密砂岩,其特点是局部有中高渗透,而且沿着地层的上抬部分物性有变好的趋势。这三个基本地质条件,作为区域上形成深盆气的条件,陕甘宁盆地同阿尔伯达盆地一样都是具备的。

判断是不是深盆气,我认为主要有三个标志,首先就是许多专家指出的气水倒置,这是问题的核心,没有气水倒置就成了常规气了。深盆气与常规气相比,大面积沉积的致密性砂岩造成瓶颈效应,形成了一个动态圈闭,上水下气。这一点是加拿大用常规办法找到了深盆气,又反过来总结而取得的认识成果。陕甘宁盆地虽有局部异常,但区域大范围含气砂体中特别是南北方向,气水倒置是明显存在的。尽管其中有例外,但它不影响对整体的判断。当然,我们还应继续做工作,对科学问题来不得半点虚伪和骄傲。第二是大面积含气。这是深盆气很重要的一个特征,这个特征对指导我们勘探是非常重要的。长庆的同志讲,陕甘宁盆地上古生界的含气是普遍的,试过井的层 94.5% 是含气的。这个数字就很说明问题。第三是压力异常,该区基本上属于负压,压力系数为 0.85~0.96。我认为,上述三条足以说明陕甘宁盆地上古生界含气层具有深盆气的特征。对此,同志们做了很多理论上的解释,这三条对我们今后的研究工作是非常非常重要的。

总之,这次会议很重要的成果,就是从区域上分析了陕甘宁盆地上古生界存在深盆气的特征。我们应该根据这个成果,进一步去指导勘探研究工作。我赞成戴金星院士说的那条意见,我们还应深入研究。

下一步的研究工作

我觉得同志们提的意见很好。下一步的工作就是要建立模式。现在我们总体上定性陕甘宁盆地有深盆气,但不能用阿尔伯达深盆气的框子来套,阿尔伯达盆地毕竟是在加拿大,而陕甘宁盆地在中国,两地构造发育的历史不一样,形成和演化过程也不一样。因此在深盆气这样一个总的分类下,要看到自己的特点。我非常赞成长庆局同志们强调的几条:第一,没有沉降中心,生油层不是在深凹陷里面形成,而是在“广湖型”盆地内。这个特点,确实与阿尔伯达盆地不同。阿尔伯达盆地有沉降中心,生油中心就在凹陷中心。陕甘宁盆地是大面积生气的。我认为,有气源就行,管它是凹陷还是广湖型沉积。这是我们中国深盆气的一个特征。第二,油气生成及含油气构造的形成不是同期的,含气构造的形成晚于天然气的生成,但同样对天然气的运移和聚集起着很重要的作用,而且是一个有利的配置,不然,长庆怎么会找到那么多的气呢。第三,钱凯同志说是满盆气,我认为他说得有道理。我也赞成一些专家讲的,气藏现在还在继续形成;我赞成戴金星院士讲的,我们要在大面积致密砂岩的分布中寻找中高渗透层,必须研究沉积相,研究物源的方向。对陕甘宁盆地上古生界来讲,它的物源主要是从北面、东面来的,即从古老克拉通地块那里来的,因此含气面积大。这个特点又跟阿尔伯达盆地不一样。第四,是负压。可以说,每个国家的深盆气都有自己的特点,这方面要很好地研究和总结,建立起自己的模式。

根据这次会议专家们提的意见和已有的研究成果,我建议下一步的工作,就是要建立陕甘宁盆地上古生界深盆气的成藏模式,加深认识它的分布规律和表现特征,这个问题对指导下步勘探非常重要。同时我也非常赞成胡文瑞同志讲的,要根据这样一个成藏模式来指导我们的勘探战略和部署,把理论研究和勘探部署紧密结合起来。通过实践,进一步深化我们的认识,完善我们的理论;通过完善理论,不断指导勘探实践,取得更好的效益。

用深盆气的理论指导勘探实践

第一,陕甘宁盆地的含气面积很大,我们研究工作面临的一个突出问题,就是要研究哪个地方有中高渗透层,认真地采用相应的技术和已取得的资料来研究陕甘宁盆地 10 万平方公里的岩相古地理,找到最好的岩相和储层发育带,确定有经济效益的含气面积。我看我们已经碰上了这样的区块。像陕 132 井,4 米气层日产气 7.8 万立方米;陕 67 井,4.5 米气层日产气 4 万立方米;陕 165 井,3 米气层日产气 5.3 万立方米;陕 141 井,23.4 米气层日产气 19.4 万立方米。这些都是高产井,但它们是不是位于最好的岩相带内呢?我们还要把整个盆地的岩相古地理搞清楚,看整个河流三角洲相是怎么分布的,找到了它的主河道就可能会

找到产气量更大的高产区。从目前实践的结果看,高产气层不必要求很高的渗透率,因此大面积致密砂岩是非常宝贵的一个勘探领域。我们采用相应的技术,依靠科学研究,把砂岩储层发育区找出来,这个地区的勘探同样会取得好的经济效益。据统计,阿尔伯达盆地在 6 万平方公里的面积内,已找到了可采储量 1.4 万亿立方米天然气(1983 年),而且高产的中高渗透区约占含气面积的 20%,当然他们打的井达 10 000 口,勘探程度比较高。陕甘宁盆地预计含气面积达 10 万平方公里,就按 10% 来计算,起码可找出 1 万平方公里的含气面积是中高渗透的。关于陕甘宁盆地天然气的经济价值,我赞成同志们讲的意见,即这里有上古生界与下古生界两套含气层系,而且在平面上是重叠的。由于气田的基础设施,开发下古生界气层时都已经建好了,在已经开发的高产气田上再开发低产气田,不需要再单独建设一套地面开发和储运设置。因此上古生界致密砂岩含气层的勘探开发经济界限是可以适当放低的。我觉得长庆在开发低渗透气藏上有很多有利条件,从大面积的致密砂岩中再找到中高产渗透含气区,一定会有很好的经济价值。这次把深盆气的概念确定下来,在思想上开阔了视野,这样我们在勘探工作中就不要仅着眼于一个构造,而应着眼于整个盆地的 10 万平方公里作出勘探的整体部署。这样,陕甘宁盆地的天然气勘探一定会进一步取得大的进展,少花钱,多办事,时间快,效果好。

第二,深盆气的特点是大面积的低渗透夹杂一部分中高渗透,而且地层压力是负压,这对我们的勘探和开发技术都提出了新的要求,用常规的办法就难以认识和揭示出深盆气的本质和特征,也难以取得好的经济效益。现在,我们录取第一性资料的手段,包括录井、电测、试油、试采都还没有一套适应深盆气特征的技术方法。长庆油田以及总公司勘探局应该认真地从深盆气的地质特征出发,研究出一套针对性很强的配套技术和操作规范。否则,很可能有不少井都会白打,有气也认识不了,认识了也拿不出来。在技术要求上,对于钻井,首先要保护好气层。这个问题,我们在常规油田开发上也没有解决得很好。钻井界有这样一个理论:“好油层压不死,压死的不是好油层”。这样的话,深盆气都会被压死。低渗透对泥浆的污染和浸泡反应特别灵敏。只要被污染了,绝大多数井是很难出气的。所以钻进中保护好油层很重要。胡文瑞同志讲,这个问题还要宣传,没有一定的操作规范也是不行的。其次是录井,这是认识油气层的手段。前一段我听了大庆油田的介绍,很受启发。大庆油田勘探之所以能在三肇东部地区实现油田连片,关键是技术进步。他们主要有三条:^①依靠高分辨率地震认识地下的岩性体;^②解决了高含钙地层和高含泥地层测井解释;^③采取了保护油层措施和酸化压裂手段。这三套技术过关了,大庆油田才打开了那些低渗透薄层岩性油气藏的勘探局面。

第三是测试,困难的又是低产层的测试。有的时候,打井过程中泥浆漏到地层里究竟有多少,你捞出的东西是什么,是地层出的还是地面渗入的,都不容易搞清楚。我们必须研究出一套低产层测试和工艺的方法,要有相应的一套设备和操作要求,特别是深井测试。

第四是低产气层的改造。我去阿尔及利亚,到了哈西勒迈勒气田,这个气田的储量有 3.5 万亿立方米,产层是侏罗系砂岩,渗透率很低,只有几个千分达西,然而一年产气上百亿立方米。我问用了什么办法,他们说用了哈里伯顿和斯伦贝谢公司的技术,用深穿透射孔弹,搞大砂量的压裂。所以气田单井产量很高,井距很大,气田上看不到几口井。

我认为,技术是我们搞好资源开发很重要的因素,技术本身就是资源。没有技术,有资源也拿不到手;有了相应技术,才能把我们认识到的资源开发出来。我们应把认识深盆气的一套技术方法总结出来,要形成一套规范,而且要宣传到每个操作工人,人人熟练掌握,认真严格执行才行。我赞成总公司科技局、勘探局和长庆油田共同来研究对付深盆气所需的配套技术,包括硬件与软件以及人员的管理和操作规程,都应形成一套非常严格的规范。

我们对付深盆气还是要发扬大庆精神。讲“三老四严”、“四个一样”比大庆会战时还要严格。从地质条件讲,陕甘宁盆地比大庆油田要复杂,勘探开发工作难度要大得多,这就要求我们在思想作风上,对待每项工作都应该有高标准,一定要严、要细,做到精雕细刻。

我们研究应用深盆气理论还需解决一个问题,就是要重新作资源评价(定量评价)。会上闵琪同志谈了这个问题,我看可以根据这个规律去研究,而且要选出哪个地方更丰富,像戴院士讲的,生油强度最大、储量最丰富的地方,并定量地作出预测。

对几项具体工作的建议

第一,要重新认识上古生界打的井,从地质、录井、气测、电测一直到试油资料都要重新复查,重新解释。在此基础上,找出一些关键的井重点试油,解决我们认识上的问题。不取心不试油,就很难确定测井解释标准。我们只有通过全面复查,才能加深对上古生界的认识。会上大家列举了几个数据,说现在一共有 3 700 多个层,气层不到 60%,干层占百分之三十几。我觉得只根据电测资料判断,对这种低渗透气层是很难搞准确的。李振铎同志提出的气层与干层孔渗的统计情况值得我们注意,既然孔渗条件基本上是一样的,为什么这个就是干层,另一个就是气层呢?如果按深盆地原理,都应该有气呀!当然这是很简单的说法,对具体井要具体分析,但我觉得现在认识的气层数偏少。建议长庆局选一批井重新射孔测试,把电测解释水平提高一步。我认为这是个很大的潜力。再就是要把水层真正搞准确。已经气水同出的井,能否在有条件的地方长期试采一下。有的同志举例,有的井出水出了 1 个多月,然后就出气不出水了,这个例子给我们很大启示。当然要分析,明明白白是地层出水就算了。如对它的水有怀疑,该长期试采的就试采一下,不能试的就要找相同的井重新试。特别是低产井,尤其要重视。要认真真下功夫,真正取全取准第一性资料,切实为我们对每口井做出科学判断提供可靠依据。

第二,建议再打 10 口新井。这 10 口井往哪儿打,要根据我们寻找中高渗透的目标,而且是我们认为不该有水的地方。至于是否一定要把气水边界搞清楚,我觉得这倒不是当前要急于解决的问题。以往我们的着眼点是下古生界,对上古生界的注意力不够。这 10 口井要解决我们对上古生界的认识,包括地层、岩性、物性、含油气性以及其真正具有的产能等。这些井定位在何处,希望很好组织研究,每一口井的勘探目的要明确,都要解决一定的认识问题。这样,通过复查老井以及补打一批新井,我们对陕甘宁盆地上古生界的认识会进一步加深,会为研究深盆地提供更加准确完整的资料。

第三,要扩大研究地区。深盆地概念自 1976 年在加拿大被提出来后,真正形成理论是在 1982 年,距今只有短短的十几年。现在看来,深盆地也不是加拿大的独家专利,哪个地方只要具备形成深盆地的地质条件都会有。中国的深盆地是不是只在陕甘宁盆地才有呢?罗启后同志讲得很清楚,四川盆地川西北可能有;在塔里木盆地两个前陆盆地——塔西南和库车,准噶尔盆地的南缘山前带也可能有;陈勇同志提的柴达木盆地的北部;吴铁生同志提的东部裂谷盆地的那种箕形、非对称的凹陷,都可以进一步研究。当然我们在研究深盆地理论时,不可忽视对常规气藏的勘探。常规的气田还是大多数,不要强调了深盆地,就把常规气忽视了。

第四,要在组织上落实。可由科技局、勘探局、总公司研究院和有关油田组成专题项目组,进一步充实力量。希望这次会后,首先要加快长庆这个项目的步伐。南方公司参与长庆深盆地的研究,是我的建议。1979 年我参加美国石油地质学术年会,学到了一个非常重要的找油指导思想,也可叫做找油的哲学,即新区勘探必须参照老区的经验,而老区勘探必须要有新的思想。我觉得这是非常重要的。一个人在一个地方工作久了,有优点也有缺点。优点是对所有资料熟悉,缺点是取得的认识容易形成一个框子把自己框起来,很难突破。李振铎同志在美国学习时感到深盆地在外国发展很快,他作了一些研究,联想到了陕甘宁盆地,认为陕甘宁盆地很可能也存在深盆地,他和我谈了这个认识,我认为这个看法很重要,鼓励他与长庆的同志一起研究这个问题。应该说,长庆的发展能有今天的成果,与长期工作在长庆的同志们的辛勤劳动、做出的牺牲和奉献是分不开的,他们功不可没。但长庆要继续发展,就要善于吸收外部的新思想,特别是一些不同的观点,这对深化陕甘宁盆地的地质研究工作有好处。

对于深盆地这个新领域,我们要学习国外经验,但决不能拿着国外的模式生搬硬套。大家都知道西服好看,但你不管是否合适你的身材硬把西服往身上套,肯定不会好看。我们学习别人的经验,一定要学他们的实质,要建立我们自己的模式。另一方面,老区一定要有新思想,一定要多听外部的观点,越是与你不同的看法,越要深入地研究它,多几个想法就会多几个启发,就会有更多的创造性劳动。希望你们今后继续密切合作。我相信,通过各方面的密切合作,我国深盆地理论研究一定会进一步发展,并在指导勘探实践中取得成效。

(编辑 居维清)