

回顾与展望

对我国当前油气运移研究的一些看法

陈 荷 立

(西北大学)

油气是地壳中特殊的流体矿产,其最大特征为流动性。但是过去在一段很长的时间里,有关油气在地下流动的运移问题,却始终是石油地质理论与实践中最薄弱的环节。造成这种情况的原因首先是由于人们对运移问题的复杂性与重要性认识不足,从而没有给予必要的重视。按照当时流行的观点,生油层中成熟烃类的排出(即一次运移)主要依赖上覆负荷的“挤压”作用,二次运移则取决于“连通管”式储集层中的水力与浮力。所以,石油只要能够生成,运移似乎既不存在什么问题,且现象也极为简单。其次,上述情况的造成看来也与缺乏对运移研究的有效手段有关。运移是发生在漫长地质历史时期中的事件,根据当时的条件,对它的过程既无法直接观察,也很难追踪。

自从本世纪60年代石油成因理论自早期转变为晚期以后,原有运移观与按晚期生油理论所能提供的运移条件间出现了严重的矛盾。形势迫使人们不得不重新认真对待运移问题。在此期间,随着油气勘探工作的逐渐深入,泥岩压实理论与研究方法的出现,以及有机地化研究等方面的进展,有关油气运移的理论与实践始获得了长足的进步。

我国自本世纪70年代开始引入国外有关油气运移的一些现代概念与研究方法后,十几年来油气运移研究在我国石油地质领域中所占的地位日益重要。我国曾先后两次召开全国油气运移专题研讨会,这些会议是对我国油气运移研究现状的极好检阅。

1987年11月在西北大学召开的第一届全国油气运移专题研讨会,涉及的研究内容主要有:①从泥岩压实研究入手,恢复研究区沉积史与埋藏史,并进一步判断初次运移的时间与排烃范围;②以压实资料为基础恢复研究区的水动力条件,或在实测地层压力的基础上进行流体势的分析,从而指出油气二次运移的方向与有利聚集区;③以有机地化分析资料为根据,通过油气成分在平面与纵向上的变化,指出油气运移的可能方向与途径;④通过粘土矿物成分的分析,寻找有利排烃的深度;⑤有关泥岩压实、粘土转化等方面的模拟实验结果等等。

1991年5月在石油大学昌平新校址召开了第二届油气运移专题研讨会,共收到论文72篇。这次会议的特点是:①论文数量较上届会议成倍增长;进行运移研究的地区更加广泛,几乎遍及我国所有主要含油气区;讨论内容明显较上届更加深入。不少文章涉及了一些新的认识与方法,甚至还有个别作者对已有国外经典著作中的观点与公式提出了质疑。所有这一切标

志着我国油气运移研究已开始从引进的年代逐渐走上了自我发展的阶段;②在第一届油气运移研讨会上,讨论初次运移时间、方向等的文章占有较大的比例,而二次运移问题相对讨论较少。本次会议讨论的明显热点之一是关于储集层中压力或流体势分布,以及其它有关二次运移与有利聚集区的问题。这样既完善了整个运移作用的过程,又进一步密切了运移研究与生产实践间的关系,提高了运移研究结果的实用价值。正因为如此,油气运移被认为是纯理论性或学院式研究课题的传统观念正在逐渐被打破。在此指出以下两个事实可作为这方面很好的说明:第一,这次会议提交的研究成果不仅绝大部分为实际生产任务,而且属于生产单位的论文作者在数量上也明显有所增加。它标志着运移理论与研究方法已逐渐为广大石油地质现场工作人员所接受。第二,实例表明,目前油气运移研究已开始在一些地区油气勘探部署中取得发言权,成为区域评价的主要依据之一;③第一届运移会议反映当时我国运移研究的手段主要在于泥岩压实、有机地化与粘土矿物等方面。而现在不仅上述诸方法本身在手段上有了很大发展(如压实研究已从主要依据测井资料,扩展到地震勘探资料;地化研究开始深入到分子水平等等),而且,成岩作用、荧光薄片等手段在油气运移研究中的应用也开始崭露头角;④大量数值模拟研究结果的提出,表明我国油气运移研究已开始摆脱以定性推理为主的阶段,开始了定量计算的尝试,并已取得了一定效果。

以上种种情况展示着我国油气运移研究的一个蓬勃发展的时代已经到来。但是,我们也应清醒的看到,由于运移问题复杂,涉及面广,综合性强,而研究工作又起步晚,可资借鉴的经验少,所以,今后的研究任务仍是十分艰巨的。为了尽快推动我国运移研究的向前发展,在今后工作中,应对以下一些问题引起足够的重视。

1. 油气运移的进行以整个盆地为背景,它的发生、发展必然与整个盆地的发育以及盆地内部地应力场、流体力场以及温度场的分布与演化有着不可分割的依附关系。同时,油气运移又贯穿在油气自生成到聚集和破坏的全过程之中,因此,它也必然与生油层、储集层、盖层、圈闭等的条件与历史演化密切相关。故油气运移研究实质上是一项综合性很强的课题。它的正确解决必须建立在对上述多方面条件的正确认识与综合分析之上。就目前情况看来,我国运移研究虽然在一些方面已取得较大进展,但是发展还很不均衡。特别是在对于盆地发育史、地热演化史以及储集层成岩演化史等方面的结合上注意还很不够。这样就势必限制了对运移全过程的正确了解。今后我们必须注意继续加强多方面资料的综合运用与研究,同时也必须注意继续开辟多种研究途径,争取更多兵种协同作战。

2. 任何成功的实践都脱离不了正确的理论指导,而任何正确的理论也都脱离不了大量真实可靠的实际资料作为基础。目前在油气运移基础理论方面还存在有不少争议。这是在今后研究中亟待解决的问题。为此,我们一方面在现场要有意识地注意和积累这方面的实际资料,另一方面还应有计划的在室内开展一些有关的分析化验及物理模拟实验工作。一些问题看来似乎属于纯理论性的,因而过去往往没有给予足够的重视。而实质上它们对一些实际问题的解决有着十分重要的作用。这些问题如:有机质在生油层中的赋存状态,生油层的孔隙结构及各种物理性质,油气运移的相态,不同类型盆地的水动力或流体势分布的模式……。

3. 压实在油气运移研究中的应用已获得了绝大多数人的公认。目前其用途正在由初次运移向剥蚀量、埋藏史和二次运移研究等方面扩展。而其基础资料的来源也正在由地球物理测井向地震勘探扩展。后者是一个很引人注目的进展。因为地震资料的应用不仅可弥补测井资料在深度和平面分布上的不足,而且更重要的是它可使一些钻井较少、甚至尚未钻井的

地区开展油气运移研究成为可能。这样就大大提高了油气运移研究的预测性。现在在地震勘探资料的运用中有两种途径,一是依靠特殊处理,将地震记录转化为拟声速测井曲线;二是采用现有一般处理结果所得的速度谱资料,立足于大量统计,去伪存真,寻找规律。前者理论上可取得与实测声波测井曲线相同的结果,即可大大提高地震勘探结果的分辨率与准确性。但实际上由于该方法本身目前仍处于发展阶段,处理方法与所用参数均存在一定问题,因此所得结果往往与实测声波测井曲线还有一定的、甚至较大的差距。再加上处理费用昂贵,在一定程度上也限制了其广泛应用。后一途径方法较粗略,虽可满足当前定性和半定量解释有关流体压力分布与运移问题的需要,但进一步定量则误差相对较大。因此如何在现有条件下,发展起一套即准确先进,又简便易行、经济实惠、便于推广的地震资料处理方法,是亟待解决的一个问题。

4. 有机地球化学是油气运移研究的重要手段之一。其在生油研究方面的应用已取得了很大的进展与成效。近年来有机地化指标在运移研究方面的应用也已呈现出一定的效果。如在正构烷烃、异戊间二烯型烃、芳香烃等的含量与分布特征方面的利用,以及随有机地球化学进一步发展而出现的甾类、萜类化合物与碳同位素的利用方面。今后应进一步加强油气成分的运移效应及各种影响因素的分析,以寻找更加可靠的有机地化运移新指标。同时,还应密切注意各种新技术的开发。

5. 数值模拟的关键应在于建立正确的符合实际的地质模型和采用适合的地质参数。故对一地区的数值模拟必须从广泛深入的地质研究和建立正确的地质模型入手。任何忽视这一前提的数值模拟都不可能得出切合实际的结论。相反,只有在大量实际资料论证地质模型符合实际,各种参数选取合理的情况下,才可能提高模拟结果的准确性,也才可能具有较大说服力。

6. 油气运移是一个涉及面很广的复杂问题,今后还需要不断扩大其研究领域与应用范围。就目前研究现状看来,以下几方面值得引起今后的注意:①在继续深入碎屑岩层系油气运移研究的同时,应加强碳酸盐岩层系油气运移的研究;②在继续深入构造油气藏油气运聚条件研究的同时,应加强非构造油气藏油气运聚条件的研究;③在继续深入油气运移一般规律研究的同时,应进一步加强对天然气运移特点的研究;④在继续加深对油气晚期运移理论认识的同时,应密切注意可能存在的早期运移的现象;⑤在继续积累勘探资料论证运移作用的同时,应注意油气田开发资料在运移研究中的利用。另外,也应加强油气运移研究结果在油气田开发中的应用。

以上仅为笔者在长期从事运移研究工作中以及通过我国两次运移专题研讨会的启示所得出的一些初步认识与感受。限于时间与个人水平,不当之处在所难免,希广大读者批评指正。

(收稿日期 1991年6月15日)

(编辑 陆英理)