

# 在页岩气发展中重视综合勘探开发

□ 张 抗

美国页岩气开发的巨大成效引起全球油气、能源界的强烈关注,中国油气业闻风而动,已从信息调研迅速进入选区勘探,开始形成“页岩气热”<sup>[1,2]</sup>。在中美政府间的合作协议中,页岩气已被列为独立的一项。在迎接页岩气勘探开发高潮时,笔者认为,应重视页岩气的综合勘探开发问题,即不要孤立的对待他,而尽可能将其与共生、伴生资源一起去考虑其探明和利用。为此,本文从其赋存的地质条件和技术工艺入手讨论综合勘探开发的必要性和可能性,提出对策建议。

## 一、页岩气赋存的地质环境

### (一)页岩气与常规油气

按照有机生烃说,生烃岩是富含有机质的暗色岩类,其主体是暗色细碎屑岩,特别是泥、页岩类。生烃岩层中所产生的油气被排出、迁移并富集于有较高孔隙性、渗透性的岩层空间(圈闭)内则形成常规油、气藏,而没有排出却保留在生烃岩层中的油、气属于非常规范畴。后者

中保留(主要是被吸附)于煤层中的就称为煤层气,保留在泥、页岩中的称为页岩气、页岩油。这里的暗色细碎屑岩就不再强调岩石学严格术语上的泥岩与页岩的差别,甚至忽略了其中可以有泥质粉砂岩,泥质白云岩等夹层,在日常应用中统称为页岩,其中所含油、气也统称页岩油、页岩气。所谓“常规”指以通常的技术方法可以开采并获经济效益者。显然,他与“非常规”之间的界线是模糊的、过渡的、在不同国家可有不同的划分标准。如致密砂岩油、气藏通常须以压裂对储层进行改造后才具有可采性且其成本较高,在美国放在非常规范畴,而在中国一般都属于常规领域。

上述划分表明非常规的页岩油、气与常规油气田之间有某种过渡性,甚至可共生于一个区域(甚至一个大区块)内的一套层系内。地跨美国和加拿大的威利斯顿盆地巴肯(Bakken)组是近年页岩气开发的热点之一,其大部分面积上以开采非常规油气为主,但在

其分布的西南边界内侧却形成了埃尔姆古力(Elm Coulee)油田,可采储量约4千万吨,2000~2007年以580多口水平井累计产油约940万吨。美国联邦地质调查局(USGS),2008年测算该盆地可采资源量的中值为:石油5.8亿立方米、天然气518亿立方米、天然气液(NGL)0.235亿立方米,这里边就包括了常规石油资源。正因为页岩气与常规油气之间有这类的共生关系,我国作为初期工作开展页岩气的选区评价时首先着眼于已知含油气盆地的生烃岩<sup>[3]</sup>。众所周知,作为一套生储盖组合许多常规油气层处于生烃层位的上下,暗色泥岩中夹层的油流、深水扇、三角洲前缘砂体中也是常规油气藏易赋存的层位。上述这些油气藏在纵向和横向上都与生烃岩中的非常规油气有紧密的空间共生关系。在陆相地层中以近距离的运移为主,此时形成的常规油气藏也与烃源岩中的非常规油气有着相当密切的空间关系。

### (二)页岩气和页岩油

有机质生烃过程中虽然在低温(生物气)和高温(裂解气)情况下以生气为主,温度适中时(生油窗)以生油为主,但总体上看却是同时既生油也生气。从赋存上看排出油气后的源岩内虽然两者向的比例可能有很大变化范围,以至从开发角度看单独分出页岩气和页岩油,但实际上却总是共生的;从分子物理角度看,无论是吸附态还是游离态,油气二者也都可互相溶解于对方。在开发中美国各盆地的页岩气田也总伴有页岩油产出,其中也包括与油或气一起产出而在地面被分离出的天然气液。以美国页岩气开发中具盛名的沃斯堡盆地巴内特(Barnett)页岩为例,1982年至2006年6月的统计共产出623亿立方米气、750万桶油和天然气液;以同期产量贡献最大以5619口水平井计,平均日产5862万立方米气、5481桶原油和天然气液<sup>[4]</sup>。显然,即使在以页岩气为主要目标的区块也不应忽视页岩油的存在和采出,作为一个石油公司应有油要油、有气要气。

(三)煤系地层中的页岩气、煤层气和与其相伴生的资源

煤系地层是含有煤层、暗色泥页岩、砂岩、有时还有碳酸盐岩的复杂地层组合。其中煤层、暗色泥页岩和泥灰岩等都可以生烃,砂岩和碳酸盐岩可以成为常规和/或非常规储层。部分烃排出运

移后仍残留在生烃层内者分别被称为煤层气、页岩气/油。当煤系中的砂岩、碳酸盐岩的孔渗性较好时可以形成常规油(特别是气)藏,当其孔渗性很差时也有赋存非常规致密气藏的可能性。显然,在海陆过渡(交互)相煤系中,煤层气和页岩气/油伴生就应是更常见的现象。

此外,由于煤层气和页岩气藏可赋存于较浅部(如小于千米),煤系地层里煤层以及高岭土、铝土、稀散元素等,当达到工业品位时也可有开发价值,在勘探中顺便采集与其相关的信息也是有价值的。

## 二、页岩气勘探开发技术工艺

页岩气和煤层气的赋存机理上有共同之处,他们都有相当部分的气以吸附状态存在。在未开发前煤层气绝大部分被吸附于煤颗粒表面及内部,而按美国已开发页岩气田的测试值,吸附气占的比例可在20%~80%之间变化<sup>[4]</sup>。另一部分气可以游离态存在广页岩的微裂隙和煤层的割理中。他们开发的主要手段都是水平井和压裂,都有较长的有效生产期。所不同之处主要在于煤层气开发中以排水降压解吸,而页岩气的分段压裂有更强的造缝能力,开发井处的采出降压可以使吸附气逐渐产出。

前已提及,页岩气和致密砂岩气在美国都属于非常规

气。他们的经济开发都主要靠水平井和压裂对储层的改造,对这两种气藏来说其技术工艺也是大同小异,其压裂液的配方、构成可因所针对的岩性和流体差异而有所变化。

显然,如果页岩气、煤层气、致密砂岩气在空间上已有较密切的共/伴生关系,再加上开发所使用的技术工艺、地面及井下设备的类似,这就为其综合勘探、综合开发创造了有利条件,增大了其实际运作的可行性。

## 三、充分利用资源的对策建议

(一)因地制宜开展综合勘探

上述不同类型油气资源在空间上关系密切、可以共/伴生,这只是个一般性的结论,但具体赋存关系及其综合开发的可行性却千差万别因地而异。从取得勘探突破上着眼,可首先对某种资源,如页岩气,进行专探,在扩大成果时再更多的顾及其他共/伴生资源。在初步勘探判断共/伴生资源至少目前无开发前景时可以停止对其深入勘探,以集中有限的力量首先探明可供经济开发的资源。当有几种资源被初步探明时也可首先开发其效益最好的一种。综合勘探开发本身就是一种以取得更好经济效益为目的、灵活的经济运作。

(二)在有限区块上充分挖掘资源潜力

在我国,油气工业链的上游发展,明显受运作者所获得的勘探开发区块约束。这一点在煤层气的发展上表现特别明显。由于煤矿及周围地区早已被矿山企业所圈定,有技术的油气部门无法进入,而矿企却无资金和技术进行开拓性的煤层气勘探开发。这种状况在相当长的时间内成为阻碍煤层气进展的重要因素。在以双方互利的方式解决区块约束的地方其发展就较快。这种教训值得页岩气勘探开发借鉴。从目前的实际情况看,有油气远景的沉积盆地几乎已被几大石油公司全覆盖地登记,获得新的区块有一定的困难。即使在尚未被登记而又有页岩气前景的地区,有关主管部门面对同时要求登记的几家公司也迟迟不予审批。这就要求我国充分利用已登记获得勘探开发权的区块去进行页岩气勘探。

在中石油(CNPC)内部已要求专业性的煤层气公司兼顾页岩气勘探,在中石化(sinopec)内部也明确由华东油田分公司负责非常规油气(当然就包括了煤层气和页岩气)的勘探。但这显然不能满足页岩气快速发展的要求。中石油和中石化的地方性子公司会投入其勘探开发,中海油(CNOOC)也会在陆上取得少量

页岩气区块。当我国页岩气勘探开发技术成熟时还可望出现类似美国上百家公司,特别是中、小公司,大力开发的场面。上述情况更突出要求各类公司以合法取得的区块保障其勘探开发权益。在有限的区块上进行页岩气、页岩油、煤层气、致密(储层)气/油等的综合勘探开发会成为其获得更好效益的优选方案。当区块内有常规油气藏时更是令人首先关注的对象。

(三)关键在于调整思路加强综合研究

对地下资源的综合利用是符合资源赋存客观规律的方针,也更加适合我国资源相对短缺的国情。限于专业分工而孤立进行“单打一”式的勘探开发思路应转变为综合勘探开发的方针。对于石油公司来说,应“油气并举、有油要油、有气要气”。从传统思路上看首先着手于常规油气,但在

技术手段高度发展,而相当成熟和油气价格较高的条件下某些非常规油气已可获得可观的经营效益,成为许多公司趋之若鹜的经营对象。特别是从充分供应和保障能源安全的角度出发,经济发达区(如我国东部和南方)的非常规油气开发往往可起到重大作用,美国页岩气的大发展所带来的影响再次说明了这个问题<sup>[9]</sup>。

实现综合勘探开发充分利用资源的前提是加强综合研究。特别是对钻井已经穿过或稍加深就可触及的资源赋存层位要注意,适当进行采样、测井、甚至测试,这并不会增加多少经费但却获得进行综合评价的宝贵资料,为综合研究、乃至进一步的综合勘探、综合开发奠定了基础。■

(作者:张抗,本会常务理事;中国石油化工有限公司石油勘探开发研究院 教授级高工)

## 参考文献

- [1] 张大伟,加速我国页岩气调查和勘探开发战略构想,石油与天然气地质,2010,31(2),135-150
- [2] 张抗、谭云冬,世界页岩气资源潜力和开发现状及中国页岩气的发展前景,当代石油石化,2009,17(3),9-12
- [3] 张金川、姜生玲、唐玄等,我国页岩气富集类型及资源特点,天然气工业,2009,29(12),1-6
- [4]《页岩气地质与勘探开发丛书》编委会,北美地区页岩气勘探开发新进展,10-32,北京:石油工业出版社,2009
- [5] 张金川、汪宗余、聂海宽等,页岩气及其勘探研究意义,现代地质,2008,22(4),640-644