

Nappe structures, such as Hala'ulate and Chengjisihan nappe structures, and the related Baikouquan and Xiaziqie transitional shear belts formed during continental crust collision on northeastern margin of Junggar Basin, are studied. It is suggested that the most promising region in recent oil prospecting is the Baikouquan subarea of Baikouquan fault-folded uplift zone.

澳大利亚的煤成气研究与勘探

根据中澳两国政府间的有关协定,由地质矿产部杨朴、刘正增、冯福闯、张义纲、谢秋元和中国科学院罗斌杰、沈平组成的赴澳大利亚天然气地质考察团,于1984年10月对澳大利亚东部含煤盆地的“煤成气”形成的地质条件以及科研和勘探的经验进行了考察。其间,访问了澳大利亚矿产资源、地质和地球物理局和两个州地质调查所,五个石油公司和六个实验室,听了他们的介绍并分别座谈讨论了煤成气方面的有关问题。

澳大利亚地学界不使用“煤成气”这一术语,而习惯用“含煤盆地的天然气”的称谓。但通过考察和讨论,主客一致认为,澳大利亚目前发现的绝大多数石油和天然气,确实和陆相含煤层系有密切关系。就这些天然气的成因和产状而言,是与我国一般通称的“煤成气”概念一致的。

澳大利亚是世界上在含煤盆地中发现煤成气最多的国家之一。全国共有43个沉积盆地,其中三分之一是含煤成气盆地。因为澳洲大陆自泥盆系至白垩系基本上为陆相沉积,仅东部边缘的二叠系、白垩系和南部边缘的第三系有浅海—滨海相沉积。陆相和滨海相沉积多为含煤层系。最重要的含煤成气盆地有库珀—埃罗曼加、博恩—苏拉特、悉尼、吉普斯兰、佩思、塔拉纳基。1983年澳大利亚产天然气120亿立方米,其中50%产自吉普斯兰盆地,40%产自库珀—埃罗曼加盆地,即90%是煤成气。主要的生储层前者是白垩纪—始新世的拉特罗布煤系,后者是二叠纪吉德杰尔帕群的含煤岩系和侏罗纪的煤系地层。通过野外露头 and 岩心观察,从宏观上来看,库珀—埃罗曼加盆地的二、三叠纪地层跟我国华北、鄂尔多斯盆地的石炭—二叠纪地层很相似。它们都是一套以陆相砂泥岩为主,夹炭质页岩和煤层的地层;甚至于那里的侏罗系也和我国北方某些侏罗系的特点有着相似之处。虽然澳洲的和我国的煤系在沉积盆地性质、母质丰度及其后期演化方面不尽相同,但通过实地观察使我们感到,澳洲的油气形成地质条件并不比我国某些含煤盆地优越;对于我国的煤系地层,特别是华北和鄂尔多斯盆地的石炭—二叠系能否作为油气源岩并形成具有工业价值的油气田,澳洲的实例,在很大程度上使我们解除了疑虑,从而进一步坚信,我国的含煤盆地也是具有勘探煤成气的良好前景。

近十年来,澳大利亚的天然气勘探发展较快。目前,它的天然气产量不仅满足本国的需要,还有出口。1983年,其煤成气产量比1978年增加了40亿立方米。与此同时,还对含煤盆地油气形成机理和勘探开发经验总结了不少具有自己特色的理论。例如和我们座谈讨论的一些著名地质学家、地球化学家和煤岩学家曾分别谈到:

1. 煤系地层中的煤层与分散有机质不仅能生气,还能生油,均能在适当条件下形成工业性气藏或油藏。只要煤里的壳质组达到2%就足以生油。煤层生气更已不是问题。这些在理论上、实验上和勘探实践中都已得到了证明。在澳大利亚,侏罗纪以前的煤系主要是生成了大量的气,如库珀盆地(缺少壳质组)。侏罗—第三纪的煤系则既生成了大量的气又有可观的石油,如吉普斯兰盆地(含大量壳质组)。这主要决定于煤的组分,而它又受植物群演化阶段、气候和沉积环境差异的影响。

2. 澳大利亚的煤系地层有机质显微组分中的惰性组也具有生烃能力。由于植物群和沉积环境的差异, 澳洲煤系的惰性组性质不同于北半球, 无结构的居多, 化学组分上含氢量比镜质组少不了多少, 其中还包裹了壳质组微粒, 故能成为油气母质之一。这点与一些流行说法有很大差异。也有认为惰性组主要生气。当然也还有人认为惰性组的生烃潜力很小。

3. 分散在页岩中的有机质成分常常和它附近的煤层有机成分类似, 都来源于陆生植物, 属Ⅱ型干酪根即腐殖型母质。虽然在澳大利亚有人在长达七年的恒加温热演化实验中已证明, 页岩和煤均可生成油和气, 但由于在漫长的地质历史中, 天然气的生成过程有很多因素的影响, 所以, 还没有什么方法来辨别气是来自页岩还是来自煤层。虽然陆相层系伴生气的 δC^{13} 与海相层系伴生气的 δC^{13} 是一样的, 但煤系地层中经过运移的烃类 δC^{13} 变化很复杂, 因而用烃类的 δC^{13} 来辨别母质类型也有困难。用 CO_2 的 δC^{13} 来辨别也有争论。氦同位素只能反映环境, 用以辨别母质也有困难, 因为煤的氦同位素还与古纬度有关。目前只能用各种指标的综合分析来追踪源岩。

4. 虽然关于“生油窗”、过成熟生气等说法在澳也流行, 但有机质成熟度与生油或生气的关系并不那么简单。在澳大利亚所发现的油气多数是低成熟的。除了早期生物气以外(有些瓦斯气的 δC^{13} 在 -60 — -70% , 与生物气接近, 怀疑它原本就是吸附的生物气), 对于页岩中的分散有机质来说, 成熟度低 (R_o 在 0.5 — 0.7%) 也有大量气生成。如果木质素(煤)沉积快、埋藏深而未经生物降解, 低成熟也可生成大量气, 如吉普斯兰盆地那样。如经生物降解, 成熟度低就不能生成大量气, 而以生油为主, 如埃罗曼加盆地。要在煤中直接生成大量甲烷, R_o 要在 0.7% 以上, 甚至要高成熟才能产生大量气。主要产气的库珀盆地二叠系 R_o 最高达 6% , 最低的是 0.5% 。

5. 对库珀盆地研究的结果, 发现河流相沉积生油最好。最好的生油母质是形成于河床中的湖泊(牛軋湖、湖沼等)沉积, 富含镜煤和亮煤, 壳质体较多, 而河漫滩相沉积则差。泥砂混杂的河床沉积倾向于生气。利用煤岩学来鉴定沉积环境, 发现惰性组含量高的反映了河床环境, 其中半丝质体含量高的是辫状河流或三角洲环境。

6. 澳大利亚东部各盆地, 在煤系地层的河流相砂岩里找到了大量天然气和石油。库珀盆地二叠系中与煤层、页岩相间的河床砂岩、辫状河道砂岩孔隙条件较好(孔隙度 4 — 14% , 渗透率一般几个毫达西, 最好的达 50 — 3000 毫达西), 是主要储层。埃罗曼加盆地侏罗系的辫状河道砂岩和吉普斯兰盆地的古河道和地下河道砂岩都是重要的良好储层。它们在很大程度上控制了油气的富集。因此, 各公司都通过各种方法包括露头 and 岩心研究、地震地层学和测井曲线、古生态研究来进行详细的相分析, 寻找高产带。

7. 一般认为天然气藏的理想盖层是膏盐层。但澳大利亚东部各含煤盆地煤成气藏的盖层主要是泥页岩。如库珀盆地二叠系的许多气藏只要有足够厚的上覆三叠系页岩盖层就行。

8. 各盆地气藏主要是背斜构造圈闭。通过勘探构造圈闭也发现了不少地层岩性圈闭的油气藏, 特别是辫状河道、蛇曲河道泥砂混杂容易形成圈闭。但这些类型的油气藏, 首先是通过勘探构造来发现的。并不是一开始就把它作为重点来考虑。

澳大利亚专家们的上述认识, 有些是与我们的研究结果是一致的; 有些是基于澳洲特定地质条件而得出的结论。但对于促进我国煤成气研究与勘探, 都会有所裨益。

(谢秋元)