

煤层气是一种潜力巨大的新能源

樊生利*

(中原石油勘探局勘探开发科学研究院)

摘 要 简要介绍了现代煤层气概念、理论和开发技术,综合分析了国内外煤层气勘探开发状况和发展趋势。以美国为主的国外煤层气工业已取得巨大成就,一个世界范围的煤层气勘探开发活动正在兴起。我国的煤层气勘探开发工作已取得一定成果,但尚处于起步和试验阶段。展望了我国煤层气发展前景,我国具有开发利用煤层气的雄厚资源基础和广阔前景。煤层气的开发必将对我国能源工业的发展起到积极的作用。

主题词 煤层气 吸附 能源预测 资源评价 勘探评价 黑勇士盆地 沁水盆地

一、前 言

煤层气属于非常规天然气。由于其资源潜力巨大,开发利用前景广阔,日益引起人们的重视。美国已成功地进行了煤层气的商业开发,并形成一个新的工业部门——煤层气工业。1994年美国的煤层气产量已达215亿 m^3 ,在能源消费中占有一定比例。这一成功极大地鼓舞了世界许多产煤国对本国煤层气资源的开发利用。我国煤炭资源丰富。也蕴藏着巨大的煤层气资源,开发利用煤层气对我国能源工业的发展以及煤矿安全生产和环境保护具有重要意义。

二、煤层气开发基本概念

煤层气是指在煤化过程中生成并以物理吸附形式储集在煤层中的以甲烷为主的自生自储天然气,故亦称煤层甲烷,在我国煤炭工业中称作煤层瓦斯。

煤层气不同于“煤成气”的概念,后者是指由煤系地层生成并运移出来而聚集在其它储集层或各种圈闭中的天然气,属于常规天然气。由于煤层具有很强的吸附气体的能力,它本身生成的气体在一定压力条件下有相当数量以吸附方式残留在煤层中,一般吨煤含气量在5~20 m^3 之间。而且,它的赋存不依赖于是否有圈闭存在,所以与常规储层中天然气的储集机理有本质上的区别。煤层储集气体的能

力和含气量的高低与煤岩煤质、煤阶、埋深(压力)、构造等条件有关。

煤的渗透率一般较低(多小于 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)。渗透率的大小直接关系到煤层气的可采性和产能高低,它主要受各种裂隙特别是内生裂隙(割理)的控制。

煤层气的产出机理和生产特征与常规储层气也不同,其根本原因在于煤层气的特殊的吸附、解吸、扩散、渗流机理。根据美国5500多口煤层气井的生产历史,煤层气井的生产规律是:初期排水降压,随着大量产水的同时有气产出,以后水产量下降,气产量逐步上升,即出现所谓“负下降曲线”。排水采气时间短则几周,长则需要几个月甚至半年以上。通常在3~5a达到产气高峰,然后产量逐渐下降并持续很长时间,开采期可达10~20a。

煤层气井的产能高低受多种地质因素控制,有利的地质因素是:煤层厚度较大,并有较高的含气量;较高的渗透率;较高的地层压力和临界解吸压力,且解吸压力与地层压力的比值接近于1;较低的原地应力等。

煤层的原始渗透率一般都较低,再者,煤层在钻井完井过程中不同程度地会受到伤害,造成煤层气井的自然产能一般很低。为了提高气井产量,必须对目的煤层进行改造,目前最有效的改造措施是采用水力压裂和洞穴应力释放法。此外,通过优化井

* 樊生利,男,高级工程师,37岁,1982年毕业于成都地质学院石油系,1988年获硕士学位,现在中原石油勘探局勘探开发科学研究院从事煤层气勘探研究工作,地址(457001):河南省濮阳市

网、群井采气、多煤层完井,可以获得更高的单井产量和提高整体开发效果。

三、国外煤层气勘探开发趋势

自70年代中期以来,世界上许多国家先后进行煤层气的勘探和开发,这些国家包括美国、澳大利亚、加拿大、俄罗斯、哈萨克斯坦、南非、津巴布韦、德国、英国、波兰以及亚洲等国。其中以美国开展得最早,发展的也最快,其开发规模和开发技术处于世界领先地位,代表了当今世界煤层气勘探开发的进展和成就。目前,美国已把煤层气的开采列入新能源开发计划,煤层气的勘探开发,正处于大规模工业开发阶段。其他国家于近几年也加大了煤层气勘探开发力度,进展迅猛。其中,澳大利亚、津巴布韦等国已经或正在进入煤层气工业开发阶段。

美国能够投入商业性开发煤层气的一个关键因素是勘探证实有数量巨大、分布广泛的煤层气资源。1989年,美国天然气研究所对全美18个含煤盆地或地区计算的煤层气资源量为 $(8.4 \sim 11.2) \times 10^{12} \text{ m}^3$;最近估算的可采的煤层气储量为 $(1.76 \sim 3.82) \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。同时,随着对煤层气赋存和产出机理的认识加深,开采工艺技术的不断完善,加上政府的优惠政策,在80年代末期,美国掀起了一股开发煤层气的热潮。初期,勘探开发工作集中在东部的黑勇士盆地和西部的圣胡安盆地,后来逐步扩展到西部的皮申斯、粉河、拉顿、尤因塔、绿河等盆地和东部的阿巴拉契亚、伊利诺伊等盆地。美国煤层气生产井和产量自开采以来逐年上升,特别是1989年以来发展迅速。1980年生产井数不足20口,年产气量不足2000万 m^3 。到1994年,生产井已达5500口,年产气量达215亿 m^3 。这一产量已远远超过了我国全部常规天然气年产量,占全美国天然气年产量的4.2%。目前,开采最为活跃的仍要算圣胡安和黑勇士盆地。这两个盆地的煤层气资源占全美煤层气资源总量的26.4%,但其年产量却占总产量的96%,现已建成美国煤层气的工业基地,被称为世界煤层气工业最发达的地区。据预测,随着对更多地区的钻探以及生产技术的不断提高,到2000年美国煤层气年产量将达360亿 m^3 。

总之,美国的煤层气勘探开发已取得巨大成就,一个世界范围的煤层气勘探开发活动正在兴起。目前开采的煤层气仅是全球煤层气资源的一小部分。

煤层气是一种潜力巨大的有生命力的新能源,它在未来能源工业中将越来越显得重要。

四、我国煤层气勘探开发状况

80年代末期以来,我国逐渐认识到勘探开发煤层气的巨大潜力和它在发展我国天然气工业中的重要意义。近几年,国内地矿、煤炭、石油三大能源勘探开发部门争相立项,不少产煤区和大、中城市的地方政府先后参与,众多的外国公司相继介入,还有联合国开发计划署的资助项目,已开始或正在准备进行煤层气的勘探开发。国家对煤层气的勘探开发也给予高度重视。目前,一股“煤层气热”正在形成。截止到1995年底,全国范围内已完钻55口煤层气勘探或试验井,其中一些井进行了试采试验。华北地区是煤层气勘探开发的热点地区,其中晋西河东煤田柳林地区和晋南沁水盆地晋城地区的勘探试验已见到良好效果,单井日产气达到4000~7000 m^3 以上,试验正在进行中。这是目前华北乃至全国煤层气勘探试验取得突破的两个地区。但是,总的来说,我国的煤层气勘探开发工作尚处于起步和试验阶段,但试验情况不太理想,至今还未形成一个开发示范区,或者说还没有实现具有工业意义的煤层气开发的突破。除了地质评价选区原因外,钻井工艺措施不当或不完善也是重要原因。

五、我国煤层气勘探开发前景展望

煤层气的储存分布以及资源潜力依赖于煤炭资源分布的多少。我国是煤炭资源大国,煤系、煤层分布面积广,层位多,煤炭资源极为丰富。据报导,我国煤炭资源总量约达 $5.1 \times 10^{12} \text{ t}$,探明储量达9860亿t。埋深2000m以内的煤炭资源为 $4 \times 10^{12} \text{ t}$,其中蕴藏的潜在煤层气资源量为 $30 \sim 35 \times 10^{12} \text{ m}^3$,是全国煤成气资源的3倍,与我国常规天然气资源量基本相当。可见,煤层气是一潜力巨大的新能源,在我国勘探开发煤层气具有雄厚的资源基础和广阔前景。

我国煤系及煤层分布非常广泛,据统计,全国共有不同类型、大小不等的含煤盆地或含煤区200多个,总面积达220万 km^2 ,占全国沉积岩覆盖面积540万 km^2 的40.7%。这为煤层气的勘探开发提供了非常广阔的领域。但是,煤炭资源分布很不均

衡,主要煤田或含煤区集中分布在华北和西北两大区,煤炭资源量约占全国总资源量的86%。东北地区也是含煤较丰富的地区,约占全国煤炭总资源量的86%。南方广大地区,煤炭资源较贫,仅占全国总资源量的6%。因此,从煤层及煤炭资源的地域分布来看,华北、西北以及东北将是我国进行煤层气勘探开发的主要地区。

我国煤层储存层位多,成煤期有泥盆纪、早石炭世、晚石炭世、二叠纪、晚三叠世、早—中侏罗世、晚侏罗—早白垩世和第三纪。其中,北方石炭—二叠纪、南方晚二叠世、早—中侏罗世和晚侏罗—早白垩世是4个最重要的成煤期,其煤炭储量之和占全国总储量的98%。所以,这4个主要时期所包含的煤层应是我国进行煤层气勘探开发的主要目的层系。

煤的变质程度是进行煤层气评价和开发选区的重要地质参数。一般地,随着变质程度的增高,煤层的含气量增加。我国煤种比较多,从未变质的褐煤到高变质的无烟煤各煤阶均有分布。低煤级煤(包括长焰煤、弱粘煤、气煤)所占的储量比例最大为41.5%;中、高煤级煤(包括肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤、无烟煤)所占储量次之为33.2%;未变质的褐煤占12.9%;煤种未定的占12.5%。由此可见,低、中、高各煤级煤约占全国煤炭资源的四分之三,而中、高煤级煤约占三分之一。这是煤层气开发有利和较有利的煤种,并且较集中分布在华北、西北和东北地区,成煤期主要为石炭二叠纪和早—中侏罗世。

煤层埋藏深度是评价煤层气开发前景的另一重要参数。据国内外目前煤层气勘探与开发情况来看,煤层埋藏在1500m以内的是进行煤层气勘探开发较理想的深度,其中1000m以内是最合适的深度。我国煤层埋深在1000m以内浅的煤炭资源量占全国总资源量的52.8%,1000~1500m之间的占22.3%,1500~2000m之间的占24.9%。可见,我国目前适宜进行煤层气勘探开发的煤炭资源占到四分之三,最适合开发的达一半以上。这是非常有利的条件。

从以上粗略分析可以看出,我国煤层气资源潜力巨大,储存层位多,勘探开发领域广。但要真正实现煤层气开发的突破,并形成一定规模的煤层工业基地,必须选择那些面积大,煤层厚度大,且含气量高的煤层气富集区。尽管美国有诸多含煤盆地,但目前形成煤层气开发规模并占主导地位的只有圣胡

安盆地和黑勇士盆地。我国煤层气工作目前尚处于勘探试验阶段,初期可以在全国范围内广泛地进行勘探试验,但与此同时,必须加强研究,尽快选择并确定煤层气富集区和开发基地。根据煤炭方面资料可知我国煤矿煤高瓦斯矿井的比例占全部矿井的48%,高瓦斯矿井均集中分布在我国东部。瓦斯的涌出及等级分布状况大致代表了煤层的含气情况,所以,宏观上可以认为我国东部地区将是开发煤层气的主要地区。根据上述煤层气区域地质条件分析,在东部地区范围内,华北及邻区是最主要的含煤区,产煤层位为石炭二叠系,煤层埋深浅于2000m的含煤面积级达12万km²,煤的变质程度较高,且含气量较高,大多数已达到中、高煤级煤。对资源量初步估算,煤层气原地资源量达 11×10^{12} m³,大约是全国煤层气原地资源量的三分之一,是我国煤层气分布最为集中和富集的地区,应作为我国煤层气开发的主要基地。其中,河东煤田、沁水盆地、豫西含煤区以及太行山东麓等是条件最好和较好的地区,应是最有开发前景的地区。

当前,我国的三大能源勘探开发部门和一些地方政府已经认识到开采煤层气的重要意义,并已投入相当的人力和物力,在学习借鉴国外煤层气开发技术和经验后,从我国的具体地质条件出发,坚持试验探索和深入研究,并认识到从资源存在到有效开发利用需要经历一个较长期的过程。同时也认识到煤层气资源的勘探开发成功,必将对我国天然气工业的发展起到巨大的推动作用。在当前形势下,国家应大力扶持,包括增加专项资金投入、税收减免政策等;能源勘探部门之间以及与地方政府之间亦应加强投入和技术上的合作,与此同时还应积极引进国外的资金和技术,以加快开发利用我国煤层气资源,尽早为国民经济的持续发展作出贡献。力争在“九五”期间或到下个世纪初,在我国出现开发煤层气热潮,华北地区也将成为中国煤层气勘探开发的工业基地。

参 考 文 献

1. 地质矿产部华北石油地质局:煤层气译文集,河南科学技术出版社(郑州),1990。
2. 张新民等:中国的煤层甲烷,陕西科学技术出版社(西安),1991。
3. 陆春元:煤田地质,煤炭工业出版社(北京),1987。

(本文编辑:高玉湘 收稿日期 1995-10-09)

УГОЛЬНЫЙ ГАЗ—ИМЕЮЩИЙ ГРОМАДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Фань Шэн-ли

(Чжунъюаньское Нефтяное Управление, Разведочный и Разработанный Институт)

РЕФЕРАТ Эта статья короче рекомендовала новейшие понятие, теорию и технику добычи о угольном газе (УГ), и воедино анализировала состояние и тенденцию развития по разведке и разработке внутреннего и зарубежного УГ. Промышленность зарубежного УГ во главе с США добила больших успехов, и в районе мира развёртывается разведочно-разработка УГ. В Китае разведочно-разработка уже добила первых достижений, но теперь окажется в процессе испытания. В статье обозрела перспектива развития Китайского УГ. В Китае использования УГ имеет мощную базу ресурсов и широкую перспективу. Разработка УГ будет играть активную роль для развития китайской промышленности источника энергии.

ГЛАВНЫЕ СЛОВА Угольный газ, Адсорбция, Прогноз источника энергии, Оценка ресурсов, Оценка разведки, Хэйюншинский бассейн, Циншуйский бассейн.

Coalbed Methane is a New Resource of Great Potentialities

Fan, S.L.

(Exploration and Production Institute, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau)

ABSTRACT This paper introduces the modern concept theory, and exploiting technology of coalbed methane briefly. It summarizes and analyses the current situation and tendency of coalbed methane exploration and exploitation at home and abroad. External coalbed methane industry which is taken America as dominant factor has achieved a great success. A activity of exploring and exploiting coalbed methane all over the world is being set off. The exploration and development of coalbed methane in our country has obtained some achievements, but it's still at starting and experiment stage. The paper looks into the future of our country coalbed methane development. There is a abundant resource base and broad prospects of coalbed methane development and utilization in China. The coalbed gas development will take positive effect to our resource industry.

SUBJECT WORDS Coalbed gas, Adsoption, Energy forecasting, Resources assessment, Exploration evaluation, Blackwarrior basin, Qinshui Basin.

