

我国煤层气勘探开发的科学技术问题

刘泽英 穆青

(中联煤层气有限责任公司, 北京 100011)

本文主要讨论我国煤层气勘探开发急待解决的主要科学技术问题, 提出煤层气勘探开发科学技术发展目标及当前的煤层气科研项目立项建议。

关键词 煤层气 勘探开发 技术问题

第一作者简介 刘泽英 男 59岁 高级工程师 煤层气地质

煤层气(CH_4)是我国一种尚待开发的新型能源, 据专家估计埋深浅于2000m的煤层气资源量为 $35 \times 10^{13} \text{m}^3$, 相当于 $4.50 \times 10^{10} \text{t}$ 标准煤, 与我国常规天然气资源量相当, 有计划地开发这一新能源, 对缓解国民经济发展中能源的供求矛盾, 改善我国的能源结构, 保护人类的生存环境, 解决煤炭开采中的安全问题, 促进我国的国民经济发展具有重要意义。

煤层气勘探、开发、利用在我国尚属起步阶段, 由于煤层气的赋存条件及特性不同于石油和天然气, 所以, 在地质选区、资源量的求取以及勘探开发技术方法方面也有别于石油和天然气。尽管十几年来, 地矿、煤炭、石油等部门各自都进行了一些科学技术方面的攻关和研究, 也取得了一些经验, 奠定了一定的基础, 但是都没有进行规模性的开发, 有许多理论和关键技术问题阻碍着煤层气的发展, 必须要靠科学技术进步加以解决。

1 近年我国煤层气勘探开发所取得的主要科学技术成果

“八五”以来, 通过我国科学技术人员进行煤层气勘探开发的科技攻关, 引进、消化、吸收国外煤层气勘探开发理论和技术方法, 并结合我国的地质特征进行勘探实践, 在煤层气勘探、开发科学技术方面取得了突破性进展, 主要表现在: (1) 对煤层气赋存和产出的主要地质控制因素进行了较深入的研究, 总结提出了我国煤层气评价选区思路、程序和方法。基本的思路是通过对含煤区的地质背景、煤层特征、煤资源量、煤层含气性、煤层气资源量、煤层气饱和

度、煤层储层渗透率等的研究, 寻找煤层气的高富集区和高渗区。经过煤层气科技人员的大量工作, 综合各种因素宏观上评价出我国煤层气勘探最有利的区块是: 鄂尔多斯盆地东缘的河东煤田和山西的沁水盆地, 相比之下, 河东煤田更优, 这已成为众多专家的共识。(2) 通过引进、吸收国外先进技术和自行改造、研制相结合, 初步掌握了煤层气的勘探技术, 其中包括煤层气储层参数的实验测试、测井、试井分析; 煤层气钻井取心、完井技术, 煤层气井压裂, 排采技术等。(3) 对我国煤层气资源量进行了总体计算, 结果是埋深2000m以浅的全国总资源量为 $(3.2 \sim 3.5) \times 10^{13} \text{m}^3$, 其中华北及其邻区总资源量为 $2.0 \times 10^{13} \text{m}^3$ 。(4) 煤层气勘探在两个试验区获得了成功: 华北石油地质局在河东煤田的柳林地区实施6口井小型井网试验, 获得了单井平均日产气量 3000m^3 , 最高单井日产量达到 7000m^3 , 山西晋城潘庄地区, 钻井4口, 平均单井日产 $3000 \sim 4000 \text{m}^3$, 最高单井日产量达到 12000m^3 。潘庄煤层气成果是在变质程度高的无烟煤地区获得的突破, 对于无烟煤地区煤层气勘探具有重要意义。

近年我国煤层气勘探开发所取得的科学技术成果是喜人的, 由此带来了煤层气对外合作的开展, 导致了中联公司的成立。但从总体看, 特别是从近年所钻95口煤层气探井成功率低分析, 适合于我国煤层气地质特征的地质理论尚属探索阶段, 勘探开发技术方法掌握尚不全面、完整, 所取得的勘探成果是局部的、试验性的。还有大量的深层次的科学技术问题急待解决。

2 煤层气勘探开发科学技术发展目标

通过组织国内科研、生产部门对煤层气勘探、开发、利用中存在的重大问题联合攻关,进一步引进、消化、吸收国外的先进技术,达到:

(1)逐步形成适合于我国地质特征的煤层气地质理论;

(2)形成完整、系统的适合我国煤层气地质特征的勘探开发技术方法;

(3)建设一支高水平、高素质的煤层气勘探、开发、利用的科研生产队伍。

3 我国煤层气勘探开发急待解决的主要科学技术问题

3.1 煤层气赋存规律和勘探开发评价选区研究

尽管煤层气的勘探与开发在美国的圣胡安盆地、黑勇士盆地已取得了成功,我国煤层气资源也十分丰富,但我国煤层的地质条件从沉积到构造以及煤的演化与美国相比存在很大差异,特别是高阶煤(贫、无烟煤)占49%的特殊情况,使中国煤层气勘探开发具有更大的特殊性。因此,我国煤层气赋存规律和储层特征需要我们去探索适合于中国地质特征的煤层气地质理论,需要我们在科学研究和生产实践中逐步形成。

按照煤层气的生成理论,煤的变质程度越高,生成的煤层气越多,如不散失,煤层所储的煤层气越饱和,越有利于煤层气的勘探开发。但也有不少专家认为,煤的变质程度越高,煤层的渗透性越低,不利于煤层气的勘探开发。因此,对煤层气的生成、吸附、聚集和解析规律的研究,对影响煤层渗透率的主要因素(如割理、节理的生成、发育和煤层演化过程中的变化规律以及地质构造运动的影响)等基础理论的研究,正确地回答高煤阶有没有可能形成有工业意义的煤层气藏,摸清形成煤层气藏的具体地质条件,是我国煤层气勘探开发的重大的地质理论和实践问题。

应用煤层气地质理论对我国煤层气进行勘探评价选区,在有利的大区块中选出煤层气的高富集区和高渗透区,在不利的大区块中筛选有利的小区块,力争在较短的时间内找出中国的“圣胡安”,是评价选区研究的主要任务。

3.2 煤层气参数的测试

准确的测定煤层气的各项物性参数,提出并制定科学严谨的规程,从而使所有的测试参数具有可对比性,对于煤层气勘探开发的评价以及资料共享都具有十分重要的意义。

目前从事煤层气勘探开发工作的单位,其测试方法和测试仪器大多是从不同的美国公司引进的,因此仪器和方法都不尽统一,特别是吨煤的煤层气含量和煤层渗透率等参数的测定,还涉及钻井工程施工方法和钻井的井身质量等问题。因此,准确、统一地测定煤层气的各项参数,还需要进行大量的深入的科研工作。

3.3 寻找煤层气高渗富集区的技术方法

在煤层气富集规律研究的基础上,选择了有利区块后,仍需要进一步寻找煤层气高渗富集区。从美国的情况看,并不是所有煤盆地都是煤层气的富集区。以圣胡安为例,盆地总面积为 $1.94 \times 10^5 \text{ km}^2$,而高产区仅为 780 km^2 。所以要寻找煤层气高渗富集区,除需对富集规律进行深入研究外,还需要解决寻找煤层气高渗区的技术方法问题。在这方面有以下技术方法值得深入研究。

3.3.1 GIS与GRS寻找煤层气高渗区的技术研究

在煤层气的预评价选区阶段,利用已成熟的地理信息系统(GIS)和全球遥感系统(GRS),运用这方面的技术,通过对断裂信息系统或对 CH_4 信息的反映及应力场的相关分析,定性地指出煤层气的高渗区,对选择煤层气的有利地区是有益的。

3.3.2 有机地球化学勘探技术在煤层气勘探选区的应用研究

有机地化在石油勘探选区中作为手段之一,是行之有效的,并具有成本低、时间短等特点,研究重点在于确定寻找煤层气高渗区有效参数,一旦突破,将会为高渗区的选择提供佐证,加速勘探进程。

3.3.3 地球物理方法在寻找煤层气高富集区和高渗区的应用技术研究

人工地震方法在油气勘探技术中作为主要技术手段普遍应用,但在煤层气勘探中因应用甚少,能否用地震勘探方法,结合少数钻井,准确地确定地下煤层的埋藏深度,煤层的层数和单层厚度,间接寻找煤层气富集区;能否应用地震勘探中的井间成像技术,亮点技术等求取煤层的物性,间接反映煤层高渗区,都是值得研究的重大课题。一旦证实这些技术可以在煤层气勘探中得以应用,将会加快煤层气勘探选

区的步伐,为煤层气地质理论和选区研究提供丰富的信息和数据。

3.3.4 地应力测定技术研究

地应力是影响和控制煤层渗透率的重要参数,有效的、经济的、快速准确的地应力测定技术的研究,对预测高渗煤层气区具有重要作用。

3.4 煤层气钻井、完井、试井高新技术研究

在确定高渗富集区后,关键问题就是如何将煤层气从煤层中采出来,这主要涉及钻井、试井、完井等一系列工程技术问题,尽管在工艺技术方面可以借鉴石油勘探钻井、试井、完井成熟的经验与技术,但是由于煤层气与常规天然气赋存状态不同(解吸、吸附),因此在工程、工艺技术方法的要求上也存在很大差异,比如:泥浆配方的选择问题,钻压钻速的选择问题,井身结构的设计、取心技术、储层保护、试井方式的选择,都与常规天然气的要求有所不同。

3.4.1 煤层气钻井高新技术研究

(1)一般煤层气井较浅,深度小于 1500m。地层压力一般为常压或欠压。因此,钻井过程中压力过高或过低都将对储层造成污染。解决这个问题的关键是钻井液和钻井参数的科学选择,包括钻井液的配方、比重、流变性、粘度及钻压、钻速及泵量等的研究。

(2)岩石取心工艺技术研究。由于勘探开发煤层气的主要参数,都要化验分析煤心得来,因此取全煤岩、不破坏煤岩的原始状态,成为取全取准各项应用参数的基本条件。在国外目前广泛使用的绳索取心工具,在国内除个别单位使用 8"的取心钻头在某些煤层取心率可达到 80%能满足煤层气勘探要求外,其它尺寸的取心钻头在大多数地区取心率很低,无法满足勘探要求。

(3)水平井,定向井在煤层气勘探开发中的应用研究,目的是解决单井的产量。

3.4.2 完井工艺技术研究

完井工艺质量的优劣与煤层气的产能、产量息息相关。因此,是采用套管完井,还是裸眼洞穴完井、多煤层完井,其完井方式的选择是研究的主要内容。国外的实践证明,采用裸眼洞穴完井,可以大大提高煤层气的单井产量,但是国内已有多口井采用了裸眼洞穴完井,无一口成功。

3.4.3 试井技术的研究

不同地质特征的地层和不同的完井方式,要求不同的排水采气工艺,才能取得好的试井效果。

3.4.4 煤层气增产工艺技术研究

由于煤储层具有低渗、低压特征,不同的强化措施将对煤层气产能具有重要影响,需要根据不同的地质条件研究相应的强化工艺技术方法。

3.5 煤层气储量划分标准及资源量、储量计算方法研究

(1)建立具有充分理论依据的资源量及储量分类标准,为资源量及各类储量计算提供基础。

(2)研究建立科学的煤层气资源量、储量计算方法,准确地求取煤层气资源量和储量,从而对我国煤层气资源做出总体评价,为制定我国能源战略和煤层气发展规划提供科学依据。

3.6 煤层气藏模拟及开采方案技术研究

在煤层气藏开发模拟评价参数选择及敏感性研究的基础上,研制符合中国煤层气地质特点的储层模拟应用软件,以解决对煤层气藏储层、物性特点及生产特征的认识,进行科学的评价及预测,用于试验井网的布置和开采方案的制定。

3.7 煤层气资源数据库的研制

煤层气数据研制目的在于应用现代数据库理论和技术,将我国已有的、分散的各类煤层气数据(资料)包括地质、物探、钻井、测试、资源量等汇集起来,通过数据库确立的文件格式输入计算机,形成可供分析、研究、有序的煤层气资源数据库,并利用现代计算机网络技术与用户进行联网,一方面使原有资料的数据库的数据不断得到更新、补充,另一个方面可以信息共享,为科研和生产服务,以利于统一管理、科学决策,进而加速煤层气产业的发展。

3.8 煤层气的利用研究

煤层气的利用,是煤层气勘探开发的最终目的,尽管我国的煤层气的勘探开发尚未进入商业阶段,但是做为系统工程,应做好前期的准备工作,我们认为当前应该就下列 3 方面着手研究。

3.8.1 煤层气利用条件与储运技术研究

煤层气虽和普通天然气一样,可用于民用、化工、发电等方面,但由于开发煤层气采用的是排水采气法,投入开发的井始终不能间断,由此对集输利用带来了许多新的要求,特别是在管网不发达的中国,如何使资源能得到充分利用,将是很大的难题。

3.8.2 煤层气的开发利用的经济评价研究

由于煤层气单井产量低,属于微型型产业,如何准确评价煤层气开发利用效益,也是一个突出的难题。

3.8.3 煤层气/天然气作汽车(ANG/NGV)燃料的技术研究

用天然气、煤层气代替汽油作汽车燃料,可大幅度降低污染,造福人民,且可使燃料费用下降一半,延长发动机寿命和大修期。

4 建议

由于煤层气的勘探开发在我国刚刚起步,贯彻执行“科学技术工作必须面向经济建设,经济建设必须依靠科学技术”就更具有现实意义。鉴于我国目前科技体制分工的现状和总体部署,本着“整体规划,依类归口立项,统一管理,分步实施”的总原则,我们建议:国家科委的研究项目主要解决应用基础理论

与应用技术所衔接的一些科学技术问题;基础高新技术司侧重于理论与通用技术应用方面的课题;工业司侧重于工业性技术问题。

国家计委的立项主要解决建立煤层气田的重大技术问题,即是与勘探工作紧密结合的重大技术问题。根据我国煤层气勘探开发选择突破口的目标,我们建议设立“沁水盆地高阶煤煤层气勘探开发技术研究与示范工程”。

国家自然科学基金委的立项主要侧重基础理论方面的研究课题,目的是为建立我国特色的煤层气地质理论提供依据。

(收稿日期:1997年10月23日)

SOME PROBLEMS IN EXPLORATION AND DEVELOPMENT OF COAL-SEAM METHANE IN CHINA

Liu Zeying Mu Qing

(China Coal Bed Methane Company, Beijing 100011)

Abstract

Some urgent scientific and technical problems should be solved related to exploration and development of coal bed methane were discussed and future objective for scientific and technical development was suggested in the paper. Some research projects concerning coal bed methane were proposed.