

试论新型的高效洁净能源——煤层气

On the New Efficient and Clean Energy——The Coal Bed Gas

李明宅

(中联煤层气有限责任公司, 高级工程师

北京 100011)

21 世纪, 世界能源将进入天然气大发展时代。我国天然气工业有着广阔的拓展空间, 社会的进步、生活水平的提高、改善能源结构、保护大气环境都需要加快天然气工业的发展。根据我国的基本国情, 在部署中长期国民经济发展战略时, 要研究、制订和调整能源发展战略。在保障新世纪供需平衡的前提下, 使我国能源结构逐步趋向于洁净化, 已成为迫在眉睫的任务。煤层气作为一种新型的高效洁净能源, 是我国天然气能源的有益补充。它的出现将为我国天然气工业的发展注入新的活力。

一、世界煤层气工业发展概况

煤层气是以吸附状态赋存于煤层中的非常规天然气。目前, 世界上有 29 个国家开展了煤层气研究、勘探和开发活动, 其中以美国最为成功。20 世纪 80 年代以来, 美国为了发展煤层气产业, 先后投入 60 多亿美元进行大规模的科研和试验, 取得了勘探开发技术的突破。企业在煤层气税款补贴政策、大量的科技成果和相应配套技术的推动下, 使煤层气产量从 1983 年的 6.7 亿 m^3 猛增到 1997 年的 300 亿 m^3 , 约是我国同年天然气产量的 1.5 倍; 开发基地也

发经费通常占其销售额 10% 以上, 有的甚至高达 15% 以上。有了这种雄厚的财力支持, 制造业才能创新, 才能“制造一代、开发一代、研究一代、构思一代”; 有了这种技术储备, 才有市场竞争的实力。美国为什么成为世界上头号科技强国, 关键之一就在于其对科技投入的经费多, 如 1998 年美国政府和民间投入的科研和开发经费高达 2 206 亿美元, 居世界之首。而我国机械工业科技投入的三项费用(新产品试制费、科研费和中试费)在 1980 年只占总产值的 0.19%, 这是一个多么微乎其微的数值! 我国全社会研究发展经费占国内生产总值的比例从 1990 年的 0.7% 下降至 1996 年的 0.48% (刘颖冰, 刘树德, 1998 年)。这和 1995 年日本的 2.77%、法国的 2.32%、德国的 2.28% 相比, 仍是一个小数字。所以我国要迎接 21 世纪制造科学的挑战、向现代制造

从最初的 San Juan 和 Black Warrior 两个盆地发展到现在的 12 个盆地。近年来, 美国又开发出了既可以提高作业效率、降低成本, 又可以极大地提高煤层气产能的新技术, 利用空气钻井、液氮压裂改造煤层大大提高了气体采收率, 还试验成功了注入 N_2 、 CO_2 开采 CH_4 的高效新技术。美国快速发展煤层气产业的经验已引起世界产煤国家的广泛关注, 英、德、澳、波兰、印度等国都已经制定了相应的鼓励政策, 积极推动本国煤层气产业的发展。

二、我国煤层气勘探开发现状与发展的有利条件

1. 煤层气勘探开发现状

我国煤层气勘探起步较晚, 初期以排放煤矿瓦斯减少生产灾害为目的, 到 20 世纪 80 年代, 特别是 90 年代才真正转变观念, 把煤层气作为一种新能源来加以研究, 进行专门的煤层气勘探试验, 在地质评价、技术储备、技术力量培养等方面初步形成了一套工作体系。

“七五”期间, 煤炭系统以减少煤层瓦斯灾害为目的进行了煤层气钻井试验, 开始由巷道瓦斯抽放

科学发展, 首先要加大对科研开发费用的投入力度, 否则只能是望洋兴叹而已。

最后, 我国还必须结合信息技术来提高制造业的创新能力, 目前我国应用 CAD 技术的企业仅占全国制造业的 1/1 000, 而且采用的主要目的仅是“甩掉图板”, 尚未考虑应用、开发其设计功能。今后我国制造业只有大力应用 FMS、FMC、CAD/CAM/CAE、CIMS、CAPP 和 MRP 等高新技术, 才有赶上制造科学现代潮流的可能。

当今的制造科学技术已发展成为一个涵盖整个生产过程、跨多个学科, 且高度复杂的集成系统, 我国制造业只有从这个高度去拓展我们的发展思路, 才有可能真正迎接 21 世纪制造科学的挑战。

(略去 25 篇中文参考文献)

(责任编辑 蔡德诚)

发展到地面钻井,但由于不是以专门的煤层气勘探为目的,所以对煤层气高产富集条件、地质规律的认识不够,在选区研究和勘探技术上没有获得大的突破。“八五”和“九五”期间国家进行的煤层气科技攻关项目以及90年代UNDP援助项目的实施中,开始引进国外煤层气勘探的一些新思想、新技术和新设备。通过对有关资料的深入研究,基本明确了当前技术经济条件下煤层气工作的重点,在许多含煤盆地开展了勘探实践,其中在河东柳林、三焦、山西晋城地区、河北大城、辽宁铁法等地区的产气突破,控制了一定的煤层气储量,展现出我国煤层气发展的良好潜势。我国将首先在山西沁水盆地南部和河东地区建成煤层气工业基地。

煤炭、地矿、石油等系统及国外能源公司的介入,实现了优势互补和协作发展,使我国煤层气的勘探和开采技术有了较大进步。但是由于我国煤层气工业刚刚起步,勘探基础总体上还相当薄弱,除抚顺、阳泉等地区进入矿井瓦斯抽放利用外,到目前为止还没有形成一个商业性生产的煤层气田。

2. 我国发展煤层气产业的有利条件

(1) 丰富的资源基础 我国拥有丰富的煤层气资源,仅陆上埋深2000米以浅的煤层气资源量就达30多万亿 m^3 ,占世界前12个国家煤层气资源的13%。在地域分布上,煤层气资源与常规天然气资源也表现了很好的互补性。地质条件优越、具有很好开发前景的煤层气资源主要分布于常规天然气缺乏的中东部地区,其中华北地区和滇黔桂地区尤为丰富,分别占总资源量的62%和15%。这些地区经济相对发达或欠发达,能源消耗量大,洁净能源短缺,开发这些地区的煤层气资源对于缓解该区天然气供需矛盾、减轻煤炭运输压力、降低对煤炭的依赖性具有重要的意义。

(2) 政府的重视和支持 我国政府非常重视煤层气的开发利用,不仅成立了专门的煤层气国家公司,而且在财政税收等方面给予很多优惠政策,将煤层气列入国家产业政策发展序列,对国际合作给予一系列政策支持,使煤层气产业获得了利用外资和国外先进技术的发展空间。

(3) 可供开发的勘探成果 中联公司集中10余年来活跃在煤层气科研、勘探等领域的优秀技术和管理人才,集思广益,基本探明沁水盆地南部这一高渗富集区块,获得了近1000亿 m^3 的煤层气储量。同时,中联公司与美国TEXACO、ARCO、PHILIPS等公司在淮北和河东煤田的煤层气合作项目也取得了重要进展。按国家发展的需求将于2000年完成年产2亿 m^3 的建设准备,经过滚动勘探开发,预计到2005年可实现年产30~40亿 m^3 的目标。

(4) 基本成熟的技术保证 美国的成功经验为我国开发煤层气提供了良好的借鉴。经过10余年的

摸索和发展,拥有了适于从事煤层气生产的作业队伍,取得了进行勘探和生产试验的经验(中联公司在沁南地区获得16000 m^3/d 的产气突破),初步形成了针对我国地质特点的煤层气勘探开发技术系列,建立了专门的煤层气研究机构,为煤层气的发展提供了可靠的保证。

(5) 较好的经济效益 美国的经验证实煤层气是一种低成本高效能源,可作为工业燃料、化工原料、民用能源。开发利用煤层气具有明显的社会效益、环境效益和经济效益。通过对不同煤盆地煤层气储层的模拟和经济预算,得知开发煤层气一般可获得约18%的投资回报率。大规模开发和使用高新技术还会进一步增加单井产量、降低开采成本。

三、我国煤层气产业发展方向和重点技术

1. 加强我国煤层气成藏基础理论研究

美国之所以实现了煤层气产业的迅速崛起,是因为其前期实施了一系列的重大基础研究项目,先后投入了近4亿美元的基础研究经费,形成了以沉积、构造、煤化作用、水文、含气性及渗透率为主题的煤层气勘探开发理论。但是,其他国家按照这套理论进行煤层气勘探,均未获得重大突破,显然理论本身存在着缺陷,主要的原因之一是美国西部含煤盆地群的地质历史简单,其有关理论仅是一种经验性总结。

我国虽然自20世纪80年代中期就开始进行煤层气的勘探,但迄今还没有商业开发的成功实例,其原因除前期低水平重复研究外,更重要的是我国与北美大陆的煤层气地质条件不同,如盆地多期改造和复合叠加性明显、构造特征复杂多变。可喜的是我国在沁水盆地、河东煤田等地获得了产气突破,表明在“不利背景”下仍可找到有利区块;同时也揭示我国的煤层气有其自身规律,国外的理论并不适合我国的地质特点,必须尽快建立自己的基础理论体系,诸如煤层气成藏动力学研究、煤层气可采性研究、煤层气产出动态平衡过程与控制因素、煤层气田有效资源潜力预测方法,以及地球物理、地球化学、遥感等方法预测煤层气藏的研究等等。

2. 亟待攻关解决煤层气勘探的工程工艺技术问题

在钻井工程工艺技术方面,亟待解决钻井液对煤储层造成的永久性伤害,其中,欠平衡和近平衡钻井技术是煤层气开发试验中最有发展前途的重要技术;在煤层气固井技术方面,亟待解决煤层段易发生井漏、井壁坍塌形成“大肚子”而造成的产层伤害和影响固井质量问题,绕煤层固井技术是消除固井作业对煤层伤害最有效的固井技术,因此应加快固井方法的攻关研究;在煤层压裂工艺技术方

面,亟待解决压裂液对煤层的伤害,以及成本高或压裂效果不佳的问题,为此,需要开展线性胶、冻胶、水压裂、氮气泡沫压裂等工艺技术研究,引进和开发功能强大的压裂工程设计和分析软件,并加强测井方法和资料解释技术在煤层气中的应用研究、优化测井技术方法、降低成本,以获取更多有价值的参数,为地质研究和储量计算提供依据。

3. 尽快建立煤层气勘探开发经济决策方法

煤层气的勘探开发可以获得经济效益和社会效益,因此对投资项目必须进行经济评价、计算投资利润率,为煤层气项目决策提供依据。目前,虽然国内也研究出一些经济评价模型,但总的看来,煤层气项目投资、生产费用估算和产出收益预测还没有实例可据,所以急需结合国内外生产经验,建立适合我国情况的有关参数确定和经济评价方法。

4. 积极引进和改造煤层气丛式井开发技术

美国 CDX GAS 公司有一种比较成熟的煤层气丛式井开发技术。这种技术具有很多优点,例如:可以充分利用煤田勘探资料,减少或避免前期勘探风险投资;实现井筒与煤层最大面积的接触,提高采收率,在 2~3 年内即可回采 70% 的资源量;可以分别在煤矿采动影响区、煤矿近期规划区和煤矿采空区进行地面开发;由于排采面积大,流动通道多,可以大大降低煤粉堵塞的影响,同时不用压裂,也减少了储层的伤害。缺点是成本偏高。尽管如此,它仍不失为我国今后煤层气开发中值得借鉴的技术。

5. 加强煤层气开发井网设计的研究

合理地设计井控面积,有利于获得最佳的生产能力。改善井网类型、调整井控面积可提高煤层气采收率 and 经济效益,可见优化井网设计是煤层气开发方案中必备的决策依据。虽然美国建立了黑油模型和 COMETPC 模拟器,但由于地质条件间的差异,其所建立的井网井距模拟技术对我国并不完全适用,因此,迫切需要开发适合我国地质特点的井网设计模型。

6. 改善储层条件,提高采收率

提高煤层气采收率是人们追求的目标,也是难点。由于其特殊的等温吸附特点,即使经过压裂改造后,仍有大量的气体滞留在地下,造成极大的浪费,因此,如何提高煤层气的采收率已成为今后我国煤层气开发中的重要课题。目前,国外有些公司提出采用注入氮气、二氧化碳的方法驱替煤层中的甲烷,但从工艺技术、驱替原理等方面尚有很多不明之处。即使国外的成功经验,在国内特殊的地质条件下也未必可行,所以,需要结合国内具体情况进行攻关研究。

7. 煤层气井采出水的处理问题

煤层气采用独特的排水采气工艺。在开发过程中,从环境保护、水资源再利用、地下水位的影响角

度考虑,大量采出水的处理是个非常重要的问题,是影响开发进程、采气量及项目投资的一个重要因素,所以,在设计开发方案时,需要评估一些与水处理有关的问题。

四、加快发展我国煤层气产业的政策思考

1. 煤层气产业发展的指导思想

我国煤层气产业尚处于起步阶段,基础理论研究和适合于我国特点的勘探开发技术还很薄弱。为加快我国煤层气产业的发展,必须有一个相对独立的实力雄厚的国家控股企业作为龙头,来带动煤层气产业的发展;要积极地引进国外资金、先进的技术和管理经验,在加速对外合作的同时,还要通过国家及多方筹资,开展自营项目,使对外合作项目与国内自营项目相互促进,这是发展我国煤层气产业的重要途径;煤层气的勘探开发和利用不能沿用计划经济模式,要发挥现有企业的技术队伍和资金设施的作用,多方联合、优势互补;煤层气勘探开发的难度很大,离不开先进的科学技术支撑,只有依靠科技进步,才能解决理论和工程工艺问题,培养人才,实现效益最大化;要推行和健全项目招投标或委托承包项目管理制度,以经济效益为各项工作的标准,严格把关,建成高效的现代化新型企业。

2. 加速煤层气产业发展的若干政策建议

(1) 勘探方面 对于煤层气这样一种特殊的的新能源矿种,国家应进行特殊扶持,免征探矿权采矿权使用费及其价款;煤层气公司应享有独立的探矿采矿权,只要不影响已持有探矿采矿权的人的合法利益,其勘探开发区块与其他矿种可以重复;地质勘探工作是形成煤层气产业的基础,国家应保证需要的地质勘探费用;由于我国煤层气勘探基础薄弱,只有加大勘探力度,才能快速增加优质储量,故国家应在煤层气勘探费用的预算上,以每年不低于地勘费和资源补偿费总额 1~3% 的资金投给中联公司,用于专门进行煤层气勘查;国家应统一考虑建立像国外那样的资料交换系统,以便能够在短时间内获取信息,缩短煤层气项目的运行时间和降低勘探风险。

(2) 对外合作方面 简化和加快对外合作区块的审批程序,降低审批费用;进一步明确主管部门的职责范围,限定区块的审批时间;考虑到煤层气比天然气的开发基础更为薄弱、技术难度更大,国家应给予煤层气开发更为优惠的税收政策,煤层气开发项目的增值税应为零;煤层气项目投产后,从获利年度起 5 年内免交所得税,后 3 年减半征收所得税;逐步解决外国公司在我国投资项目的统一纳税问题。

(3) 开发利用方面 由于煤层气的开发利用具

有很多的不确定性和风险,因此,建议国家把开发利用煤层气作为重点扶持的新兴能源项目,优先注入资金,其额度达到总投资的30%以上,并向煤层气开发项目提供低息贷款,扩大项目融资渠道;从降低开发风险的角度考虑,应首先搞好开发试验区,总结经验,用于指导大规模的开发生产;管网建设投资大、涉及面广,制约着煤层气的开发利用,应统筹考虑输气管网建设,把天然气、煤层气长输管网列入国家一级基础建设项目,在批准煤层气开发建设项目时,应确定用国家基本建设资金建设管网设施。

(4) 科学技术方面 煤层气产业属于技术密集型产业,有许多技术问题亟待攻克,因此建议国家多渠道增加科研基金,并选定一批煤层气勘探理论和开发技术的关键项目,列入国家重点基础研究发展规划、国家重大科学技术攻关计划和国家高新技术产业发展项目等。

五、我国煤层气资源的利用前景

从世界能源结构发展史来看,几乎每隔几十年就发生一次重大变化。1880年,煤炭代替柴薪成为主要能源;20世纪中叶石油代替煤炭,成为第一能源。随着全球对环境保护的日益重视,天然气的需求量迅速上升。据专家预测,到2015年世界天然气

产量将超过石油成为第一能源,天然气将占世界能源结构的29%以上。另外,世界上许多国家人均国民生产总值达到1000美元后,天然气的消费量将大幅度增长。我国人均国民生产总值2010年将达到1500美元,因此,预计2000~2010年间,我国将出现天然气消费的快速增长期,其需求将通过加大勘探开发力度及适度进口来满足。

进入20世纪90年代,我国终端能源需求开始转向优质高效能源,汽油和电力需求的增长速度大大超过了煤炭和石油,城乡民用能源和东南沿海地区尤其明显。然而,天然气生产受基础设施、资金投入和价格政策等因素的影响而呈缓慢增长趋势,导致其在全国一次性能源消费构成中从1991年的2%降至1996年的1.6%,加大了需求的缺口。

在上述需求和“缺口”的现实情况下,煤层气作为一种非常规天然气、一种高效的洁净能源,再加之它靠近潜在的工业区和民用用户,其就地利用适合我国国情。目前井下抽放系统回收的煤层气甲烷浓度平均为30~50%,而地面钻井回收的甲烷浓度在90%以上,经济价值极高。这样丰富的煤层气资源搁置地下未能加以利用是十分可惜的,是不应该长此下去的。笔者深信,我国煤层气产业具有巨大的发展潜力,必将吸引越来越多的国内外投资者投资于我国的煤层气产业。

(责任编辑 肖庆山)

科技动态

大有前途的发光聚合物彩色显示屏

据英《新科学家》2000年7月1日报道:英国的剑桥显示器技术公司和日本长野的Seiko Epson公司最近合作研制出世界上第一个用发光聚合物制造的全彩色电视显示屏。它不像复杂的液晶显示屏,而是由一系列发红光、绿光和蓝光的聚合物组成的。它的特点是视角广,不需要逆光、滤光镜和偏光镜,因此生产工艺简单得多,价格也就低得多。这个尺寸只有6.3厘米宽的发光聚合物显示屏,由270000个像素构成,具有清晰的彩色图像。它将为下一代电视移动电话、掌上电脑提供价格便宜得多的彩色显示屏。

早在1989年科学家就发现,一种称为PPV的聚合物,在加上电压后就会发光,因为PPV聚合物的分子含有苯环,电子可以通过苯环分子运动,因此具有半导体的功

能,从而可以用来制造发光二极管。

日本的Seiko Epson公司本是生产喷墨打印机的,于是就用PPV发光聚合物溶液当“墨汁”,在硅基体上分别直接沉积发红光、绿光和蓝光的聚合物像素,制造出很便宜的聚合物彩色显示屏。

Seiko Epson公司预计,用喷墨打印技术生产的彩色显示屏在两年内将在移动电话中出现,由于它的价格比液晶显示屏低得多,将极具竞争力。发光聚合物显示屏的生产工艺比液晶显示屏简单。具体工艺过程如下:用喷墨打印技术将发红光、绿光和蓝光的聚合物溶液喷涂在硅基体上,再用传统的芯片制造技术铺设电极,以便通过电极将电压加在不同的像素上使聚合物发光,最终出现五彩缤纷的颜色。(刘先曙)

海螺壳坚硬无比的奥秘和启示

据英《新科学家》2000年7月1日报道:美国俄亥俄州克利夫兰凯斯西里瑟夫大学的Arthur Heuer在研究巨型的海螺之王——石竹花海螺时发现,这种软体动物的壳体之所以坚硬无比,是由于在海螺壳中有许多薄薄的小血小板彼此排列成直角,并通过一种蛋白质“胶”牢牢地把海螺中的主要成分碳酸钙层粘在一起。当受外力冲击

时,那些血小板层就将冲击应力分散到碳酸钙层众多的细小裂纹中,而不是集中在某一条裂纹中,因而不会造成应力集中。这种结构使海螺壳的强度比单纯碳酸钙晶体的结构强度高1000倍。科学家认为,弄清海螺壳结构坚而韧的奥秘对研究高强度轻重量的新材料和陶瓷复合材料大有启示。(刘先曙)