# 煤层气开发利用现状与发展方向

朱志敏[1], 沈冰[1], 蒋刚[2]
(1.中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041;
2.中铁十三局第四工程公司, 黑龙江 哈尔滨 150008)

摘要: 为了进一步开发利用煤层气资源, 分析了国内外煤层气开发利用历史与现状。与美国相比, 中国煤层气开发利用比较落后, 中国煤层气基础工作应当首先进行煤层气地质特征研究, 进而找到适合中国煤层气地质条件的开发利用方法。

关键词: 煤层气; 能源; 勘探; 开发利用
中图分类号: P618.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2006)06-0040-04

煤层气又称煤层甲烷(coalbed methane), 是与煤伴生、共生的天然气资源, 是一种潜在的储量巨大

[7]严建华, 冯乃谦, 瞿凡, 等. 载银天然沸石抗菌耐久性的研究[J]. 硅酸盐通报, 2002(3): 7~10.
[8]侯文生, 魏丽乔, 戴晋明, 等. 载银沸石抗菌剂在塑料中的分散性研究[J]. 电子显微学报, 2003, 22(6): 598~598
[9]李殿超, 蒋引珊, 姚爱华, 张洪飞. 载银沸石的抗菌性能及热稳定性研究[J]. 非金属矿, 2003, 26(3): 8~9.
[10]刘晓洪, 夏军, 金晓红. 海泡石载银抗菌剂的制备研究[J]. 武汉科技学院学报, 2003, 16(4): 63~66.
[11]王长平, 李计元, 刘秀莲. 载Ag海泡石抗菌粉体的研制[J]. 天津城市建设学报, 2001, 7(4): 237~239.
[12]李玉平, 卢军, 郑廷秀. 海泡石在杀虫建筑涂料研制中的应用[J]. 非金属矿, 2004, 27(1): 22~24.
[13]贺卫卫, 李玉平, 卢军, 等. 以海泡石为释缓载体的杀虫涂料[J]. 中国涂料, 2004(5): 20~24.
[14]胡发社, 程海丽, 扬飞华, 等. 坡缕石型载银抗菌剂的研制[J]. 现代化工, 2001, 21(6): 35~37.
[15]余海霞, 张泽强, 谢恒星. 载银型抗菌累托石的制备及其性能[J]. 武汉科技学院学报, 2003, 25(1): 46~48
[16]李博文, 肖清华. 载银膨润土的抗菌性能研究[J]. 非金属矿, 2001, 24(5): 17~18
[17]田春燕, 张培萍, 李书法, 等. 非金属矿物在抗菌材料制备中的应用[J]. 2004, 23(2): 201~204
[18]张乃娴. 粘土矿物研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
[19]郑自立, 等. 中国坡缕石[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
[20]郑自立, 胡发社, 程海丽, 等. 载银络合离子坡缕石型无机抗菌剂[P]. 中国专利 0124957, 2002-04-24.
[21]韩丽, 彭勇, 侯书恩. 累托石的开发利用[J]. 矿产综合利用, 2003(4): 20~23.

## Present Situation of Research and Development Trends in the Nonmetallic Minerals Ag-Carrying Antibacterial Materials

LIANG Kai[1,2], TANG Li-yong[3], WANG Da-wei[1]
(1. Central South University, Changsha, Hunan, China;
2. Shaoguan College, Shaoguan, Guangdong, China;
3. Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu, China)

**Abstract**: The present situation of research on natural nonmetallic minerals Ag-carrying antibacterial materials was briefly introduced in this paper. The antibacterial ability of several Ag-carrying nonmetallic minerals, such as zeolite, sepiolite and paligorskite was reviewed. Their application and development trends were also discussed.

**Key words**: Nonmetallic minerals; Ag-carrying; Antibacterial materials

收稿日期: 2005-07-27
作者简介: 朱志敏(1978-), 男, 硕士, 主要从事天然气地质学研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的洁净能源[1]。煤层气开发利用具有重要的战略意义,它将改善我国的能源结构,促进我国以煤为主的能源体系逐步向对环境无害的可持续发展的模式转变,形成洁净能源新产业。同时,煤层气的地面开发预抽了赋存在煤层中的瓦斯,可有效降低或杜绝煤矿生产过程中的瓦斯灾害,改善煤矿安全生产条件,减少煤层气排放所导致的温室效应,保护全球大气环境。另外,煤层气可作为煤炭的接续能源,为资源枯竭型城市的经济转型提供能源保证[2]。

## 1　世界煤层气开发利用历史与现状

1920年和 1931年,美国在粉河盆地(Powder River Basin)中部的怀俄德克煤层和阿巴拉契亚北部比格郎气田的匹兹堡煤层先后打出 3口煤层气自流井。20世纪 50年代以来,菲利浦石油公司参与圣胡安盆地(San Juan Basin)的煤层气开发,在水果地组煤层打出一大批气井,其中大多数井均获成功。在此期间采用常规油气理论做指导进行钻井。进入 70年代,在全球能源危机的影响下,美国能源部做出了开展包括煤层气在内的非常规天然气回收研究的决定。从 1978年开始对全美 16个含煤盆地进行了长达 8年的煤层气研究。对煤层气的储集和运移机理、生产方式和开采工艺有了进一步的认识,先后对 14个盆地做出了资源量计算。

20纪世 80年代初,美国对煤层气的开发利用取得重大突破,他们在圣胡安盆地和黑勇士盆地(Black Warrior Basin)取得了商业性开发的成功[3]。1986年以后,在取得东部浅层含煤盆地煤层气开发经验的基础上,同时对西部深层含煤盆地展开了研究,并取得了明显的开发效果[4]。

从 1983年到 1995年的 12年间,美国煤层气年产量从 1.7亿 $m^3$ 猛增到 250亿 $m^3$,基本形成产业规模。2003年,美国煤层气年产量已超过 450亿 $m^3$,2004年产量达到 500亿 $m^3$,煤层气占气体能源(天然气)总量的 8%到 10%,是我国同期天然气产量的 1.4倍,成为重要的能源[5]。

美国煤层气工业在近几年来取得长足进步的关键是对煤盆地进行了系统全面的地质综合评价,尤其是在黑勇士盆地、皮申斯盆地、圣胡安盆地开展了大规模的研究和开发试验,根据他们的经验,在选择勘探、开发煤层的有利区块进行地质综合评价时,应考虑下列一些地质因素,即气含量、渗透性、煤阶、煤层的物理性质、煤层厚度、埋深、地温梯度、地应力、顶底板岩层特征、沉积环境及构造条件等[6]。其中,煤层厚度、煤阶、气含量、渗透性、埋深和构造条件是选择煤层气开发有利区块时必须优先考虑的因素。

美国煤层气勘探开发代表了世界煤层气工业的发展状况,近年来,澳大利亚的煤层气勘探也十分活跃,主要集中在东部的几个二叠纪 – 三叠纪含煤盆地,包括悉尼(Sydney)、冈尼达(Gunnedah)、博恩(Bowen)等盆地,其中博恩盆地的一些井经过测试已经转化为生产井。2000年到 2001年度,仅博恩盆地用于煤层气勘探的费用就达 4440万美元,占该盆地全部 1.2亿美元勘探费的 37%。昆士兰天然气公司已经在靠近 Chianchill的 Argyle– 1井成功进行煤层气生产,日产量超过 28230$m^3$。目前,煤层气的勘探开发已经成为昆士兰石油和天然气工业的基本部分。但直到目前为止,澳大利亚的煤层气产量还是以矿井煤层气抽放为主。生产的煤层气主要供给建在井口的煤层气发电站。澳大利亚煤层气勘探开发进展较快,主要原因有三:一是澳大利亚煤炭及煤层气资源丰富;二是几个主要含煤盆地离东海岸人口密集区比较近,具有潜在的煤层气销售市场;三是在勘探过程中借鉴了美国的成功经验,并与本国的客观地质情况相结合。

除了美国和澳大利亚,世界上 30多个国家和地区也开始进行煤层气的勘探和开发,但是仅有少量的国家能进行成功的煤层气规模开发,主要原因有三:一是煤层气作为一种非常规天然气,其前期工作往往需要很大的资金投入,如果没有税收政策上的优惠,很难吸引资金;二是除美国外,各国不能彻底解决各自的具体技术问题;三是煤层气本身的特殊性,从地质评价到工业开采一般需要相当长的时间。

## 2　中国煤层气开发利用历史与现状

我国煤层气勘探开发起步较晚,从 1950年开始直到 1970年,主要是单纯的为减少煤矿瓦斯灾害而进行的煤矿井下瓦斯抽放。1980年,我国的瓦斯抽放量已达到 2 934亿 $m^3$,其中 1000万 $m^3$ 以上的矿井就有 5个。

20世纪 70年代末到 90年代初,仍以煤矿安全为主要目的进行瓦斯抽放,部分矿井同时进行煤层气开采试验。1985年国家经委修订《资源综合利用

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

目录》把瓦斯列入废弃能源。1992年,煤炭部门与联合国开发计划署(UNDP)签订协议,投资1000万美元进行试验,该项目包括松藻矿务局、开滦矿务局、铁法矿务局和煤炭科学研究总院西安分院的4个子项目,主要目的是为我国发展煤层气工业引进技术和设备。这一阶段主要借用美国的技术和经验,但对于地质条件复杂的中国含煤区不太适用,因此未获得突破性进展。但是通过试验,对我国煤层气勘探开发取得了一定的认识,为后来的煤层气勘探开发奠定了基础。

从上世纪90年代初开始到目前为止,从优质能源的利用出发,开展了煤层气的勘探试验,取得了实质性的突破与进展。我国石油、煤炭、地矿系统和部分地方政府积极参与这项工作,许多国外公司也积极投资在中国进行煤层气勘探试验。1990年以来,全国已有30多个含煤盆地进行煤层气勘探钻井,取得了一批储层测试参数和生产参数,在一些地区甚至获得工业气流。1996年国家经委修订《资源综合利用目录》把煤层气开发和煤层气发电列入该目录。为了加快我国煤层气开发,国务院于1996年初批准成立了中联煤层气有限责任公司。“九五”和“十五”国家科技攻关都设立了煤层气研究和试验项目,同期国家计委设立了“中国煤层气资源评价”国家一类地勘项目。为了推进煤层气的产业化进程,2002年国家973计划设立了“中国煤层气成藏机制及经济开采基础研究”项目,从基础及应用基础理论的层面对制约我国煤层气发展的关键科学问题进行系统研究,并将其成果应用于煤层气的勘探开发中。到目前为止,我国施工煤层气井270余口,共有31个区块进行过不同程度的试验,主要集中在华北、东北和华南聚气区,建成煤层气井组12个;探明煤层气地质储量10.23×$10^{12}m^3$,中联煤层气公司和煤科总院西安分院新一轮全国煤层气资源预测显示,我国煤层气总资源量为31.46×$10^{12}m^3$[7]。

1999年至2002年由东煤107队于辽宁省阜新盆地共施工了八口煤层气地面开发井,为阜新市提供日产气量1.5×$10^4m^3$以上的居民生活用气,标志着我国煤层气地面钻井商业开发实现了零的突破[8]。2005年,山西省晋城投入2.37亿美元建设的国内第一个煤层气综合开发利用示范项目即将开工,预计2008年建成投产。该项目通过地表向地下煤层钻孔,抽取煤层气大约每年1.66亿$m^3$,供应当地工业、商业用户和居民作燃料,并建设一座12万kW的煤层气发电厂。

## 3 存在的问题和发展方向

通过近年来的研究和开发试验,我国的煤层气成藏和产出机理研究有了较大的进展,但并没有形成理论突破。除了前期研究低水平重复的原因以外,更为重要的在于中国具有与北美大陆完全不同的成煤和煤化作用地质条件,地壳运动具有多期叠加性,构造活动具有复杂多样性,使中国煤储层表现出自身固有的特殊储集性能,美国的煤层气基础理论对我国的煤层气勘探开发不能起到正确的全面指导作用。研究[9~11]表明,中国的煤储层大多表现为以下特点:

(1)低压、低渗、低饱和现象突出,有些地区表现为特低压、特低渗和特低饱和。这些特征使得中国的煤层气藏在使用当前的理论技术开发时表现了相当程度的先天不足。

(2)成煤后期构造破坏严重,造成部分地区构造煤发育,构造煤的发育使得储层改造这一影响煤层气井产能的激励过程无法实现。

(3)大部分中阶煤储层具有强烈的不均一性,严重限制了煤层气井的产能开发,同时为规模开发煤层气藏带来了很大的困难。

(4)高阶煤和低阶煤煤层气在资源总量中占总资源量的2/3以上,按照现有的理论,这些煤储层不具备产气优势。但是在一些区域高阶煤和低阶煤中获得了高产气流,说明高阶煤和低阶煤并非全都是煤层气开发的死区。

所以,中国煤层气基础工作应当首先进行煤层气地质特征研究[12,13],在煤层气成因、储层特性、成藏及区域展布规律、控气地质因素等方面有所突破,建立有中国特色的煤层气地质理论,指导我国煤层气资源的开发利用。

致谢:感谢汪镜亮研究员在论文写作过程中的帮助。

## 参考文献:

[1]张新民,庄军,张遂安.中国煤层气地质与资源评价[M].北京:科学出版社,2002.

[2]朱志敏,阜新盆地中部煤层气地质特征研究[D].辽宁工程技术大学,2004.

(下转51页)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

## 5 结　　论

1. 以抗坏血酸代替硫脲,盐酸代替硫酸,用于测定 0. 004% ~ 0. 5%的钼,具有快速、简便的优点。

2 与硫脲相比,抗坏血酸不仅能使硫氰酸盐形成稳定的络合物,而且无混浊现象出现,使显色液稳定,测定结果准确。

3. 与硫酸相比,盐酸介质所测定的结果更精确。

4 本方法能较好满足一般的地矿样品中钼的分析测定要求。

## 参考文献:

[1]岩石矿物分析编写组. 岩石矿物分析(第一分册)第 3版[M]. 北京: 地质出版社, 1991.

[2]湖南省矿产测试利用研究所编写. 岩石矿物分析 [M]. 长沙: 湖南出版社, 1984.

[3]武汉大学. 分析化学第 2版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1985.

# Improvement of the Method for Determination of Minor Molybdenum in the Cu-Mo-Pb-Zn Intergrown Ores

WU Li-ping　LIU Wei　ZHANG Shu-rong

(Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

**Abstract**: In the solution of Cu-Mo-Pb-Zn intergrown ores, using ascorbic acid instead of thiourea as a reductant, and using hydrochloric acid instead of sulfuric acid, the turbidity of the solution can be avoided, then, the stability of color-development solution is also increased. Thus, its determination result is accurate.

**Key words**: Ascorbic acid; Thiourea; Hydrochloric acid; Sulfuric acid; Spectrophotometry

(上接 42页)

[3]Kuuskraa V. A, Brandenburg C. F. 1989. Coal-bed methane sparks a new energy industry. Oil and Gas Journal[J]. 10: 3 ~ 8.

[4]Welte D. H. et al. Gas generation and migration in the Deep basin gas field, AAPG Memoir 39, 1984.

[5]宫诚. 国外煤层气发展现状 [J]. 中国煤炭, 2005, 31(3): 74~ 75.

[6]赵庆波, 刘兵, 姚超. 世界煤层气工业发展现状 [M]. 北京: 地质出版社, 1998.

[7]宋岩, 张新民, 柳少波. 中国煤层气基础研究和勘探开发技术新进展 [J]. 天然气工业, 2005, 25(1): 1~ 7.

[8]路爱平. 盆地构造演化沉积环境与非煤能源矿产评述 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2003, 22(5): 606~ 608.

[9]孙茂远, 杨陆武, 刘申平. 煤层气基础理论研究的关键科学问题 [J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(9): 46~ 48.

[10]蔚远江, 杨起, 刘大锰, 黄文辉. 我国煤层气储层研究现状及发展趋势 [J]. 地质科技情报, 2001, 20(1): 56~ 60.

[11]刘贻军, 娄建青. 中国煤层气储层特征及开发技术探讨 [J]. 天然气工业, 2004, 24(1): 68~ 71.

[12]秦勇. 中国煤层气地质研究进展与述评 [J]. 高校地质学报, 2003, 9(3): 339~ 358.

[13]孙万禄, 应文敏, 王树华, 樊明珠. 煤层气地质学基本问题的探讨 [J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(3): 189~ 194.

# Present Situation and Development Direction of Exploitation and Utilization of Coalbed Methane

ZHU Zhi-min[1], SHEN Bing[1], JIANG Gang[2]

(1. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China;
2. The 4th Company of the China Railway 13th Group, Ha'erbin, Heibngjiang, China)

**Abstract**: For better exploiting and utilizing the coalbed methane resources, the history and present situation of exploitation and utilization of coalbed methane at home and abroad were briefly analyzed. With regard to the exploiting and utilizing the coalbed methane resources, China is dropped behind the America. For quickening exploitation and utilization of the coalbed methane resources in China, first of all, a fundamental research work on the characteristics of coalbed methane geology should be performed. And, in turn, find out an effective exploitation method suitable for geological conditions of China coalbed methane resources.

**Key words**: Coalbed methane; Energy resources; Exploitation and utilization

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net