

· 煤层气 ·

文章编号:1001-1986(2001) 02-0021-03

简评《地质辞典》中的“煤层气”词条

张泓¹, 彭格林²

(1. 煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054;

2. 中国科学院长沙大地构造研究所, 湖南 长沙 410013)

摘要:简要评述了《地质辞典》中“煤层气”词条释义方面存在的谬误;指出该词条作者不仅没有给读者任何正确、有用的信息,更为严重的是对煤层气资源工业价值的否定性评价阻碍了我国煤层气的研究、勘探开发进程。因此《地质辞典》再版时,应对煤层气词条进行全面修订,以免继续误导读者。

关键词:煤层气;概念;资源;工业价值;评述

中图分类号:P618.11 **文献标识码:**C

1 问题的提出

地质矿产部《地质辞典》办公室组织有关学者编辑了《地质辞典》,并于 1986 年由地质出版社分成 5 个分册出版发行。其中,第四分册^[1]129 页“煤层气”词条的释义全文如下:

“煤层气 (coalbed methane, газ угольных пластах):基本上未运移出生气母岩的天然气。它们绝大部分以吸附状态(70%~95%)分散在炭质页岩、泥岩当中。也有少部分呈游离状态,集中在煤层中,形成采煤中的瓦斯突出现象。煤层气只占煤成气的 3%~24%左右,而且产状分散,基本上没有工业价值。”

该释义涉及煤层气的基本概念、赋存状态、资源量与工业价值等一系列问题。对于一部涵盖地质学各个分支学科,主要供地质工作者和大专院校师生在学习和工作时质疑查考之用的专业性辞书,《地质辞典》对绝大多数词条的说明和处理是恰当的,唯独“煤层气”词条百多字的解释谬误甚多。本文拟就有关问题作以简要评述和说明。当然,《地质辞典》已出版十几年,现在去评论有关问题似有过时之虑。不过,辞书不同于一篇论文或一部普通著作,它有较强的时效性。现在,不少地质人员和地质院校学生仍将《地质辞典》作为自己获取知识的重要工具书。我们注意到,煤层气的新近研究已取得重要成果,有关辞书^[2]也对“煤层气”作了精辟的阐述。站在现今科学水平高度去要求 15 年前的作者,难免有求全责备之

嫌,故本文主要用当时的文献,来剖析该词条的文字在逻辑上的混乱以及对有关问题处理上的不妥当。

2 基本概念与成因

煤层气又称煤层甲烷、煤矿瓦斯,是煤层本身自生自储式非常规天然气;天然气地质勘探人员探查作为天然气源岩的煤层,目标是找寻上覆的天然气储层(砂岩或碳酸盐岩);而煤层气地质勘探与开发,不只是把煤层当作气源岩,更重要的是将其作为储集层。

关于煤层气的基本概念,《地质辞典》指出,“基本上是未运移出生气母岩的天然气”。这就是说,煤层气的生气母岩也是它的储层,但该词条的作者没有明确指出煤层气的生气母岩就是煤层本身;而是说煤层气“绝大部分以吸附状态(70%~95%)分散在炭质泥岩、泥岩当中”。人们由此不难作出如下解读:煤层气的储层是“炭质泥岩、泥岩”,因为它的 70%~95%是“以吸附状态分散”在这些岩石中的;又因为煤层气“基本上是未运移出生气母岩的天然气”,故煤层气的生气母岩是“炭质泥岩、泥岩”。

我们注意到,《地质辞典》中有 3 个与煤层有关的词条:煤成气(coal gas)、煤层气和煤生气(gas generated from coal)^[1]。“煤成气”词条的作者将煤成气定义为“腐殖型有机物在成煤过程中形成的天然气”,或者是“煤或煤系地层形成的天然气”。这个释义暗示,煤成气的生气母岩已将煤层包括在内;但是,该辞典作者明确指出,“煤成气依其产状可分为

收稿日期:2000-04-18

作者简介:张泓(1942—),男,河南南阳人,煤科总院西安分院研究员,博士生导师,主要从事地层古生物研究工作。

煤层气和煤生气",“煤生气”的生气母岩是“碳质页岩、泥岩和煤层”,而“煤层气”词条却没有指明它的气源岩是什么。因此,对煤层气不太熟悉的人们,很容易按《地质辞典》的释义,将它的气源岩和储层都解读为“碳质泥岩、泥岩”。

作为一个外来术语,1984 年以前的公开文献^[3,4]已明确定义,煤层气的生气层和储层都是煤层。而“煤层气”词条的作者没有用意简言劲、切中要害的文字去阐明煤层气的基本概念,而是用经不起推敲的表述将煤层气的生气母岩和储层都误导为“炭质泥岩、泥岩”。这或许是由于该作者没有详细研读当时的已有文献,或者是因工作疏漏所导致的逻辑混乱。

煤层气(或煤内瓦斯)的成因及其成分早在 1970~1980 年间已有精辟论述。杨起和韩德馨^[5]指出,煤内瓦斯主要是由 CH_4 、 N_2 、 CO_2 以及少量重烃等组成的多成分混合气体,它起因于泥炭向褐煤过度阶段的生物化学作用以及煤化作用过程中由温度产生的热分解。M Schoell^[6]用碳、氢同位素的研究成果将煤层气按成因分为早期生物气、热成因气和晚期生物气。其中,早期生物气形成于低煤级煤(泥炭—亚烟煤, $R_o < 0.5\%$) 的早期埋藏阶段,而晚期生物气是晚近时期因地下水在煤层及邻近含水层运移造成了适合微生物活动的环境生成的。这也是《地质辞典》未来再版时应增补的内容。

3 煤层气的赋存状态与瓦斯突出

《地质辞典》对煤层气的赋存状态的解释是,“它们绝大部分以吸附状态(70%~95%)分散在炭质泥岩、泥岩当中,也有少部分呈游离状态,集中在煤层中”。这是主体错位造成该词条作者逻辑混乱的又一典型例证。杨起、韩德馨^[5]早在 1979 年就指出,煤中瓦斯(即煤层气)以自由(游离)和吸附状态赋存。游离状态的煤层气是指“往返运动于煤层内生裂隙和外生裂隙内”的气体分子;而吸附状态的煤层气则“以分子引力吸附于煤层裂隙的表面和煤层的微孔隙内”。这两种状态的煤层气“在一定的压力和温度条件下处于动平衡状态”。若“压力增加,温度降低”,游离态煤层气可转化为吸附状态;反之,吸附状态的煤层气可转化为游离态。后者“又叫作解吸过程”。这一形成于 20 年前的关于煤层气赋存状态的论述,即使在今天看来也不失为经典。

关于瓦斯突出,“煤层气”词条的作者认为是“少部分煤层气呈游离状态,集中在煤层中,形成采煤中的瓦斯突出现象”的。其实,煤矿瓦斯突出是由多种

因素造成的复杂动力现象^[6]。在《地质辞典》出版之前,有些学者就已提出了相应的模型,用以阐明煤矿瓦斯突出的机制。不同的模型都考虑了气含量或瓦斯压力、地应力、煤体破坏程度等因素。杨起、韩德馨^[5]认为,“煤内聚集高压瓦斯是发生煤和瓦斯突出的必要条件。”若没有 608 kPa 以上的瓦斯压力,“后期的地应力再大也不突出”。但是,若要保持 608 kPa 以上的瓦斯压力,又必须要有超过 608 kPa 的地应力作用于煤层顶底板上才能平衡,“所以地应力又是保持高压瓦斯的必要前提”。一旦上述平衡被打破,吸附状态的煤层甲烷被迅速解吸,产生大量游离态煤层甲烷,出现瞬间高压,形成瓦斯突出。因此,“煤层气”词条的作者把煤矿瓦斯突出仅归因于煤层内集中有“少部分”呈游离状态的煤层气是不完全的。

4 煤层气资源及其评价

《地质辞典》对煤层气资源及其开发利用价值的评价是,“煤层气只占煤成气的 3%~24% 左右,而且产状分散,基本上没有工业价值。”这一结论性评价同样是不正确的。

据初步估算,世界煤层气资源约为 $113 \times 10^{12} \sim 255 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。对于我国垂深 2 000 m 以浅的煤层气资源,不同单位或课题组的估算结果大体变化在 $30 \times 10^{12} \sim 35 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 之间^[7,8],基本相当于常规天然气资源量。而“煤层气”词条的作者认为,“煤层气只占煤成气的 3%~24% 左右”。事实上,“六五”期间,石油勘探开发科学研究院预测我国 11 个主要含煤盆地的煤成气资源量约 $11.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ^[8],若“煤层气只占煤成气的 3%~24%”的论断是正确的,那末,按此比例推测的煤层气资源仅有 $0.34 \times 10^{12} \sim 2.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。然而,1981 年完成的全国煤田预测表明,我国垂深 2 000 m 以浅的煤炭资源为 $5 \times 10^{12} \text{ t}$,用煤层甲烷含量(平均 $6 \text{ m}^3/\text{t}$)乘以煤炭资源量,估算的煤层气资源量应为 $30 \times 10^{12} \text{ m}^3$;此数字即使有 50% 的概率,较可信的煤层气资源仍有 $15 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。此外,地矿部石油地质研究所在“六五”期间对 9 个主要含煤盆地预测煤成气资源量约 $5.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$,煤层气资源量约 $17.9 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ^[8]。上述事实表明,在《地质辞典》编辑出版之时,很容易就能从我国权威机构得到煤层气资源量的预测数据,或者利用有关数据推导出可信的煤层气资源量。已有的数据证明,煤层气绝不是“只占煤成气的 3%~24% 左右”。

正是因为煤层气“资源少”,加之“产状分散”,该词条的作者作出了煤层气“基本没有工业价值”的论

断。把煤层气作为一个“矿种”予以全盘否定,这是令人不可思义的事。

矿产资源的评价是建立在一定的科学技术条件之上的。一个矿床(或矿层)因品位不能满足现今开发技术条件的要求,地质勘探人员才将其评价为“基本没有工业价值”。但是,一个头脑清醒的地质工作者决不会去否定一个“矿种”的工业价值,因为这就好象把对未达品位的金矿脉(矿床)的否定推广到黄金(矿种)“基本没有工业价值”那样不符合逻辑。

长期以来,人们虽然将煤层气当作采煤作业中的主要灾害,但在为减灾进行瓦斯抽放的同时,也将部分被抽放出的煤层气(煤矿瓦斯)当作能源利用。我国自 1952 年开始建立煤矿的瓦斯抽放系统以来,曾将抽放出的煤层气用作民用燃料、发电以及生产甲醛、碳黑等化工产品的原料。早在 1932 年,美国就在西弗吉尼亚州 Big Run 气田的石炭纪煤层中开采甲烷。20 世纪 70 年代,为克服能源危机,美国开展了一系列煤层气基础研究项目,直接研究它的各种问题;并从 70 年代初的几口试验井开始,到《地质辞典》出版之时,已有 1 000 多口煤层气生产井。因此,无论是从资源评价本身的逻辑,还是对当时煤层气开发利用的实际情况判断,都不应该把煤层气评价为“基本没有工业价值”。目前,美国已完成煤层气井 10 000 余口,其中产气井为 6 700 余口,年产煤层气 $30 \times 10^9 \text{ m}^3$,已成为一个新兴产业。

5 后果与影响

煤层气为高热值气体,发热量在 37.656 MJ/m^3 左右,是一种优质高效洁净能源。开发煤层气资源可弥补我国即将出现的巨大能源缺口。高速增长的经济环境,已使我国能源面临巨大的压力,预计到 2010 年,石油的缺口为 90 Mt,天然气为 $58.8 \times 10^9 \sim 90 \times 10^9 \text{ m}^3$,水电为 $30 \times 10^9 \sim 163 \times 10^9 \text{ kW/h}$ 。此外,我国的一次能源消费结构极不合理:其中,煤炭占 76%,石油占 16%,天然气仅为 2.1%。而世界能源消费中,天然气占 20%~22%,石油占 38%~40%,煤炭占 25%~30%。因此,煤炭作为中国主要能源的消费和供应不得不面临经济增长、社会进步和环境保护等多重压力。我国采煤业每年使 $14 \times 10^9 \sim 24 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的甲烷气体排入大气层。作为温室气体,甲烷的温室效应能力是 CO_2 的 20 倍,对大气臭氧层的破坏能力是 CO_2 的 7 倍;我国燃煤产生的 SO_2 和 NO_x 分别为 18.25 Mt/a 和 4.8 Mt/a,是造成酸雨危害和生态环境失调的主要原因之一;瓦斯灾害历来是我国煤矿生产的最大威胁之一,它每年

都造成巨大的经济损失。

综上所述,不论是从资源开发利用、弥补能源缺口、改善能源供应消费结构、保证国民经济的可持续发展、提高国民生活质量考虑,还是从保护生态系统、减少和杜绝煤矿瓦斯灾害考虑,进行煤层气的研究、勘探开发活动都是十分必要的。但是,由于《地质辞典》对煤层气“基本上没有工业价值”的评价,在客观上阻碍了煤层气的研究、勘探开发进程,其主要表现是,自从《地质辞典》于 1986 年出版之后,煤层气研究项目很难在相关主管部门立项,也无法得到国家自然科学基金的资助。根据我们的侧面了解,一些决策部门的管理人员(甚至一些地质学家)对煤层气的认识都不同程度上受到了“没有工业价值”的误导。直到 1995 年,特别是江泽民主席 1996 年 10 月 29 日关于“依靠科技进步、开发煤层气产业、造福人民”的题词发表之后,情况才有所改观;1998 年,国家自然科学基金委员会第一次资助煤层气研究项目^[9];1999 年开始,“煤层气和天然气水合物的形成规律与成藏机制”成为国家自然科学基金委员会的鼓励研究领域^[10]。

我国的煤层气研究是在“六五”期间开始起步的,当时,仅比美国落后 10 年左右;如今,20 年过去了,我国的煤层气勘探、开发至少落后美国 25~30 年,差距不仅未缩小,反而拉的更大了。造成这种状况的原因是多方面的,但是,《地质辞典》对煤层气工业价值的否定性评价对决策部门的误导是重要的原因之一。

总之,《地质辞典》对“煤层气”词条的释义是失败的,并造成了严重的负面影响;我们希望,《地质辞典》再版时,应对其进行彻底修编,以免继续危害读者。

参考文献

[1] 地质矿产部《地质辞典》办公室编辑·地质辞典(四)矿床地质,应用地质分册[A].北京:地质出版社,1986.

[2] 《中国煤炭工业百科全书》编辑委员会·中国煤炭工业百科全书,地质、测量卷[A].北京:煤炭工业出版社,1996.

[3] Rightmire C T. Coalbed methane resource[A]. In: Rightmire C T, Eddy G E, Kirr J N (Eds). Coalbed Methane Resource of the United States [C]. Am. Assoc. Petrol. Geol. Studies In Geology, 1984, 17: 1~13.

[4] Jurich D, Adams M A. Geologic overview, coal, and coalbed methane resources of Raton Mesa region, Colorado and New Mexico[A]. In: Rightmire C T, Eddy G E, Kirr J N (Eds.) Coalbed Methane Resource of the United States [C]. Am. Assoc. Petrol. Geol. Studies In Geology, 1984, 17: 163~184.

[5] 杨起,韩德馨(主编).中国煤田地质学,上册,煤田地质基础理

文章编号: 1001-1986(2001) 02-0024-04

氯化钾在煤层气井压裂中的作用

丛连铸, 梁利, 卢拥军, 刘萍, 李安启

(石油勘探开发科学研究院廊坊分院压裂酸化技术服务中心, 河北 廊坊 065007)

摘要:在油田以压裂作为增产措施中, KCl 主要作为粘土稳定剂加入压裂液中。通过实验发现, 在煤层气井压裂液中加入 KCl 不仅可作防止煤粉膨胀的稳定剂, 还能改变煤基质对水溶液的吸附润湿特性, 从而提高返排效率, 减少对煤储层的伤害。

关键词:煤层气; 压裂液; 氯化钾; 吸附; 伤害

中图分类号: P618.11 **文献标识码:** A

1 引言

由于煤基质对于物理及化学变化的敏感性以及煤层的特殊性, 要求煤层气井用压裂液不但要有良好的造缝、携砂能力, 更要与煤储层有良好的配伍性, 从而减少对煤储层的损害^[1]。外来液体造成煤储层伤害的主要原因是由吸附及堵塞引起的^[2]。压裂液吸附于煤粉造成近裂缝带渗透率的降低, 粉煤的扩散与运移, 增大了对水力裂缝及近裂缝区域的损害, 降低了裂缝导流能力, 从而降低了煤层气的产量^[3]。在国外煤层气井压裂中, 分别使用了活性水、线性胶、冻胶和泡沫压裂液, 由于开采的煤储层渗透率较高(几十 mD 以上), 压裂液对煤储层的伤害, 并非其主要矛盾, 因此对压裂液造成煤储层伤害的研究较少。有文献报道^[2]: 在煤层气井压裂中, 使用

的压裂液添加剂应尽量减少有机物的加入; 活性水、线性胶和冻胶压裂液吸附造成煤储层渗透率的伤害率达 10%~90%。在国内, 由于开采的煤储层渗透率普遍较低(通常小于 1 mD), 压裂液对煤储层造成的伤害不容忽视; 再加上煤阶不同以及煤组成的复杂性, 对压裂液添加剂的优选要求更高。通过实验发现, KCl 的加入, 对不同煤阶储层具有普遍、有效的积极作用, 不仅能起到防膨作用, 更能增大液体与煤岩基质接触后的接触角, 有利于外来液体的返排。这一认识对正处在煤层气勘探初期的我国, 无论是使用钻井液、完井液、压裂液以及其它外来液体, 都将起到事半功倍的效果。本文对吴试 1 井、大试 1 井和晋试井组的煤样分别进行了与 KCl 水溶液的配伍性实验研究, 主要内容包括煤样水化膨胀实验、压裂液配伍和吸附性能实验等。通过多项实验研究表明,

收稿日期: 2000-05-15

作者简介: 丛连铸(1968-), 男, 山东莱西县人, 中国地质大学硕士研究生, 从事压裂液研究。

论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1979.

[6] Schoell M. The hydrogen and carbon isotopic composition of methane from natural gases of various origin [J]. *Geochem. Cosmochem. Acta*, 1980, 44: 649~661.

[7] 张新民, 张遂安, 李静等. 中国的煤层甲烷[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991.

[8] 冯福阎, 王庭斌, 张士亚等. 中国天然气地质[M]. 北京: 地质出版社, 1995.

出版社, 1995.

[9] 国家自然科学基金委员会地球科学部. 1997 年国家自然科学基金批准项目一览表(地球科学部分) [J]. *地球科学进展*, 1998, 13(1): 89~102.

[10] 国家自然科学基金委员会地球科学部. 1999 年度国家自然科学基金项目指南(地球科学部分) [J]. *地球科学进展*, 1998, 13(6): 511~517.

A brief review on the phrase "coalbed methane" in 《Dictionary of Geology》 published by geology press in 1986

ZHANG Hong¹, PENG Ge-lin² (1. Institute of Geology, Xi'an Branch, CCRI, Shaanxi Xi'an 710054, China;
2. Changsha Institute of Geotectonics, CAS, Hunan Changsha 410013, China)

Abstract: Only more than twenty years has coalbed gas, which mainly consists of methane and also called as coalbed methane (CBM), been recognized as an emerging unconventional natural gas resource. Coalbed gas is generated as a result of coalification process and stored in coal bed itself. Based mainly on the analyses of literature contributed to the branch science of geology before 1986, a brief review on the expositional falsehood for the phrase "coalbed methane" explained by the author of 《Dictionary of Geology》is given in this paper, and point out that, the reader was not given any correct and useful information by the phrase author; especially, a negative estimation of its industrial and commercial value had impeded the progress in research, exploration and development of coalbed methane in China. So that, the explanation of the phrase "coalbed methane" is in need of revision when republishing the dictionary.

Key words: coalbed gas; conception; resource; industrial value; review