

# 煤的吸附性及其影响因素分析

郭四龙 胡志华 张文杰

(山西兰花科技创业股份有限公司伯方煤矿分公司)

**摘 要:**煤中甲烷的赋存状态是煤层气抽采、防治瓦斯事故的基础,是广大煤矿安全工作者的核心。本文对影响甲烷吸附能力的控制因素进行分析,以实验室选取11、13号煤样为标本,用吸附势理论研究煤中甲烷的吸附情况,以期深入探讨煤吸附甲烷的控制机理;为储层条件下,特别是深部开采条件下瓦斯含量预测提供理论基础。

**关键词:**瓦斯压力;等温吸附;变质程度;赋存

## 1 引言

瓦斯(煤层气)指与煤同生共体,以甲烷为主要成分,主要以吸附态赋存在煤层之中。地层条件下,煤及煤储层的吸附实质上是一定温压条件下固、气、液三相介质耦合作用的结果,煤之所以具有吸附性是由于煤结构中分子的不均匀分布和分子作用力的不同所致,这种吸附性的大小主要取决于2个方面的因素,即:一是煤结构、煤的有机组成和煤的变质程度;二是煤体吸附的环境条件。由于煤对瓦斯的吸附是一种可逆现象,吸附瓦斯所处的环境条件就显

得尤为重要。煤中吸附瓦斯量的大小主要取决于煤化变质程度、煤中水分、瓦斯压力以及吸附平衡温度等。

## 2 影响因素分析

### 2.1 瓦斯压力及吸附温度的影响

本文选取11#、13#两组煤样,破碎至60目以下,采用自然状态下煤样进行高压等温吸附试验。高压等温吸附试验,试验温度为20、27.4(27.5)、40、50、60、70、80℃,压力范围0~11MPa。等温吸附试验方法和步骤按照国家标准—《煤的高压等温吸附试验方法》(GB-T19560-2008)实施。试验获得的等温吸

附数据见图1:同样压力下,煤样的吸附量随着温度的升高而降低;同样温度下,压力越高吸附量越大。根据对实验室煤样研究表明:在给定的温度下,吸附瓦斯量与瓦斯压力的关系呈线性增加变化,从图中可以看出:随着瓦斯压力的升高煤体吸附瓦斯量增大;当瓦斯压力大于9MPa时,吸附的瓦斯量将趋于定值。

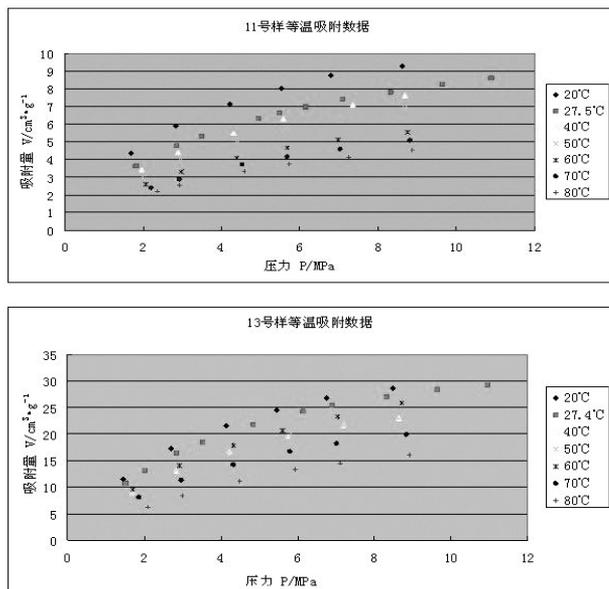


图1 煤的等温吸附数据

当温度一定时,煤对甲烷的吸附能力随瓦斯压力升高而增大,当瓦斯压力升到一定值时,煤的吸附能力达到饱和,往后再增加瓦斯压力吸附量不再增加。当瓦斯压力一定时,随着温度的升高,煤的瓦斯吸附量呈下降趋势,这是因为温度对脱附起活化作用,温度越高,游离气越多,脱附能力越高,煤吸附瓦斯的能力越低。

同时,实验还得出量化规律:温度每升高1℃,煤吸附瓦斯的能力将降低约8%左右。分析其原因主要是:温度的升高,使瓦斯分子活性增大,故而不被煤体所吸附;同时,已被吸附的瓦斯分子又易获得动能,会产生脱附现象,使吸附瓦斯量降低。

## 2.2 煤的变质程度

煤是一种包含有机质的岩石,煤的有机物质类似海绵体,具有一个庞大的微孔体系:微孔之间则由

一些直径只有甲烷分子大小的微小毛细管所沟通,彼此交织,形成了煤体特有的多孔结构,而煤层的变质程度决定着这种多孔结构在煤体中的分布,进而影响瓦斯赋存的内在环境。同时瓦斯是在成煤过程中形成的,瓦斯形成后大部分以游离状态赋存于煤层之中,煤的瓦斯生成量及煤的比表面积与煤的变质程度密切相关。一般情况下,从中等变质程度的烟煤到无烟煤,煤的比表面积逐渐增加,相应的吸附能力及吸附量呈快速增加状态。

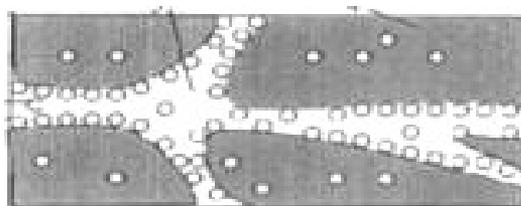


图2 煤体多孔海绵结构

## 2.3 煤中水分

煤中水的存在形态可以分为游离水和化合水:

- ①游离水是煤内部毛细管吸附或表面附着的水;
- ②化合水是和煤中矿物成分呈化合形态存在的水。游离水又分为外在水分和内在水分。外在水是附着在煤的水分,外在水分的增加会使煤的吸附能力降低。在煤的游离水分中,内在水分是影响煤吸附甲烷的主要因素,同时,煤中水分的多少在一定程度上反映了煤质状况,煤的最高内在水分与煤化度的关系具有明显的规律性,低煤化度煤结构疏松,结构中极性官能团多,内部毛细管发达,内表面积大,因此具备了赋存水分的条件。随着煤化度的提高,两种水分都在减少。在肥煤与焦煤变质阶段,内在水分达到最小值(小于1%)。到高变质的无烟煤阶段,煤体瓦斯吸附性逐渐增大。

目前可以采用俄罗斯煤化学家艾琴格尔的经验公式<sup>[3]</sup>来确定煤的水分对甲烷吸附量的影响,其计算公式为:

$$X_{ch} = X_g \cdot \frac{1}{1 + 0.31W}$$

(下转第46页)

况下开展的这样就有效防止了因人数过多而造成不必要的损失,同时还可以节省大量人力、物力与财力,不仅可以降低煤炭资源成本,还可以提高企业经济效益。这些都是应用无人远程监控系统所带来的好处。

#### 4 煤矿监控与通信技术发展趋势

##### 4.1 一体化的通信系统及技术

为提高应急通信的要求,煤矿企业应当研发一体化的通信系统。该系统应当具备以下功能:固定与移动通信,短信、视频、语言等形式的通信,监测位置、紧急呼叫、应急扩音、报警联动等功能。

##### 4.2 矿用物联网

为减少煤矿企业的库存煤炭量,并且降低企业生产成本,企业应当采用矿用物联网技术,全程监管地测、通风、电气、提升、运输等装备的使用、仓储、运输、采购等各个环节,可从以下几点着手:研发水泵操作人员、采煤机器的司机、绞车的司机、放炮员工、电钳员工、安全检查人员等员工工作环境员工、机器环闭锁的相关系统,研发员工、掘进机器、采煤机、胶

轮车等静、动目标的管控系统,制定联网技术处理、传输、编码等相关标准。

##### 4.3 特大事故预警技术

研发特大事故预警技术是降低事故发生率的有效措施。目前,监控系统具有断电和预警功能,少数企业监控系统具有特大事故预警的作用,但准确度不高,无法满足安全工作要求。为此,煤矿企业应当强化这方面的研究。

#### 5 结语

煤矿产业是我国国民经济建设中不可或缺的一部分,因此做好煤矿安全监管工作,开展煤矿安全生产监控与通信技术研讨是十分必要的。

#### 参考文献

- [1]孙继平.煤矿安全生产监控与通信技术[J].煤炭学报,2015,35(11).
- [2]马丽.刍议煤矿安全生产监控与通信技术[J].技术与市场,2014,21(6).

(上接第28页)式中:

$X_{ch}$ ——含有水分 $w(\%)$ 的湿煤的甲烷吸附量, $m^3/t$ 可燃物;

$W$ ——煤中的天然水分的质量含量, $\%$ ;

$X_g$ ——不含水分干煤的甲烷吸附量, $m^3/t$ 可燃物。

#### 3 结语

(1)在稳定恒定时,煤对甲烷的吸附能力随瓦斯压力升高而增大,在瓦斯压力恒定时,随着温度的升高,煤的瓦斯吸附量呈下降趋势,温度每升高 $1^{\circ}C$ ,甲烷吸附量下降 $8\%$ 。

(2)煤的变质程度对煤体的吸附性起决定作用,

一般来说,变质程度越高,煤体的吸附能力越强。

(3)水分对煤体内的瓦斯起到抑制作用。

#### 参考文献

- [1]王继仁本煤层孔网瓦斯抽放理论与技术的研究[博士学位论文] 辽宁: 辽宁工程技术大学2000.
- [2]周世宁林柏泉煤层瓦斯赋存与流动理论北京:煤炭工业出版社,1999.
- [3]俞启香编著矿井瓦斯防治徐州:中国矿业大学出版社,1992(2).
- [4]于不凡煤矿瓦斯灾害防治及利用技术手册北京:煤炭工业出版社,2000.
- [5]孙培德,鲜学福.煤层瓦斯渗流力学的研究进展.焦作工学院学报(自然科学版),第20卷第3期,2001年5月.