

# 海域可燃冰试采获得成功， 其前景及其不确定性引发广泛关注

全国煤化工信息站

“2017 年 5 月 18 日，我国在南海北部神狐海域进行可燃冰试采获得成功，一直到 6 月 2 日，已连续 22 天产出甲烷含量高达 99.5% 的天然气，平均日产 8 350 m<sup>3</sup>，标志着我国成为全球第一个实现了在海域可燃冰试开采中获得连续稳定产气的国家。”

——上述消息一经报道，便引发了能源及其相关领域的广泛关注，其发展前景及其不确定性也引起了持不同观点的业界人士的激烈争鸣，为此，全国煤化工信息站特收集、汇总、编辑整理了有关可燃冰的基本定义、资源量及其分布、开采技术进展及难点、国外其他国家的开采情况等，供广大读者参考。

——本刊编辑部

## 1 什么是可燃冰

可燃冰又称气冰、固体瓦斯，学名天然气水合物，是笼形包合物的一种，是一种把天然气包裹在冰状晶格下的固体结晶物质。它是在一定条件（即合适的温度、压力、气体饱和度、水的盐度、pH 值等）下由水和天然气组成的类似冰状的、非化学计量的、笼形结晶化合物，因其遇火即可燃烧，所以也被称为“可燃冰”。可燃冰可用化学式  $M \cdot nH_2O$  来表示，其中 M 代表水合物中的气体分子，n 为水合指数（即水分子数）。

天然气组分如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等同系物以及二氧化碳、氮、硫化氢等均可形成单种或多种水合物，但形成天然气水合物的主要气体为甲烷。对甲烷体积分数超过 99% 的天然气水合物，通常又称为“甲烷水合物”。可燃冰蕴藏着丰富的天然气，1 m<sup>3</sup> 的可燃冰可以产生 160 m<sup>3</sup>~170 m<sup>3</sup> 的天然气。

## 2 可燃冰的分布和资源量

可燃冰分布在大陆永久冻土、大陆边缘隆起处、

岛屿的斜坡地带、内陆湖深水环境和海洋，全球 99% 的可燃冰存在于海底的可燃冰稳定带之中。

全球可燃冰分布很广，约有 27% 的陆地是可以形成可燃冰的潜在地区，而在世界大洋水域中，约有 90% 的面积也属潜在区域。

可燃冰全球资源储量是常规化石能源碳总量的 2 倍。据预测，“可燃冰”储量巨大，国际上公认的全球天然气水合物资源量相当于  $21 \times 10^4$  亿 t 油当量。我国可燃冰资源主要分布在南海海域和青藏高原冻土带，南海海域预测资源量达 800 亿 t 油当量，青藏地区发现了 350 亿 t 石油当量的可燃冰，而未探明的可燃冰资源还有很多。

## 3 可燃冰的开采技术进展

可燃冰一般是固体状态的，如果温度和压力等因素发生了改变，可燃冰就会分解，从而产生天然气和水，这就给可燃冰的开采带来了非常大的难度。目前主要是通过升高温度、降低压力或者化学方法去使可燃冰分解。可燃冰的开采方法目前主要有 3 种：热激发法、化学药剂激发法和减压法。单独采用任何一种方法来开采天然气水合物都是不经济的，只有结合不同方法的优点，才能达到对水合物的有效开采。目前可燃冰开采的最大难点是如何保证井底稳定，使甲烷气不泄漏、不引发温室效应。可燃冰气藏的最终确定必须通过钻探，其难度比常规海上油气钻探要大得多，一方面是水太深，另一方面由于可燃冰遇减压，会迅速分解，极易造成井喷。

目前开展可燃冰相关研究的有将近 80 个国家或地区，其中尤以美国、日本、俄罗斯等国家为先。美国在 1998 年将可燃冰作为战略能源列入长远计划，2012 年美国康菲公司首次在阿拉斯加冻土区成功进行 CO<sub>2</sub> 置换水合物实验，2017 年 5 月在墨西哥湾进行了两次钻探研究。日本于 2013 年在其南海海槽进行了海上试采，但因出砂等技术问题失败，2017 年 4

月,日本在同一海域进行第二次试采,第一口试采井累计产气 3.5 万  $\text{m}^3$ ,5 月 15 日再次因出砂问题中止产气。韩国、印度、越南、菲律宾、印度尼西亚等国家也制定了可燃冰试采计划。

#### 4 可燃冰开采难点

可燃冰的储量绝大部分在海底,只有极少部分在陆地上(主要是冻土带),而且又是对温度和压力异常敏感的固体,所以开采非常不易,这是利用它所面临的瓶颈。这次我国之所以取得突破,就是因为把开采固体变成了开采气体,在原位通过降压,把水合物中的甲烷释放出来,直接采甲烷,同时整个过程都保持可控,没有引发海底甲烷泄漏。

开采可燃冰时,若操作不当,当其地层温度或压力发生变化时,可燃冰将由固体变成气体,致大量甲烷气体瞬间释放,引发海平面塌陷、海底滑坡、海啸等自然灾害。而甲烷温室效应是二氧化碳温室效应的 25 倍,如果甲烷气体大量泄漏,会造成强烈的温室效应,引起生态灾害。

可燃冰开采成本高,美国曾用潜艇开采海底可燃冰,成本高达 200 美元/ $\text{m}^3$ ,而 2012 年美国天然气价格仅为 0.087 美元/ $\text{m}^3$ 。就世界各国而论,具有商业价值的可燃冰可采储量数据尚未出台。

#### 5 前景及其不确定性

随着世界经济的发展,传统的能源如煤、石油、天然气等资源越来越不能满足需求。可燃冰全球总量巨大,其成分主要是  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,是一种绿色、环保且能源有效利用率高的新型能源,一旦实现对该资源进行全球性的商业开采,其对全球能源格局的影响将是颠覆性的,要比美国的“页岩气革命”大得多。

有乐观的观点认为,预计我国在 2020 年前后突破天然气水合物的开发技术,实现能够适应工业化开发规模的工艺、技术和设备完善,大约再过 10 年的提升,到 2030 年前后,实现天然气水合物的商业开发。

但也有观点认为,可燃冰属于非常规天然气的一种,也是一种化石能源,不但开采成本高,容易造成地质灾害,而且无论是开采和使用,均可大量排放二氧化碳,加速全球暖化进程。尽管可燃冰远景资源量数据巨大,但目前世界各国尚未有可采储量数据,且目前不管哪个国家,可燃冰能够开采得出来,都是处于试验阶段,离商业化还很远。此外,可燃冰的开采还面临着再生资源的排挤,全球再生能源发展十分快速,如根据 REN21(再生能源全球现况报告),2015 年全球再生能源发电占发电总量的比例已达 23.7%,考虑到成本、安全性等因素,其发展足以对可燃冰进入能源市场形成巨大的不确定性。

(上接第 68 页)

### Study on the Characteristics and Product of Coal Pyrolysis

Gu Xiaohu<sup>1,2</sup>, Zhou Wensheng<sup>1,2</sup> and Li Mao<sup>1</sup>

(1.Coking Coal Resources Development and Utilization State Key Laboratory, Pingdingshan Henan 467000, China;

2.China Pingmei Shenma Group Technical Center, Pingdingshan Henan 467000, China)

**Abstract** The pyrolysis characteristics of two coal samples in Pingdingshan diggings were studied. The effect of temperature on pyrolysis was investigated. The results showed that with the temperature increasing, the yield of coal gas and coal tar increased and semicoke yield decreased, in which the gas yield increment was big but with low yield rate, while the tar yield increment was small but always showing the growth trend.  $\text{H}_2$  and  $\text{CO}$  content of coal gas increased with the increase of temperature. The  $\text{H}_2$  increment was big while the  $\text{CO}$  increment was small.  $\text{CH}_4$  and  $\text{C}_2\text{--C}_6$  decreased with the increase of temperature. The content of  $\text{CO}_2$  was small, so it didn't have any major change along with temperature increase. The calorific value of gas decreased with the increase of temperature. The quality of coal tar of the two samples had big difference because of the coal quality difference. In the content of fraction less than  $360^\circ\text{C}$ , phenols and derivatives were mainly compounded in the coal tar of sample 1. Aromatics and derivatives were mainly compounded in the coal tar of sample 2.

**Key words** coal pyrolysis, coal gas, coal tar, semicoke, pyrolysis temperature, yield