

# 未来新能源——可燃冰

杨发文

天然气水合物是水和天然气(主要成份为甲烷)在中高压和低温条件下混合时产生的晶体物质,外貌极似冰雪,点火即可燃烧,故称为“可燃冰”,又叫“气冰”或“固体瓦斯”。它在自然界分布非常广泛,海底以下 0~1500m 深的大陆架或北极等地的永久冻土带都有可能存在,世界上有 79 个国家和地区都发现了天然气水合物气藏。

从能源的角度看,“可燃冰”可视为被高度压缩的天然气资源,每立方米能分解释放出 160~180 标准立方米的天然气。迄今为止,在世界各地的海洋及大陆地层中,已探明的“可燃冰”储量已相当于全球传统化石能源(煤、石油、天然气、油页岩等)储量的两倍以上。

## 对“可燃冰”的探究历程

人们对气水合物的探究由来已久,最早可追溯到 1810 年,英国科学家戴维在实验室中把  $\text{Cl}_2$  通入水中,在  $0^\circ\text{C}$  以上出现了“冰块”,由此人们首次认识到了气水合物这种物质。之后人们出于科学好奇,对气水合物的研究和探索再也没有停止过,他们纷纷把各种各样的气体通入水中试一试,看是否能够形成“冰块”,例如甲烷、二氧化碳等等。而随着实验条件的不断进步,人们可以在越来越苛刻的条件下进行气体和水合成的实验,像  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  这些气体就要 100 多个大气压下才能与水合成。2002 年美国科学家发现, $\text{H}_2$  在 2000 多个大气压下和一定温度条件下也能形成气水合物,由于气体分子越小,形成气水合物越难,而氢气分子是最小的,这就从理论上证明了所有气体都可以和水生成“冰块”。

“可燃冰”或者说甲烷水合物,就是作为一种科学探索的产物被科学家维纳德于 1888 年合成,此时

存”的原因。

我国系统开展纳米材料的科学研究始于 80 年代末,经过近 10 年的努力,已经做出了一批高水平、有国际影响的工作。整体水平和实力紧随美、日、德等主要西方国家之后,受到国际学术界的高度重视。然而,在激烈的国际竞争形势下,急需以现有工作为

17 卷 6 期(总 102 期)

的它并没有多大的实际意义。到了 1930 年,工程师在天然气输送管道里发现了这

种奇怪的“冰块”堵塞住了天然气的输送。随后,1934 年美国科学家汉默施密特发表了关于天然气水合物造成输气管道堵塞的有关数据,人们从负面认识到天然气水合物的工业重要性,开始了对它进行深入研究,以期在工业条件下对天然气水合物进行预报和清除,以及水合物生成阻化剂的开发和应用——这个时期,人们恨不得天然气水合物越少越好!

直到上世纪 60 年代末,在苏联科学家的帮助下,“可燃冰”终于翻了身。科学家们想,此前不论是在实验室里的,还是输气管道里的“可燃冰”,都是人为环境中产生的,那么在自然环境中,如果满足低温高压、有气有水的条件,是否有天然的“可燃冰”存在呢?况且,这种条件在自然界还真不少,例如永冻区、冻土带、海底地表层等等,就连彗星上也不能排除。由此推测,自然界中存在着天然的“可燃冰”。果真,1968 年,人们在苏联西西伯利亚北部的麦索雅哈气田(现已关闭)发现了“可燃冰”,这成为天然气水合物气藏的一个典型的实例。

现在随着对“可燃冰”在未来能源方面所扮角色的重要性的认识,人们巴不得它的储量越多越好,尽管当前技术还不能成规模开采,但是利用“可燃冰”作为第四代能源只是时间早晚问题。

## 怎样才能形成“可燃冰”

到底在什么样的条件下才能形成“可燃冰”?研

基础,以若干学科为突破目标,集中人力、物力、财力的投入,使我国在这一领域的研究水平上一个新台阶。

(陈晓亮 广东增城广州大学松田学院电子信息工程系 511370;易学华 江西吉安井冈山学院物理系 343009;邓春花 广东增城高级中学 511370)



究表明形成“可燃冰”最少要满足三方面条件:第一是温度不能太高,海底的温度是 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ,适合“可燃冰”的形成,高于 $20^{\circ}\text{C}$ 就分解;第二是压力要足够大,在 $0^{\circ}\text{C}$ 时,只需要30个大气压就可形成“可燃冰”,海深每增加10m,压强就增大1个大气压,因此海深300m就可达到30个大气压,越深压强越大,“可燃冰”就越稳定;第三是要有甲烷气源,海底古生物尸体的沉积物,被细菌分解会产生甲烷,或者是天然气在地球深处产生并不断进入地壳。在上述三个条件都具备情况下,天然气可在介质的空隙中和水生成“可燃冰”。甲烷分子被若干个水分子形成的笼型结构接纳,生成笼型固体结晶水合物,分散在海底岩层的空隙中。在常温常压下,“可燃冰”分解为甲烷和水。

最有可能形成“可燃冰”的区域一个是高纬度的冻土层。如美国的阿拉斯加、俄罗斯的西伯利亚都已发现,而且俄罗斯已开采近20年。另一个是海底大陆架斜坡。如美国和日本的近海海域,加勒比海沿岸及我国南海和东海海底均有储藏,估计我国黄海海域和青藏高原的冻土带也有储藏。二者之中,海底的“可燃冰”储量较大。

#### “可燃冰”的开采难题

天然可燃冰埋藏于海底的岩石中,和石油、天然气相比,它不易开采和运输,世界上至今还没有完美的开采方案。科学家认为,首先是开采这种水合物会给生态造成一系列严重问题。因为“可燃冰”中存在甲烷和 $\text{CO}_2$ 。甲烷是绝大多数“可燃冰”中的主要成份,同时也是一种反应快速、影响明显的温室气体。“可燃冰”中甲烷的总量大致是大气中甲烷数量的3000倍。作为短期温室气体,甲烷比 $\text{CO}_2$ 产生的温室效应要大得多。

有科学家认为,在导致全球气候变暖方面,甲烷所起的作用比 $\text{CO}_2$ 要大10~20倍。如果在开采中甲烷气体大量泄漏于大气中,造成的温室效应将更加严重。而“可燃冰”矿藏哪怕受到很小的破坏,足以导致甲烷气的大量散失,而这种气体进入大气,无疑会增加温室效应,进而使地球升温更快。

同时,陆缘海边的“可燃冰”开采起来十分困难,至今尚没有非常成熟的勘探和开发的技术,一旦出现了井喷事故,就会造成海水汽化,发生海啸。此外,“可燃冰”也可能是引起地质灾害的主要因素之一。

由于“可燃冰”经常作为沉积物的胶结物存在,它对沉积物的强度起着关键的作用。“可燃冰”的形成和分解能够影响沉积物的强度,进而诱发海底滑坡等地质灾害的发生。例如导致大陆架斜坡上发生滑坡,这对各种海底设施是一种极大的威胁。由此可见,“可燃冰”作为未来新能源的同时也是一种危险的能源。“可燃冰”的开发利用就像一柄“双刃剑”,需要加以小心对待。

目前,“可燃冰”的开采方法主要有热激化法、减压法和注入剂法三种。开采最大的难点是保证井底稳定,使甲烷不泄漏、不引发温室效应。针对这些问题,日本提出了“分子控制”的开采方案。“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。

日益增多的成果表明,由自然或人为因素所引起的温压变化,均可使水合物分解,造成海底滑坡、生物灭亡和气候变暖等环境灾害。因而研究天然气水合物的钻采方法已迫在眉睫,尽快开展“可燃冰”分解、合成方法和钻采方法的研究工作刻不容缓。

#### 中国的“可燃冰”资源前景

2000年在我国南海、东海等海域发现了大量“可燃冰”资源,初步估计其资源量相当于我国陆地石油天然气资源的一半。而在2002年,中国地质调查局组织有关单位在我国南海海域某区首次开展天然气水合物资源调查工作中发现:在采集的高分辨率多道地震剖面上,初步鉴别出在400多千米地震剖面上,面积为8000多平方千米的区域上存在有“可燃冰”气藏的显示标志,显示出了巨大的资源前景。另外,在我国的东海陆坡海域也有类似重大发现。

鉴于此,从中科院能源所前不久举办的气体水合物(可燃冰)国际研讨会上传来消息:我国准备在未来10年,投入8.1亿元对“可燃冰”的资源量进行勘测。虽然同时有专家称,世界其他国家早在上世纪70年代就开始了可燃冰的利用和开采技术研究,而我国直到1990年才开始,在该项研究上,我国与国外相比至少晚了20年。但毕竟我国已经开始奋力追赶。

(江苏省高邮市扬州教育学院高邮校区 225600)