人民日报海外版
2018年7月25日 星期三
责编：张保淑 邮箱：beijing2008@people.cn

2017年，中国在南海北部神狐海域进行的首次可燃冰试采并获得圆满成功。图为试采现场 新华社发

改革开放40周年科技系列报道之能源篇⑨

中国加速迈向“可燃冰时代”

本报记者 **张保淑**

这是一种特殊的冰，虽然温度很低，但是一遇到火种便会熊熊燃烧，形成“冰火交融”的自然奇观。这种冰有自己独特的形成条件和储藏位置，或埋藏于陆上永久冻土层中，或深潜于深达千米的海底。它就是天然气水合物，俗称“可燃冰”。

在人类的能源体系中，可燃冰可谓是既古老又年轻的种类。“古老”在于其形成的地质年代久远，“年轻”在于人类对其发现和研究时间较晚，而商业开发与利用甚至还没有开始，它因此被称为“未来能源”。

由于中国的相关研究起步时间更晚，可燃冰在中国显得更“年轻”，然而，在改革开放的浪潮中，中国科技工作者以只争朝夕、时不我待的精神，深入钻研可燃冰勘探与开发技术，取得丰硕成果。不仅摸清了本国陆域和海域可燃冰蕴藏家底，而且在全球率先成功进行了可燃冰试开采，并着手规划商业试开采和商业开采与大规模开发利用，积极推动本国能源变革，加速向“可燃冰时代”迈进。

未来能源潜力巨大

可燃冰以固态等形式赋存于海底沉积物或陆上冻土区岩石的裂隙、孔隙中，具有燃烧值高、污染小、储量大等特点，被各国视为未来石油、天然气的战略性替代能源。

针对可燃冰的上述特点，国土资源部天然气水合物重点实验室总工程师刘昌岭研究员介绍说，可燃冰在标准状况下，1立方米可燃冰可释放出164立方米天然气和0.8立方米的水，能量密度是天然气的2-5倍、是煤的10倍。单位体积的可燃冰燃烧能发出的热量远远大于煤、石油和天然气，而且燃烧后几乎不会产生污染气体，因此它被公认为是一种清洁的能源。

19世纪，科学家在实验室合成出可燃冰。20世纪30年代，工程师在天然气输气管道里发现时常造成堵塞的冰块就是可燃冰。苏联科学家根据人为环境中可燃冰产生的条件作出推测：如果满足低温高压、有气有水的条件，也可能有天然的可燃冰存在。

20世纪60年代，上述推测被证实，可燃冰矿藏在西西伯利亚冻土地区麦索雅哈气田被发现。美国从20世纪80年代初制定了10年可燃冰研究计划，并于1988年起将其列入国家能源战略长远计划。日本自20世纪70年代末在南海海槽发现似海底反射层后，加大日本周边海域可燃冰的探测力度，80 年代末钻探获得可燃冰样品。

中国石油华北油田公司高级工程师付亚荣介绍说，目前，美国、俄罗斯、加拿大、荷兰、日本、印度等国已对可燃冰进行了广泛的勘探，其目标和范围含盖了几乎所有的海洋陆缘重要潜在区域和高纬度极地永久冻土带及南极大陆陆缘地区。勘探表明，可燃冰存在于西太平洋海域的白令海、鄂霍茨克海、千岛海沟、冲绳海槽、日本南海海槽、南海海槽等广泛区域，甚至探明北极地区有大量正在形成的可燃冰。

就储量而言，可燃冰非常丰富，约是剩余天然气储量的128 倍，其有机碳总资源量相当于全球已知煤、石油和天然气碳含量的2倍。仅海底探查到的可燃冰分布量，就可供人类使用1000年。

值得一提的是一些国家在可燃冰开采方面进行了尝试和实践。在西西伯利亚麦索雅哈气田，苏联在上个世纪70年代进行了人类历史上首次商业化开发陆域可燃冰矿体，断断续续开采了17年。

首个实现海域可燃冰抽取的是日本。上世纪末，日本投入巨资在重点海域进行地球物理调查和实验钻探，获得了海域可燃冰样品，首次掌握利用地震探测和物理探测抽取可燃冰的技术。2013年3月，日本采用井下电潜泵排液采气和井下电加热等技术，实现全球首次试采海域可燃冰，但后来遭遇泥沙阻塞钻井通道而中止。4年后，日本进行了第二次试采，遭遇相同状况。

20载从空白到前沿

中国科学家对可燃冰的研究相对较晚。1985年，时任地质矿产部广州海洋地质调查局总工程师的金庆焕在《海洋油气勘探概况及石油地质学动向》中提到“可燃冰”。他指出，全球13%陆地冻土带的可燃冰和比陆地冻土带多100倍的海域可燃冰将是人类未来的重要能源。这是这个概念第一次在国内出现。1990，中国科学院兰州冰川冻土研究所与莫斯科大学开展人工合成可燃冰实验，采用甲烷和蒸馏水在室内合成了可燃冰，外观、挥发性和可燃性等与自然界取得的可燃冰样品具有完全相同特点。1992年，国内翻译出版了系统介绍可燃冰的早期文献《国外天然气水合物研究进展》，中国地质科学研究院矿床地质研究吴必豪研究员等完成了对可燃冰技术追踪、收集资料和初步研究工作。1995—1997年，中科院矿床所与中国地质矿产信息研究院合作完成了“西太平洋天然气水合物找矿前景与方法的调研”课题，认为西太平洋边缘海域包括中国东海和南海具备可燃冰的成藏条件和找矿前景。

付亚荣指出，在上述早期科研信息搜集和研究基础上，中国从1999年启动了可燃冰实质性调查与研究，并取得了一系列重大突破。2000 年，广州海洋地质调查局在南海海底发现了总量估计相当于全国石油总量一半的巨大可燃冰带，迅速从海底取出了样品。2002年正式启动为期10年的对中国海域可燃冰资源调查与研究专项，陆续在南海北部陆坡区的西沙海槽、神狐、东沙及琼东南4个海域，进行了25 个航次的可燃冰资源调查与评价，发现了南海北部陆坡可燃冰有利区，评价了南海北部陆坡可燃冰资源潜力，确定了东沙、神狐两个可燃冰重点目标，证实了中国南海存在可燃冰资源。

2007年，中国首个可燃冰钻探航次在南海神狐海域珠江口盆地进行，成功获得可燃冰样品，标志着中国可燃冰调查研究水平步入世界先进行列，成为继美国、日本、印度之后第4个通过国家级研发计划获得可燃冰实物样品的国家。第二年，中国陆域可燃冰调查获得重大进展，在海拔近4100米的青海省天峻县木里镇祁连山南缘永久冻土带首次发现并检测出可燃冰，成为世界上首个在中低纬度冻土层发现可燃冰的国家。2013年，广州海洋地质调查局在台西南盆地钻获了在中国海洋可燃冰钻探史上具有里程碑意义的渗漏型和扩散型实物样品，为后续试开采准备了必要条件。

2017年可谓“中国可燃冰收获年“，经过20年研究和技术积累，中国在南海北部神狐海域进行的首次可燃冰试采获得圆满成功。3月28日，在万众瞩目之下，可燃冰试采正式开钻，仅1个多月后，5月10日便点火成功。到5月18日，试采连续稳定产气8天，累计产气量超12万立方米，平均日产超1.6万立方米，超额完成“日产万方，连续产气一周”的预定目标，取得圆满成功。

截至2017年7月9日，试采连续稳产60天，累计产气量超30万立方米，超额完成预期目标，主动实施关井，创造了连续产气时长和产气总量两项世界纪录。这是中国首次、也是世界首次成功实现对资源量占全球90%以上、开发难度最大的泥质粉砂型天然气水合物试采，标志着中国取得了天然气水合物勘查开发理论、技术、工程、装备的自主创新，实现了历史性突破。试采成功为推动天然气水合物产业化迈出了关键的一步，对保障国家能源安全、推动绿色发展、建设海洋强国具有重要而深远的意义。

试商采剑指2020

“海域天然气水合物试采成功只是万里长征迈出的关键一步，后续任务依然艰巨繁重。”正如中共中央、国务院对海域可燃冰试采成功的贺电所指出的那样，虽然经过长期不懈努力，中国取得了天然气水合物勘查开发理论、技术、工程、装备的自主创新，实现了历史性突破，但是距离可燃冰商业开发和大规模利用还有很长很长的路要走，唯有一如既往地以只争朝夕的精神，持之以恒的艰苦奋斗才能把这种“未来能源”变为“现实能源”。

海域可燃冰试采初战告捷之后，中国加快了推动可燃冰向商业化开发方向挺进的步伐。2017年11月，根据矿产资源法实施细则有关规定，天然气水合物即可燃冰被列为新矿种。此举有利于加快可燃冰资源开发利用步伐，促进勘查开发投资主体多元化，促进天然气水合物勘查开采科技创新。据当时的国土资源部矿产资源储量司司长鞠建华介绍，确立可燃冰为新矿种，将更有利于协调利益关系，带动相关产业发展，拉动钻采装备制造、管网建设、工程施工、液化天然气船、非常规天然气勘探开发特种技术及装备制造，形成上游勘探开发、中游运输储备、下游综合利用的完整产业链。

中国在可燃冰领域的发展历程昭示，坚持科技先导，着力推动科技进步是跨越式发展，实现迎头赶上的必由之路，在通往商业化开采的过程中，也是如此。2017年底，经科技部批准建设，依托中国海油旗下中海油研究总院有限责任公司，整合国内科研力量，组建天然气水合物国家重点实验室。作为可燃冰科研和开发的国家队，中海油先后承担了国家“863”“973”等重点研发计划等，已初步明确了资源勘探、开采技术、风险防控和流动保障等4大研究方向，其参与组建重点实验室标志着中国天然气水合物工作进入一个全新的发展阶段。

与此同时，由中国地质调查局广州海洋地质调查局建设的深海科技创新中心正式选址广州南沙龙穴岛东北部，海域天然气水合物（可燃冰）勘查试采开展一系列海洋地质工作是该创新中心的重中之重。根据规划，创新中心将建设可燃冰科研工作基地、岩心库等关键设施，目前，工作基地和码头项目前期工作正在抓紧推进，预计2021年建成。

千帆竞渡，百舸争流。在当今能源科技快速发展的背景下，可燃冰作为一种潜力巨大的清洁能源，其商业化开发利用是很多国家的战略需求和孜孜以求的奋斗目标。付亚荣指出，急于寻求能源突破的日本计划在2018 年开发出成熟的可燃冰开采技术，进而实现商业化生产。中国在《国土资源“十三五”科技创新发展规划》中也明确提出，到2020年攻克海域天然气水合物试采关键技术，实现商业化试采。而要实现这一目标，早日催生“中国的可燃冰时代”，中国科学家和能源产业界必须拿出更顽强的拼搏精神。

旋转超600亿次/分钟

世界最快转子面世

据新华社华盛顿电（记者**周舟**）美国和中国两国科研人员日前联合造出世界上最快的转子，每分钟可旋转超过600亿次。这一研究成果发表在新一期美国权威学术期刊《物理评论快报》上。

美国普渡大学研究团队与中国北京大学、清华大学以及量子物质科学协同创新中心合作，使用硅材料合成了一种形似“哑铃”的转子，长320纳米，宽170纳米。

科研人员使用激光让“哑铃”悬浮于高度真空中，当开启环形激光时，“哑铃”会旋转，成为转子；开启线性激光时，“哑铃”则会振动，可用于测量微小的力和扭矩。

科研人员说，观察转子的快速旋转，可以研究真空摩擦和重力。类似设备此前用于测量引力常数和地球密度等，新设备有望应用于量子力学和真空特性的研究。

室内空气自然生态AI造

本报电（记者**李有军**）近日，记者在天津召开的“室内环境生态再造技术推介会”上获悉，一项结合当今空气洁净技术与人工智能的国内首个室内空气自然生态再造系统在天津研发成功，相关产品预计很快面世。

伴随着国内室外空气治理取得较好的效果，净化器市场的普及技术方向再次转向对室内污染源的净化，新的净化技术将逐步成为企业需要重点关注的方向，尤其是融入人工智能技术的室内空气自然生态再造系统，正成为一些科技前沿企业的研发目标。

由深呼吸创造智能科技（天津）有限公司（简称TDB）研发的该项新技术（自然生态系统），通过与瑞士苏黎世联邦理工大学和伯尔尼应用学院的战略合作，将空气洁净技术和人工智能生态再造技术进行转化和应用。该系统除具备室内环境监测和数据采集的功能外，还将环境中人员数量、性别、呼吸状态和生活习惯等体征进行分析，智能优化自身的运转系统。

位于天津港保税区临港工业园区的深呼吸创造智能科技（天津）有限公司，是国内知名的绿色制造和智能装备制造企业之一。作为国内首批获得生态环境部环境认证中心空气净化行业“十环认证”的企业，深呼吸创造智能科技公司旨在通过高科技新系统的研发与应用，为国内大数据和大健康智能产业发展助力。

目前，TDB正积极配合中国房地产业协会和清华大学建筑环境检测中心，制定中国“室内空气质量健康评价标准体系”的标准。TDB董事长刘文杰先生表示，伴随国家大健康、大数据产业的蓬勃发展，市场中势必需要专享专业、智能数据作为支撑，以更好地服务于室内空气洁净系统升级。

宁夏推进“互联网+教育”

据新华社电（记者**艾福梅、温竞华**）记者从宁夏回族自治区教育厅获悉，教育部近日批复同意宁夏组织开展“互联网+教育”示范试点建设，宁夏将完善实施方案，落实配套政策等相关支持保障条件，加快推进示范省（区）建设工作。

近年来，宁夏大力推动教育均衡发展，教育信息化各项工作成效明显。目前，“宽带网络校校通”全面完成，各级各类学校都以不同方式接入网络，完成了教学点卫星数字资源全覆盖，全区中小学80%的教学班配备了多媒体教学设备。“网络学习空间人人通”开通率大幅提升，职业教育教师和学生100%开通了个人学习空间，基础教育86%的教师、60%的学生开通了个人学习空间。教育信息化试点示范作用明显，累计建成77所教育信息化应用示范学校。建成了全国第一个从省级层面为各级各类教育、社会公众服务的宁夏教育云平台，2015年10月上线以来，已提供教育资源1800多万件，开展网络教研活动200多次，覆盖教师3万多人。

宁夏回族自治区教育厅厅长李秋玲说，下一步，宁夏将在区内不同学段、不同地区建设示范学校，以点带面带动全区“互联网+教育”发展。

科普让假日更缤纷多彩

近日，由河北邯郸市科技部门组织开展的“科普夏令营”主题活动启幕。学生走进当地科技中心、创客空间等地，零距离感受体验前沿科技产品，丰富暑期生活。

图为学生在当地的一家科技馆内体验操作机器人。

本报记者 **史自强**摄