

页岩气革命来临

化学家尝试将其变为现代生活所需的诸多成分

当“无畏号”在挪威弗里耶尔峡湾蓝宝石色的海面上缓缓航行时，陪护的拖船向天空喷射着水流，以“通报”它的到来。在甲板下的巨大低温贮罐中运载了 27500 立方米液态乙烷——足以填满 11 个奥运会游泳池。“无畏号”还带来了一条信息，那就是其船身一侧涂着的巨大写字母——“页岩气会带来革命”。

“无畏号”在 2016 年 3 月的到来实现了页岩气从美国到欧洲的首次船舶运输，并且标志着一个新兴商业领域的开启。在此之后，更多的长达 180 米的巨型船只陆续起航，在大西洋上形成了运输乙烷的“虚拟管道”。这种通过对页岩沉积物进行水力压裂并从地下抽取的气体，并不是为了向发电站或家用炉灶提供燃料。相反，它将被转换成制造包括塑料、衣服、黏合剂和药物在内的诸多产品所需的化学基本成分。

“无畏号”的航行充分证明了美国的页岩气正在以非常低廉的价格重塑化学行业并且改变着无数制造品的来源。几十年来，这个行业的原材料主要来自原油。化工厂将原油中的长碳氢化合物分子分解，以产生各种较小分子的“大杂烩”，比如乙烯、丙烯和苯。而它们都是聚合物的重要原料。

然而，主要由甲烷、乙烷和丙烷构成的页岩气正在改变这一路径。它的储量是如此的丰富，以至于将这些分子的成本大大降低。其中一些正在取代大的碳氢化合物，成为工业合成首选的原材料。

乙烷革命

尽管乙烷只占页岩气的一小部分，但迄今为止它对化学工业产生了最大影响。这是因为化学家能很容易地利用它生产乙烯。乙烯被用于制造各种聚乙烯，并且是诸如聚氯乙烯、聚苯乙烯等其他塑料的前体。全世界对这些塑料的需求是如此“贪婪”，以至于化学工业每年生产约 1.5 亿吨乙烯——远超任何一种化学原料。

化学工业的大多数过程要用到催化剂。不过，乙烯可通过蒸汽裂解乙烷或较大碳氢化合物被轻松生产出来。上世纪 20 年代首次提出的蒸汽裂解法是一个简单但耗费大量能源的过程。它只需要一些水和 850℃ 的温度。“你要做的基本上就是给它加热。”总部位于纽约的 IHS Markit 公司行业分析师 Jeffrey Plotkin 介绍说，“整个流程的核心是一个巨大的炉子。所有化学反应都在这里面进行。”

利用页岩气生产乙烷行业的繁荣，驱动化学工业投资近 450 亿美元用于扩大蒸汽裂解能力。不过，向这种原料的转变也带来了一件令人头疼的事情。当蒸汽裂解装置被填充上来自原油的长碳氢化合物的混合物时，它们会产生大量有用的副产品。然而，当它们利用乙烷作为原料时，产物几乎全部是乙烯。“因此，其他化工原料就会短缺。”Weckhuysen 表示。

其中一种原料是丙烯。它是化学工业仅次于乙烯的第二种最重要的产品。丙烯被转变成聚丙烯——一种被用于包装和纺织业的塑料，以及诸如丙烯酸等其他聚合物成分。不过，一项估测显示，美国蒸汽裂解装置产生的丙烯在 2005~2014 年下降了近一半，尽管全球需求不断

2016 年 9 月，运载着美国页岩气的“无畏号”正在靠近苏格兰港口。

图片来源: Jeff J Mitchell



上升。

为对抗这种短缺，化学工业正在寻找其他方法生产丙烯。其中一条主流路线从页岩气组分——丙烷开始。加热和催化剂的结合可将两个氢原子移除，从而将丙烷转变成丙烯。

甲烷的问题

费-托法 (FT) 利用钴或者铁催化剂以及热量产生碳原子拓扑链产物。FT 由德国科学家在上世纪 20 年代提出，被用于制造石油和其他一系列来自煤的合成气为原料产生的碳氢化合物。

通常，和提炼石油相比，利用这种方法产生运输燃料的成本相对较高。全球仅有 6 座大型 FT 工厂，并且只是因为得益于其邻近大型煤矿或者天然气田以及自身令人难以置信的规模才有经济价值。全球最大的 FT 工厂位于卡塔尔，光建造成本便高达 190 亿美元，同时每天要消耗 4500 万立方米甲烷——相当于比利时的天然气消耗量。

不过，页岩气行业的繁荣促使化学工程师重新审视 FT 过程。由于页岩气并通常无法产生足够的天然气来支撑传统的 FT 工厂，因此研究团队和公司开发了能处理适量气体流动的较小反应炉。其中一家工厂是位于得克萨斯州休斯敦的 Velocys 公司。它开发出可将合成气转变成诸如石脑油、柴油、蜡等物质的 5 米长反应炉。该公司的反应炉技术被用在位于俄克拉何马市的美国首座商用微型 FT 工厂中。这座由 ENVIA 能源公司所属的工厂在今年年初开始生产。

对于 FT 过程来说，温度控制是一大挑战：反应在约 180℃ 下进行，随后会产生大量热量。如果未得到准确控制，反应便会失控，从而将碳原子转变成无用的油烟。为解决这一问题，Velocys 公司的反应炉含有一层填满了催化剂或者水的波纹状通道。这使得反应在 200℃ 下稳定进行，因此反应炉可在没有失控反应风险的情况下高效利用催化剂。“它能让你在一个很小的空间内进行很多反应。”Velocys 公司商务拓展总监 Neville Hargreaves 表示。

更加绿色的气体

页岩气行业的繁荣被认为促成了美国化学工业的再次复兴。该国化学工业在化工厂和其他基础设施以及研发上投入巨资。对页岩气开采利用技术升级换代的巨大兴趣造就了学术界和产业界之间的多项重要合作。

将实验室成果转化成为商业产品是一项持续性的挑战，尽管向开发小型、模块化反应炉转变

的趋势正在让这一挑战变得没有那么艰巨。化学工业以保守著称：如果一个过程在实验室里成功了但在工业规模上失败，数吨催化剂可能被浪费，同时工厂会被关停数月。“工业界不会冒这种风险，除非它们确定某个过程是行得通的。”Weckhuysen 表示。

尽管存在诸多挑战，Weckhuysen 仍对页岩气升级将产生巨大影响持乐观态度——不仅对化学工业的流程，还会对环境足迹带来影响。Velocys 公司发现，一些正在开发的以页岩气为原料的反应炉技术通过改造，可利用生物原料，比如来自垃圾填埋场的甲烷。与此同时，转向页岩气产生的一些化合物的短缺，会推动化学工业转变生产方式，比如利用作物生产乙醇或者利用木材生产木质素。这一切已然发生。例如，2013 年，法国轮胎制造商米其林和合作者启动一项耗资 5200 万欧元的项目，生产来自生物乙醇的丁二烯。

不过就目前来说，美国的页岩气甲烷还在源源不断地进入世界各地。更多的化学公司正在用船将页岩气运送到位于欧洲、巴西和印度的目的地。一项估测显示，到 2022 年，每年将有约 800 万吨乙烷流经这些虚拟管道。它们将把这场美国化学工业正在经历的革命带至全球其他地方——既带来了挑战，也创造了机遇。

(宗华编译)

人人争当“蜘蛛侠”

初创公司利用蜘蛛丝制造服装和医疗设备



Spiber 公司希望,这些合成丝能被纺成防寒大衣和座椅面料。

图片来源:KIYOSHI OTA

表示。

然而，很多生物技术和研究观察者对大规模生产蜘蛛丝绳子和纤维的前景持谨慎态度。“目前，该领域尚未进展到这一步。”美国自然历史博物馆蜘蛛丝基因学家 Cheryl Hayashi 认为，“我们仍无法在商店的货架上看到这些东西。”人们的梦想是仿制蜘蛛吐出来的 7 种丝中最强韧的那种：能让蜘蛛悬挂在网上并且含有 7

种蛛丝蛋白的牵引蛛丝。这些蛋白分子很大——每个最大有 600 千道尔顿 (kDa)，几乎是普通人类蛋白大小的两倍。这使其很难在经过基因改造的生物体内生产出来。公司大多选择生产 50 到 200 kDa 的版本，因为它们更容易被表达。这些较小的蛋白产生的丝通常没有那么强韧和灵活。“从某个方面来说，随着蛋白变小，机械性能便会丧失。”犹他州立大学化学家

科学线人

全球科技政策新闻与解析

美“科学进军”面临“成长的烦恼”



4 月 22 日在美国举行的科学进军集会。
图片来源: Aaron P. Bernstein

引发全球“科学运动”的美国团体“科学进军”，正面临着人们对其管理实践的指责，该组织正申请非营利机构的身份，并表示将继续“推进科学及其在公共生活中的角色”。

近日，一群现任和前任志愿者发布了一封公开信，声称该团体是神秘的，对志愿者的关注点毫不关心，也不愿意与世界各地的附属“卫星”团体组织者分享权利或信息。这些志愿者还指出，该组织排斥和摒弃了经验丰富的活动人士，这些人希望这场科学运动也关注科学与种族主义、性别歧视和其他形式歧视的相互影响。

在一份声明中，“科学进军”称其对“具体的反馈和建议”表示欢迎。但是志愿者们已经离开了这个组织，而且至少有一个主要的“卫星”团体已经与它切断了联系。

公开信的作者之一、“科学进军”联络部前主任 Aaron Huertas 则提到，该组织正在以一种等级制度的方式行事，而不是许多志愿者所希望的草根运动。而且，该组织缺乏透明度。Huertas 说：“透明度可以防止被边缘化的人的劳动被低估或抛弃。”

Huertas 等人还指出，该组织没有公布详细的财务账目，包括在 2 月 1 日至 4 月 30 日期间筹集的 130 万美元。而且，他们对“科学进军”要求一些志愿者和董事会成员签署保密协议感到不满。

此外，在没有发布岗位工作招聘广告的前提下，“科学进军”就认命最初的联合主席 Caroline Weinberg 暂代负责人一职。

而 Weinberg 表示，董事会在 8 月聘请她担任临时执行理事，年薪为 6.7 万美元，没有任何福利。她还补充说，“‘科学进军’将在不久后或明年初公布更详细的财务信息。”

“我们被指控中饱私囊，这非常令人反感。我很遗憾地看到，针对女性领导的这种指责，使我们的工作和承诺失去了价值。”Weinberg 说。

(唐一尘)

专家建议撤销瑞典外科医生 6 篇论文



Paolo Macchiarini 图片来源:Lars Granstrand

近日，瑞典国家科学诚信委员会研究不端行为外部专家调查组建议，外科医生 Paolo Macchiarini 的 6 篇论文应当被撤回。这些论文描述了研究者利用患者自身干细胞培养人造气管，并获临床试验成功。但这些论文中涉及的 3 位患者均死于植入物引起的并发症。

新报告重申了 2015 年由 Macchiarini 当时的雇主瑞典卡罗林斯卡医学院 (KI) 委托进行的论文调查得出的结论。2015 年的调查指出 Macchiarini 和合作者都存在科学不端行为，但在 Macchiarini 提供了额外信息后，KI 驳回了这份报告，然后延长了 Macchiarini 的合同。

数月后，电视纪录片和随后的媒体关注揭示了接受人工器官移植的首位患者以及该技术相关动物实验的新信息，并质疑了 Macchiarini 的学术诚信。最后，Macchiarini 被解雇，甚至负责相关调查的 KI 副校长 Anders Hamsten 也宣布辞职。但这些问题论文却一直没有被撤回。

KI 邀请瑞典中央伦理审查委员会外部专家组对这 6 篇论文进行审核。乌普萨拉大学外科教授 Martin Björck 等人表示，这些论文描述的患者病情“比实际情况要好得多”。其中一篇文章还声称，该手术已经得到了道德委员会的批准，但实际并没有。

专家小组在近日发布的声明中总结道，误导性描述和缺乏伦理认可构成了严重的学术不当行为，论文应被撤回。但报告没有直接评论该大学早些时候对此事的处理方式，只是简单地说，之前的审查是“艰苦、彻底和分析性的”。

该小组的结论是，Macchiarini 与所有合著者都应对不当行为负责。尽管后来一些合著者成了告密者，把论文的问题公之于众，但他们之前却将自己的名字添加到包含虚假描述的论文中。KI 副校长 Ole Petter Ottersen 稍后将发表针对该报告的意见。

(张章)