编者按

能源，是人类赖以生存的物质基础，更是一个国家强盛的动力和安全的基石。当前，能源问题已成为世界各国共同关注的话题，加快构建清洁、高效、安全、可持续的能源新体系，对我国抢占新一轮能源革命战略制高点、保障国家长远利益至关重要。

值此新中国成立 70 周年之际，伴随着共和国脚步一同前行的中国科学院大连化学物理研究所（以下简称大连化物所）近日举行了以“融合、创新、发展”为主题的发展战略研讨会，近百位能源化工领域专家学者和企业界代表聚焦变革性能源科技创新与产业发展，探讨未来能源发展所面临的挑战和机遇，分享洁净能源领域的技术创新和融合发展的实践经验，为能源新体系建设出谋划策。

融合 创新 发展：中国能源变局的挑战与机遇

刘中民
中国工程院院士、大连化物所所长

科技创新助力国家能源新体系构建

回顾世界能源发展态势，每一次工业革命都伴随着一次能源革命，第四次能源革命是什么？我们正在期待着。毫无疑问的是，清洁化是一大趋势。

近年来，我国能源产业快速发展，但“富煤、贫油、少气”的资源禀赋特点使我国长期以来形成了以化石能源为主的能源消费结构，由此带来了生态环境破坏和能源资源瓶颈等问题。

我国能源安全面临挑战，石油和天然气对外依存度不断攀升，其供给受严重制约。此外，我国能源进口通道安全强烈依赖地缘政治，受到地区政治不稳定因素的影响，我国油气资源进口面临着严重的威胁。

与此同时，生态环境压力也在加大。一方面，大范围、高强度的雾霾天气倒逼能源转型。另一方面，二氧化碳排放量大，减排任务艰巨。我国在《巴黎协定》中承诺 2030 年单位 GDP 的二氧化碳排量比 2005 年下降 60%—65%。

我国现有能源体系各分系统相对独立，且存在结构性矛盾，各分系统之间难以“合并同类项”。当前，系统间的发展不协调性日益凸显，整体效率不高。这其中有历史和政策的原因，但根本原因在于缺乏联系各能源分系统的关键技术。

习近平总书记高度重视我国能源发展与改革工作，鲜明提出推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命和全方位加强国际合作等重大战略思想，为我国能源改革发展进一步指明了方向。

我国能源革命的战略目标是，通过能源技术革命促进能源革命，构建我国能源新体系。

中国科学院作为国家战略科技力量，我们理所当然要思考：在构建国家能源新体系过程中发挥怎样的作用？如何解决问题？

我们建议从能源系统顶层设计角度出发，以能源技术创新为引领，以化石能源清洁高效利用与耦合替代、清洁能源多能互补与规模应用、低碳化多能战略融合与区域示范为 3 条主线，逐步构建清洁低碳、安全高效的国家能源新体系。

主线一：鼓励发展以煤炭为代表的化石能源清洁高效利用与耦合替代技术，保障能源安全。重点布局合成气和甲醇下游及耦合转化利用、高效清洁燃烧、能源废弃物多产业协同利用、煤炭分级分质转化等科技任务。

主线二：发展清洁能源多能互补与规模应用技术。清洁能源的产生及利用方式强烈地依赖地域与自然环境，需要结合区域智能能源网络的构建及新兴产业的发展统筹考虑。重点布局太阳能风能多能互补能源系统、生物质能源清洁转化与规模利用、海洋可再生能源高效规模化利用和大规模储能等，其中，储能和氢的产生及利用是重要的能源互联平台。

主线三：创新驱动低碳化多能战略融合与区域示范。重点布局氢能与燃料电池、核能非电综合利用、“液态阳光”以及多能融合区域示范关键技术体系等，探索构建以市场为导向的清洁低碳、安全高效的能源供应和消费体系。

在国家能源新体系发展过程中，需要建立创新链、产业链、资金链、政策链相互交织、相互支撑的全链条创新体系。能源领域是多学科交叉、技术集成度高、系统性较强的学科领域，能源领域科技创新具有前瞻性、颠覆性、风险大、长期性等特点。我们建议从国家层面加速推进洁净能源领域国家实验室的建设，这对推动我国能源科技进步、提升能源领域国际影响力、构建“清洁低碳、安全高效”的能源体系具有重要意义。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

李灿
中国科学院院士

太阳燃料将缓解我国能源安全问题

化石资源是宝贵的材料资源，我们正在过度消费子孙的财富。与此同时，过度利用化石资源造成了严峻的环境生态问题。发展清洁能源是人类实现生态文明的必由之路。

太阳能是其他可再生能源的源头，风能、水能和生物质能均源于太阳能。太阳能丰富、清洁，可再生、潜力巨大，它在地球上的量也足以保障全世界人类未来发展的需要。

太阳能的科学转化和利用主要包括太阳能发电和太阳燃料合成。太阳能发电可满足固定能源需求，光伏、光热发电、风电已大规模商业化应用。目前我国是生产和装配光伏组件最多的国家，对世界可再生能源的发展已经做出巨大的贡献。

如今，我们更加关心的是，太阳能如何转化成和化石能源一样的燃料？这相当于把太阳能集中储存起来以满足移动能源的需求，是一个实现低碳和无碳燃料的过程，也是从自然光合作用到人工光合成的一个过程，属于化学与物理、生物、材料科学交叉的前沿科学领域。

太阳燃料，也称液态阳光，其本质就是利用太阳能等可再生能源将水和二氧化碳转化为燃料，不但不排放、而且减排二氧化碳，这是人类追求的生态文明的最高境界。

从化石燃料到太阳燃料，是能源发展中真正意义的变革性跨越。但在科学上却也面临变革难题：化石燃料合成和转化过程多涉及热力学下坡反应和热催化过程，多侧重在碳资源（煤、石油、天然气等）的转化和化学反应，作为能源资源的化石燃料无法摆脱二氧化碳排放等环境生态问题。

而太阳燃料合成所涉及的是热力学爬坡反应，需要光、电催化的科学基础，其转化的资源是水、二氧化碳和太阳能为代表的可再生能源。它道法自然，回归生态平衡，环境绿色友好。在中国西部正在进行的千吨级太阳燃料合成工业化示范工程，就是基于我们发展的分解水制氢技术和二氧化碳加氢合成甲醇的技术。

太阳燃料合成的主要途径有光催化、光热催化、光电催化以及电催化。太阳燃料合成是一个化学储能的过程，可以将分散的太阳能收集、长期储存。太阳能转化为化学能的意义重大，一方面可将太阳能作为燃料使用，更重要的是这是一个新的储能策略，可解决可再生能源的间歇性问题，以及用户使用能源的随机性问题。

另外，将太阳能等可再生能源储存为太阳燃料（甲醇燃料），既能长期储存，随时可以使用，又易于安全运输，且是氢能载体，可作为燃料电池氢源，有利于解决氢能经济中“制、储、运、加”的安全性问题。

基于太阳燃料的合成技术，我们提出了太阳燃料加氢站或称液态阳光加氢站的策略，其优势很明显：可解决高压加氢站安全问题，实现油、醇、氢共站，减少二氧化碳排放，实现燃料电池全生命周期绿色清洁的目标，还可以扩展为其他化学储氢路线，适合在社区和现行加油站建设等。该技术被认为是最有发展前景的加氢站技术，建议尽快在可再生能源供给体系中进行布局。

我国可再生能源资源禀赋条件优越，完全可以通过大力发展可再生能源解决能源和生态环境问题，特别是通过太阳燃料的策略，发展甲醇经济、氢能经济。实现二氧化碳减排和二氧化碳的碳资源化，技术和经济上均是可行的。可研报告表明，如果可再生能源发电的价格为每千瓦时 0.2 元，太阳燃料甲醇和煤化工甲醇的价格持平，若采用弃电（弃光、弃风）制甲醇，则太阳燃料甲醇的成本优势更大。

总之，可再生能源逐步替代化石能源已成为必然趋势，太阳液态燃料是其中的重要途径之一，将在人类社会生态文明建设的发展中发挥越来越重要的作用。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

何鸣元
中国科学院院士

二氧化碳是人类必须善加利用的资源

在能源转型时代，纵观我国整个能源的布局，包括化石能源、非化石能源和可再生能源。尽管可再生能源是我们向往的，技术也日趋成熟，但在能源需求的总量中所占的比例会有一定的局限。

在可预见的未来，化石能源在能源结构中仍将占主导地位。

我国 70%的石油依赖进口，这严重威胁我国能源安全。因此，根据我国“富煤、少油、贫气”的能源结构特点，用好现有化石资源，做到清洁利用不但十分重要，而且势在必行。

化石能源是指以石油、天然气、煤为代表的含碳能源。在化石资源加工转化成燃料和化学品、燃料利用过程中产生二氧化碳。然而，二氧化碳排放量的不断增加，将导致一系列生态和环境问题。因此，我们必须解决好碳循环严重失衡问题，实现碳资源的高效转化及循环利用。

2010 年前后，我们提出了“绿色碳科学”的概念，即含碳物质能源利用时，从碳资源加工、碳能源利用、使用后碳固定，到碳循环全过程所涉及的碳化学键演变规律及其基于原子经济性的优化。

从化学基础来看，绿色碳科学核心是碳的氧化还原反应。当化石能源加工利用产生二氧化碳时，我们可以通过化学循环或者生态循环的方式，使之又变为燃料和化学品，尽量接近碳循环平衡。

把生成的二氧化碳循环成为可利用的能源，包含把变化以后的化学键再变回原来化学键的一些反应。根据能量守恒定律，化学键的演变实质上涉及的是能量问题，即二氧化碳化学循环生成燃料所需能量，在实施过程中要大于从能源燃烧生成二氧化碳得到的能量。我们仍然可以用含碳能源来补充所需的能量，但其后果必然是在循环利用二氧化碳的同时又增加了新的排放，这违背了绿色碳科学原则。因此，光靠碳循环体系本身是不行的，我们需要从外加的非碳能源获取能量才能良性完成这个循环。

能源化学学科发展前沿目前聚焦于二氧化碳、水和氢这些小分子问题。来自含碳能源的燃料使用后产生的终极分子是水和二氧化碳，再生需要解决能量的问题。利用太阳能分解水制氢进而还原二氧化碳、通过人工光合作用实现二氧化碳和水的反应制取燃料和化学品，是当前的研究热点和技术发展的重点。

在这一系列过程中，太阳能是满足人类需求的终极能源。除太阳能之外，风能、水力能、地热能、核能等非碳能源也可以考虑在内。

我们距离用太阳能推动二氧化碳转化还有多远？太阳能发电已经开始工业应用，太阳能热的利用除民用外距工业应用也并不远，但光催化方法和光电化学方法将太阳能转化为化学能则还有一定的距离。

特别需要关注的是，包括化工和发电等工业在内二氧化碳的集中排放，其总量占人类二氧化碳排放总量的 40%以上。我们认为且需要强调，集中排放的二氧化碳必须以工业的方式来解决。绿色碳科学的理念的普及和发展必然要推动“二氧化碳化工”众多过程和新兴产业的产生。目前，欧洲规划了 12 项二氧化碳转化过程的工业实验。我国不少科研院所和企业已成功开发了多项“二氧化碳化工”过程项目，并实现了工业化，可以说是引领了世界二氧化碳资源化利用的正确方向。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

尼克·约翰斯通（Nick Johnstone）
国际能源署首席统计师

助推能源数字化与清洁能源转型

这是我第一次来到大连化物所，当车沿着山路向上行驶之时，我就被这里的环境吸引了。很明显，这里的科研设施都是高标准的。

尽管我与大连化物所的科研人员没有直接合作过，但我时常惊讶于我的科研工作被那么多中国学者关注，这种联系是我未曾想到的。

在数字化的今天，知识的溢出效应已然超乎想象。数字化改变了知识的交流，同样也正在改变能源系统。所谓数字化，就是将越来越多的信息通信技术应用于物理世界，它可以实现数字和物理世界的互动与融合。数字世界包括三大要素：数字信息、人与机器之间或机器与机器之间的电子通信、分析数据以实现预期结果的能力。数据收集、存储成本的下降，更高性能的互联能力和更强的运算能力将助推数字化向高水平方向发展。

如今，全球无电人口已降至 10 亿以下，世界能源系统日益电气化，但未来电力系统如何运行尚存疑问。已经有一些信号显示出了全球能源变化的节奏与方向，比方说，在经济增长的趋势下，电力需求继续强劲增长，石油和天然气市场不断变化，太阳能光伏发展势头强劲而其他关键技术及能效政策急需推力。政策制定者需要对可能的不同未来及其形成机制有充分的洞见。

在这样的背景下，数字化越来越普遍地出现于能源领域，数字公司对能源领域的兴趣日益浓厚，人们也普遍认为数字化将不可避免地影响能源行业的关键部分。

在我看来，数字化将有助于更好地制定政策，可以降低相关的交易和管理成本，如在拥堵收费方面灵活定价等；有助于理解分散和小规模资本存量的特征，如太阳能光伏卫星图像和机器学习等；有助于收集、管理和分析大数据以改善政策评估及政策的合规性；同时，数字化提供的信息还可以更直接地反映消费者消费行为中的潜在偏好。

能源数字化和清洁能源系统是一个整体，二者都会提高能源系统的效率，并在大多数情况下减少排放。事实上，数字化为清洁能源的发展提供了机会，最明显的例子是智能电网。

就中国而言，鉴于中国已探明的煤炭储量非常大，煤炭仍然是能源系统的重要组成部分，而且在未来几年内也将如此。中国目前最大的挑战是改变能源系统中继续依赖化石燃料的部分，转变管理方式，让风能、太阳能和其他形式的能源在经济中发挥更大的作用。

当然，我们可以看到，就能源领域相关信息通信技术的发明和应用而言，中国的增长率远远超出世界其他国家。近年来，中国在确保气候变化议程的重要方面也发挥着突出作用。为了让投资者为清洁能源转型投资，中国需要制定一个可预测的政策框架。因此，我认为，中国当前最重要的事就是坚持下去，我也鼓励中国继续发出积极信号，表明中国正在以更加认真和坚定的态度应对全球能源转型和气候变化的挑战。

注：尼克·约翰斯通受邀代表国际能源署在大连化物所发展战略研讨会上发布了《数字化与能源》中文版，该报告经武汉文献情报中心翻译，由科学出版社于 2019 年 7 月 1 日正式出版。

（本报记者倪思洁采访整理）

刘科
澳大利亚国家工程院外籍院士

用甲醇作氢气载体拉开氢能产业化序幕

当前，氢能正赶上前所未有的发展势头，逐渐成为清洁、安全的未来能源的重要组成部分。

早在 20 多年前，我在美国联合技术公司（UTC Fuel Cell）工作时，就带领 UTC、尼桑和壳牌石油三大跨国公司的工程师团队，耗资近一亿美元研发经费，做出了全球第一辆“车载汽油制氢的燃料电池汽车”。

尽管氢能目前很热，但氢气并不适合做能源载体。

一是因为氢气是世界上体积能量密度最小的物质，只有靠压缩才能提高能量密度。加氢站把氢气压缩到 350 公斤或 700 公斤的高压储罐里；这么高压力的车载储氢罐，因钢材太重，只好用碳纤维，而碳纤维价格很高；并且在压缩氢气的过程中，本身就会损耗很多能量。

二是因为氢气是最小的分子，是最容易泄漏的气体。多年来，大多数炼油厂事故都是源于氢气泄漏。

三是因为氢气是爆炸范围最广、扩散最快的气体。在露天情况下，氢气泄漏问题不大，一旦泄漏就会冲上天。但在封闭空间，它会迅速扩散、爆炸；目前国内规定大型高压储氢罐车不允许过隧道，就是担心在隧道内泄漏爆炸。因此，对于北上广深这种大量汽车停在地下停车库封闭空间的城市来说，罐装氢气不适合成为广泛使用的能源。

四是建加氢站也有困难。因为氢气的易燃易爆特性，加氢站在设计的时候要有一个安全距离，它要求在一定的范围内不能有居民楼。以深圳为例，在市里建一个日供 300 辆左右燃料电池汽车的加氢站约需 6~8 亩地，而深圳 1 亩地约 1 亿元，一个加氢站，仅地价就 6 亿至 8 亿元，根本就不划算。如果把加氢站建在郊区，也没有多少人来回跑那么远去加氢。

不过，随着“页岩气革命”的到来，这一切都发生了改变。

页岩气革命前，美国的天然气最高曾达 17 美元每百万英热单位，“页岩气革命”的到来使其迅速下跌至 1.5 美元每百万英热单位，现在平衡到 2.5～3 美元左右。而且，由页岩气革命探明的全世界天然气储量，200 年也用不完。

天然气是制备甲醇最好的原料，比煤制甲醇更便宜。全世界有 200 年用不完的天然气，也就意味着有 200 年用不完的甲醇。我们可以就地把天然气转化成甲醇，在天然气便宜的地方，甲醇每吨成本不到 750 元。

从运输方面来讲，与固体、气体相比，液体燃料当属首选。因为，在陆地上可以用管道运输，即使跨海输送，成本也很低，而且还可以在储罐里长期储存。比如，海运一船汽油从休斯敦到大连港，售价为 7 元一升，运费每升不到 0.07 元。

从另一方面来说，甲醇在线重整制氢的难度要比汽油在线转化制氢的难度小得多。因为汽油转化温度为 850℃，甲醇只有 300℃多，并且甲醇中没有硫，比汽油干净得多。

十几年前，我们就实现了汽油在线转化制氢技术，现在没有理由做不成甲醇在线转化制氢技术。

这几年，我们与一些企业合作，在劣质煤制甲醇、甲醇制氢等方面取得了很大的进步，用甲醇作为氢气的载体，储运成本大降，和燃料电池结合大有可为。

（本报记者王之康采访整理）

谭永华
中国航天科技集团有限公司科技委副主任

氢能技术有望使『地月经济圈』成为现实

清洁能源的使用是世界发展的一大趋势，其来源值得我们认真研究。这当中，我认为氢能是尤其值得关注的，氢能在交通运输动力、工业原料和热源、家庭和建筑供能、军事及科研领域等方面都得到了应用，具有很好的前景。

我相信，如果未来需求量到了一定的规模，液氢大宗国际交易也可以像现在液体天然气的模式一样进行。

不过就目前来说，无论是制氢、储运还是用氢，我国氢能发展都有一些问题需要思考与解决。

在制氢方面，当前化石能源制氢占主导地位，但化石能源储量有限，且有碳排放、环境污染问题有待解决。据此而言，深绿制氢技术应该是未来的发展趋势，不过这一技术目前还存在制氢成本高、大规模工程应用技术不成熟等问题。

在储运方面，要想实现未来氢能的规模化应用，就必须解决氢的安全、高效、低成本、高便利性储运问题。比如，液氢储运需解决氢液化、储运、加转注及液氢加氢站等方面的技术及装备问题；高压储运需提升管束车储运效率以及 70MPa 高压车载气瓶制造及检测技术、碳纤维等材料生产技术等。

在用氢方面，则急需掌握长寿命高压比隔膜压缩机技术，实现关键部件的国产化。当前，电堆成本高、寿命短制约了氢燃料电池的应用，需要加快燃料电池关键部件国产化，发展燃料电池动力系统总成技术。而且，我国液氢加氢站技术与国外还存在一定差距，也要实现关键设备的国产化。

我认为，需要根据不同的用氢场景，比如小型还是大型、移动还是固定、地面还是太空等，选用适合的制氢、储氢技术路线。基于当前的情况，我国要持续发展多元化深绿制氢技术、液氢储运及加氢站技术，要探索符合我国国情的氢能发展之路。比如，依据我国煤炭资源丰富的特点，需重点发展低成本煤制氢技术。

在我国氢能发展过程中，中国航天技术起到不可磨灭的作用。自 1970 年 4 月 24 日我国第一颗人造地球卫星发射成功，液氢工业化应用就拉开了序幕。后来，我国相继攻克液氢液氧混合比调节、高速轴承在液氢中运转、液氢长距离管道输送绝热等技术难题，并试验成功液氢涡轮泵使我国具备了动力输送液氢能力，液氢才开始大规模应用。随着液氢液氧发动机的研制和应用，可以说，中国航天领域已经形成了完整的液氢技术链条，从生产、储存、运输、试验测试到安全监控，积累了大量成果，形成了相应的标准规范。

几十年来，中国航天氢能应用掌握了一系列主要核心技术，包括制氢、储运、液氢加氢站、氢燃烧、氢安全应用规范等。目前，这些经验、成果、技术正逐步推广应用到民用方面。

此外，氢能在未来的太空探索中也将大有可为。

水不仅可为太空生存提供保障，而且能分解成火箭燃料的主要成分——氢和氧。未来在地外太空探索中，可由氢氧发动机输出动力、氢氧燃料电池提供能源，实施“地外动力—能源—生保一体化系统”解决方案，满足地外生存、生活、生产需要。届时，地外金属矿开采指日可待，“地月经济圈”有望成为现实。

（本报记者王之康采访整理）

杨悦
延长石油集团党委书记、董事长

十年闯出合作新路

9 月 15 日，陕西延长石油（集团）有限责任公司（以下简称延长石油集团）与大连化物所共同实施的千吨级合成气直接制低碳烯烃中试项目一次试车成功，各项指标均超过设计值。这标志着我国现代煤化工产业化技术应用又一次取得重大突破。

下一步，我们将加快推进工业化示范应用，探索经济可行性方案，早日实现产业化。

经过 10 年的努力探索，事实证明，延长石油集团与大连化物所走的这条合作的路子是对的。我们的合作模式全面落实了国家创新驱动发展战略，建立以企业为主体、市场为导向，产学研深度融合的创新体系。

早在 2010 年，延长石油集团与大连化物所便确立了全面战略合作关系。从基础研究、应用研究，到小试、中试、工业示范，双方开展了全产业链深层次的紧密合作。

为充分激发大连化物所科研创新优势，打通从基础研究到中试及产业化的“最后一公里”，延长石油集团每年固定支持 400 万元探索性项目经费。

探索，意味着鼓励创新、宽容失败。一方面，只要科研人员有好的想法、在基础研究方面有所突破，我们就设立课题支持；另一方面，如果科研人员围绕企业产业链布局创新链，我们便从前端基础研究开始立项，加快从基础研究到技术应用，乃至最后工业化示范和产业化的步伐。

为推动合作技术研发与转化，我们双方共建了能源化工联合实验室、西安洁净能源（化工）研究院等科研平台。此外，我们还以混合所有制形式，联合组建了延长中科（大连）能源科技公司，设立了总规模 1000 亿元的洁能产业基金，促进科技成果转化，共同推进成熟技术产业化进程，形成风险共担、收益共享的科技创新利益共同体。

迄今为止，通过合作，延长石油集团与大连化物所结出累累硕果，这些成果也引领了能源化工行业的创新发展。双方共同实施探索性项目 34 个、中试及产业化项目 8 个、工业示范项目 6 个。其中建成投产了全球首套 10 万吨 / 年合成气制乙醇示范项目，奠定了我国煤基乙醇工业化的国际领先地位；建成投产了榆横 15 万吨 / 年合成气钴基催化剂制油示范项目，开辟了一条新型合成气制油及醇类产品路线；共同开发了国际首创的汽柴油超深度脱硫技术，解决了国Ⅴ汽柴油升级的重大技术难题；共同开发了合成气直接制低碳烯烃工艺技术，为我国乃至全球煤炭清洁高效转化利用开辟了新路径。

可以看到，我们与大连化物所的合作模式已形成了一套可复制、可推广的成功经验。目前，我们在与中国科技大学、复旦大学、南京大学等院校合作过程中，也推广了这一产学研合作模式，同样起到很好的效果，有效提升了科技创新水平。

随着合作的深入，我们深刻意识到，人才是企业乃至能源事业可持续发展的基石。为加强人才培养和交流，延长石油集团每年固定支持大连化物所 100 万元，设立优秀博士生奖学金和实习基金等，双方每年互派科技人员交流学习，培养锻炼了一大批青年骨干人才。

未来一个时期内，化石能源仍将长期占据主导地位。同时，清洁能源也将迎来发展的“井喷期”。作为一家百年石化企业，一方面要解决好现有化石能源的“高能耗、低效率”问题，加快攻关煤炭清洁分质利用等“卡脖子”技术和提高煤油气综合转化的利用效应，赢得未来发展的主动权；另一方面，要瞄准清洁能源这片“蓝海”，提前布局新能源产业。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

何盛宝
中国石油集团石油化工研究院党委书记、院长

炼化企业必须走科技创新之路

当前，我国炼化工业处在转型发展瓶颈期。一方面，我国能源需求越来越大，原油对外依存度超过 70%，已严重威胁国家能源安全。党的十九大报告提出的“两步走”战略，实现人民对美好生活向往的奋斗目标，离不开满足美好生活需要的各种石油化工产品。因此，石油消耗还将持续增加，如何使有限的石油资源得到更高效绿色的利用，是我们面临的一个重大挑战。

另一方面，炼油产能日趋过剩，油品结构不尽合理，市场参与主体多元化，传统国有炼化企业面临日趋激烈的竞争。这倒逼企业必须依靠科技创新，走高质量发展之路。与过去相比，越来越多的企业意识到，发展离开了科技创新就不可能持续，企业对技术渴求的迫切性到了一个前所未有的高度。

为突破瓶颈、迎接即将到来的能源革命，企业界与科学界必须融合创新发展，包括在平台建设、技术研发和人才培养等各方面的充分融合。

我们与大连化物所的合作是一个成功典范。中国石油有产业发展需求，且拥有原材料、中试、工业化示范等资源和平台优势，大连化物所则在能源化工领域具有较强的科学研究实力、拥有诸多大科学仪器，这些是企业所不具备的。经过数十年的磨合、探索，我们联合搭建创新平台，瞄准应用开展针对性技术研究，实现了创新链与产业链的无缝衔接。

在大连化物所成立 70 周年大会上颁布的“中国科学院大连化学物理研究所 70 周年重大科技成果”中，“催化干气制乙苯”就是我们与大连化物所联合开发、实现大规模工业化应用的项目，这得益于研究所和企业的密切合作，实现了从基础研究到小试、中试再到工业化应用和技术更新换代。

除此之外，我们在润滑油异构生产Ⅲ类高档基础油等方面取得了工业应用成效；与包信和院士团队合作的甲烷无氧制烯烃技术研究取得了阶段性进展；另外，将张涛院士团队“单原子催化剂”的最新理论成果，应用到传统的乙烯裂解产物加氢催化剂开发过程中，迅速转化为催化剂产品，不仅提高了我们企业的效益，更引领了石化行业的科技进步。

诸如此类的合作还有很多。

回望过去，融合研究所优势与企业需求、充分信任科学家、给予长期持续性而非短时零散的支持，是我们与科研院所合作多年的最好经验。

面向未来能源化工战略性核心关键技术发展重大需求，为推进建立知识创新和技术创新良性互动的合作新机制，2016 年，我们与大连化物所共建“中国石油—大连化物所能源化工联合研发中心”，围绕企业当前和未来面临的需求与发展问题，聚焦颠覆性、突破性技术，加强对大连化物所相关研究的持续性支持，并推动有前景的技术优先在中国石油进行中试和示范。

值得一提的是，中国的炼油能力已位居世界第二，在当前严峻的国际形势下，中国的炼油技术展现出了较强的实力，主体工艺技术和催化剂也实现了自给。不过，我们不能停下追求卓越的脚步，除了规模外，在质量效益、清洁化和竞争力上也要努力做到世界最好。

如今，炼化工业进入智能化、分子炼油时代，需要从分子层面上深入认识原油结构，以最大化发挥每一滴石油的价值。不过，认识原油分子结构并实现高效转化利用并不容易，这更需要发挥研究所大科学装置和基础研究的力量。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

安杰罗·阿莫雷利（Angelo Amorelli）
英国石油公司（BP）研发部副总裁

合作共赢 应对可持续发展挑战

中国拥有世界上最令人兴奋的能源系统和增长潜力，也面临着可持续发展的巨大挑战。和世界其他国家一样，中国目前最大的挑战是如何在不对环境造成负面影响的情况下实现可持续发展。

当今世界并没有走在可持续发展的正确道路上，正如《巴黎协定》所呼吁的一样，我们有必要向净零排放迈进。世界正面临着气候变化的严峻挑战，包括中国在内的世界各国都在采取措施，努力实现《巴黎协定》2050 年净零排放的目标。

我们认为，技术将有助于提升能源利用效率，有利于应对全球性的挑战。英国石油公司（BP）正在和科研机构、大学、政府紧密联系，尝试研发各类技术并推动技术的商业化。

BP 从 110 年前成立以来，从未停止过发展和现代化运营，现在我们正在行动，再次改变我们的公司。

最近，BP 购买了英国最大的电动汽车充电网络公司 Chargemaster，作为 BP 旗下的电动汽车充电公司，BP Chargemaster 将很快在英国推出 400 个超高速充电器。同时，我们投资了世界上增长最快的太阳能公司——Lightsource，其目标是到 2023 年达到 10 吉瓦的太阳能装机容量，并为 300 万户家庭提供电力。此外，我们还通过 BP 内部的技术研究进行科学创新，并与中国的学术界和风险投资集团合作。

大连化物所是世界领先的化学学术机构之一。我们和大连化物所有将近 20 年的长期且富有成效的合作。2001 年，中国科学院与 BP 签署了一份 10 年期限的项目合作协议，项目资金总额为 1000 万美元，用于清洁能源的战略研究和关键性技术问题的解决。随后，BP 和大连化物所共建了能源创新实验室（EIL）。

在大连化物所，我们支持了超过 50 个科研项目，与 60 多位教授、科研人员及超过 130 名学生进行合作。我们在 EIL 建立起了合作研究科研团队，其中一半的人员是大连化物所的毕业生，我们也资助大连化物所的学者开展一些科研项目，这些项目覆盖了化学催化的科学、工艺以及生物质转化等多个领域，以期为中国和世界其他国家找到解决能源可持续发展的路径。

在过去的合作中，我们得以在大连和世界上最杰出的一些科学家和学生一起工作，通过合作项目，我们将工业界的诉求传递给科研人员，而大连化物所的科研人员也得以与国际化公司建立联系。

世界可持续发展的问题可以通过研究所与国际企业的合作逐渐解决。未来，我们希望继续在化学研究方面和大连化物所开展合作。就潜在的新技术领域，如氢能、生物能源以及生物质转化等对于中国具有战略意义的新话题，我们也非常感兴趣。

正值大连化物所成立 70 周年之际，我祝愿双方在接下来的 70 年里能够继续分享成功的喜悦。

（本报记者倪思洁采访整理）

沈建跃
上海博氢新能源科技有限公司董事长

甲醇燃料是符合中国国情的新能源

人类能源发展轨迹是从高碳到低碳再到零碳，从低效率走向高效率。氢能，作为绿色高效的二次能源，被全世界公认为是 21 世纪的“终极能源”。

燃料电池是高效清洁利用氢能的最佳工具，相关技术在国际上已取得重大突破，并在多个领域进行商业化应用。但氢燃料电池在推广和使用之路上遭遇了诸多挑战。比如氢气存储条件苛刻、不安全，氢气压缩时能耗大以及运输成本高等。尤其高压氢制备成本高，若将其作为产品推向市场，以目前的技术而论还需要走过一段漫长的发展之路。

甲醇能源是符合中国特色的新能源。据最新数据统计，截至 2018 年，全球甲醇产能约 14400 万吨，中国甲醇产能达 8600 万吨 / 年，占世界产量 60%以上，预计未来还将新增产能 2000 万吨。此外，我国甲醇燃料生产技术成熟，成本低于汽油和柴油。关于安全性，美国能源部的数据显示，甲醇燃料是最安全的二次能源。

目前我国仍在不断加大甲醇产业建设。今年 3 月 19 日，国家八部委联合印发了 61 号文件《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》，鼓励企业研发甲醇混合动力汽车、甲醇增程式电动汽车、甲醇燃料电池汽车产品，支持各地推进甲醇燃料生产及加注体系建设。

事实上，甲醇作为能源的使用途径主要有 3 种：直接燃烧、内燃机燃烧和甲醇重整制氢燃料电池。甲醇重整制氢最近广受关注，与传统的制氢方法相比，甲醇重整制氢具备六大优点：制氢原料来源广泛且价格低廉，甲醇作为一种常见的化工原料，既可从化石资源中制得，又可由生物质制取；氢元素利用率高、含氢量高、能量密度高；制氢装置简单；以甲醇为原料制氢投资少、自动化程度高、生产能力易调节；甲醇作为液体燃料，使用和运输方便；甲醇燃料十分稳定、挥发性较低，适合燃料电池的所有操作条件。

甲醇重整制氢 + 氢燃料电池系统作为“发电机”系统有多种技术路线，我们走的是甲醇重整 + 高温燃料电池，这类技术是现阶段发展最快的技术路径，整体系统效率高。已在电动车及其他特殊领域得到了众多成功应用。

我国在甲醇氢燃料电池技术领域已达世界领先水平。2017 年 12 月 29 日，由我国研发的世界首台甲醇氢燃料电池电动物流车获得工业和信息化部《新能源汽车产品公告》批示，该车型为基于 30 千瓦甲醇氢燃料电池组的东风特汽 7T 电动物流车。它不仅具有电动车的低能耗、低排放、低污染的优势，同时也解决了城市物流车电动化过程中不可忽视的续航里程短、充电设施不完善、充电难、充电时间长等问题。目前，该车型已开始批量生产并正式投入商业运营。

甲醇氢燃料电池发电装置在分布式能源、交通、军民融合、船舶以及航天航空领域有着广阔的应用前景。此外，在持续供能困难的中西部地区、无人区、自然保护区、高原高寒无人值守的通信基站和边防哨点等特殊区域和场景下，甲醇重整氢燃料电池更稳定，甚至可以替代传统的锂电池和柴油机。

目前国内甲醇氢燃料电池已经具备产业化生产条件，全球首个以甲醇为加注介质的氢燃料电池生产基地已于 2018 年 12 月份在宁波慈溪举行奠基仪式。该生产基地项目于 2020 年全部建成投产后，年产值预计可达到 100 亿元。

（本报见习记者韩扬眉采访整理）

本版摄影：王之康 刘万生
制　　版：蒋志海