

煤炭“变形记”：从能源到原料



焦炉气二氧化碳转化成氢基合成气装置 周红军供图

受新冠肺炎疫情的影响，全球口罩需求量急剧增长。为应对当前的形势需要，近日，越来越多的煤炭企业开始生产口罩原料，加入了这场抗疫战争。

煤炭企业成为生产防疫物资的“生力军”，也让业内意识到，在碳减排压力之下，从资源能源化向原材料化利用转变，将成为煤炭行业的大趋势。

“煤炭由能源走向能源和原料并重是国家倡导的发展方向。未来，煤炭原材料化的比例会逐渐增加。”中国工程院院士、中国科学院大连化学物理研究所所长刘中民对《中国科学报》表示。

由于能源资源的禀赋特征，近年来，我国煤化工产业规模快速增长。我国自主研发的煤炭间接液化技术、煤制烯烃技术以及率先开发的煤制芳烃技术，都处于国际领先地位。

未来，煤炭利用走向何方？

煤化工的多重选择

实际上，以煤炭为原料制备口罩基本原料的工艺已经成熟。山东科技大学化学与生物工程学院教授梁鹏介绍说，煤制烯烃是现代煤化工产业中的一项重要技术，通过烯烃分离可以获得高纯度的丙烯。丙烯可用于生产口罩所用的主要基本材料——PP熔喷布、PP纺粘布等，其中PP熔喷布是口罩中起关键作用的过滤层。

梁鹏指出，煤炭企业可以利用基本原料优势（丙烯），进入熔喷布生产领域，进而生产口罩，延长产业链。“此外，煤化工的煤制乙烯技术，还可生产大量聚乙烯，用于生产医用防护服面料。”

中国石油大学（北京）新能源研究院院长周红军则介绍，对于口罩的原料制备，全球有两条生产路线，一条是石油化工路线，另一条就是中国独有的煤化工路线。

“将煤炭转化为原料或材料加以利用是未来煤化工的发展趋势，同时会对煤炭行业提出更高的技术要求。”梁鹏举例说，煤沥青可以生产碳纤维用于航天、军事及民用领域，从煤炭中分离出的高附加值化学品还可用于生产医药、染料等产品。

“站在整个工业过程的角度，煤炭利用已经到达天花板。因此，煤以后的出路就是材料化，以及煤制氢等。”周红军说。

“煤的主要成分是碳、氢、氧和少量的氮、硫或其它元素。从化学的角度讲，这些元素可以组合出多种的物质。”刘中民解释说，近年来兴起的现代煤化工以煤热解、气化为基础，以一碳化学为主线，以新型催化剂和工艺过程为核心，以工艺流程装备为保障，产品主要有合成油、天然气、烯烃、乙二醇、乙醇等。人们生活中常用的塑料、合成橡胶、合成纤维等也都离不开这些原料。

以清洁高效为目标

清洁化利用是煤炭行业的主基调。那么，目前的煤化工技术能否实现清洁化？梁鹏认为“完全可以”。不过，煤炭的深加工过程往往会带来设备投资大、耗水量大等问题，因此因地制宜开发适合我国国情的现代煤化工技术，具有重要意义。

刘中民认为，相比于燃烧，煤炭作为原料利用的方式更多、更复杂，对技术、工艺、装备的要求也更高。环保是现代煤化工产业体系构建过程中的重要问题之一。目前，污染物高效脱除技术、废水（近）零排放技术及“三废”资源化利用技术都已经得到广泛应用，污染物的排放可以降到非常低的水平。

“从二氧化碳减排的角度，煤作为原料时，煤中的碳元素转移到新的产品中，可在一定程度上减少二氧化碳的排放。”刘中民强调说。

周红军则指出，煤炭清洁转化的煤化工技术主要包括煤转化制取清洁燃料和煤转化制取大宗及特殊化学品两大技术方向。以清洁高效为目标，要进一步提高煤炭转化效率、降低水耗及污染物排放等。

例如，重点解决以煤、合成气、甲醇等为原料的碳氢氧原子化学键的定向调控、目标产物的化学合成新途径、催化剂的精准合成，以及目标产物的合成工艺及反应器等重大问题，最终成功开发系列煤转化制清洁燃料和化学品新技术；重点解决煤直接液化和间接液化的原料、过程匹配和产品灵活调控，以及煤直接—间接液化工艺及耦合强化问题等。

两年前，中国科学院启动了“变革性洁净能源关键技术与示范”A类战略性先导科技专项，由中国科学院大连化学物理研究所牵头联合院内多所实施。该项目旨在推动构建我国多种能源资源融合发展的“中国特色”能源结构，以能源技术革命促进能源革命。在煤化工方面，布局了合成气下游及耦合转化利用、甲醇下游及耦合转化利用两个项目，计划到2023年，完成20万吨/年煤基合成气直接制低碳烯烃的工业示范、百万吨煤炭清洁高效分级转化利用工业示范等一批重大项目。

“除此之外，钢铁企业在炼铁工艺过程中会排放大量的尾气，其中的一氧化碳和氢气等有效成分与煤化工中的合成气相似，可以把钢铁尾气作为化工的原料，生产基础化工产品等。这不仅是钢铁行业生态化发展的一个重要方向，也是煤化工的重要方向。”刘中民指出。

煤化工的未来

近年来，受限于价格昂贵的天然气，国内钢铁企业十分重视气基直接还原铁技术的研发，纷纷探讨采用焦炉气煤气化的气体进行气基直接还原铁生产，以降低合成气即氢气的生产成本。不过，周红军说，“目前，国内尚无真正意义的工业化气基直接还原铁。”

为此，中国石油大学(北京)研发了焦炉气二氧化碳干重整转化技术，与中石化及中晋太行公司合作，正在山西左权建设第一个采用焦炉气为原料的30万吨/年气基直接还原铁示范厂，计划今年建成开车。其中的焦炉气净化和二氧化碳干重整转化采用该校开发的新工艺技术，解决了还原气来源的瓶颈问题。

此外，煤化工领域还提出煤炭分质分级利用，就是根据煤质的基本特点，对煤炭进行逐级加工，获取有价值的组分，总体得到最为理想的结果。这也是目前国内外学者关注的重点。

“煤炭作为原料，一定不能只生产一种产品，需要进行多种产品的联合生产，即多联产。这方面目前已经有了很大的进展。”梁鹏说。例如，高挥发分煤炭采用先热解后气化的技术路线，在第一步的热解阶段获得煤气和煤焦油，其中煤气可以做化工合成，煤焦油可以提取高价值的化学品；第二步的气化阶段则将半焦进行气化，做化学品和材料的合成。

梁鹏介绍说，针对高挥发分煤，他们目前正在进行热解/燃烧分级转化方面的研究开发工作，并且完成了中试实验。另外，还在进行超纯煤方面的研究，即将煤中的灰含量降低到1%以下，目前已取得进展。此外，正在开展的煤化工行业挥发性污染物治理方面的工作也已完成工业示范。

面向未来，刘中民建议，在煤化工层面，还需进一步降低水耗和能耗，实现产品的灵活调变；在煤热解及多联产、煤制天然气、煤制芳烃和含氧化合物等方面，需要进一步突破关键技术，实现成套工艺技术和工业示范。同时，通过技术创新，加强新产品开发，通过延伸产业链，发展高附加值、精细化、差异化产品。（本报记者 崔雪芹）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/153653.html>