

# 塑造低碳能源的未来

## ——英国皇家学会发布二氧化碳的应用前景和局限报告(2)

英国皇家学会发布了《二氧化碳的应用前景和局限报告》旨在为政府提供咨询服务,列出目前的科研状况和尚待解决的问题。本文继续推介这一报告。

### 3 二氧化碳当前和未来的应用

在工业生产中使用二氧化碳已经有 100 多年的历史了。例如 19 世纪的水杨酸制造,20 世纪 20 年代以来开始采用化学法合成尿素以及 20 世纪 50 年代开始生产的环状碳酸酯。二氧化碳直接使用可以用来提高石油采收率、食品加工和生产碳酸饮料。科研人员正在探索新的化学和生物合成过程,希望将二氧化碳转化为大规模制造工艺的原材料。

#### 3.1 生产合成燃料

##### 3.1.1 当前应用

合成燃料是指通过化学转化过程,由煤、天然气和生物质原料等制造的液体燃料。这些转化过程可以将原料直接转化成液体运输燃料,也可以先将煤、天然气或生物质转化为称为合成气的一氧化碳和氢气的混合物再实现间接转化。合成气是通过在气化过程中使蒸汽和(或)氧与煤或生物质反应,或使天然气通过甲烷蒸汽重整过程进行反应而产生的。天然气的甲烷蒸汽重整也是工业上生产氢气的最常见方法。但是这些反应均会导致二氧化碳的显著排放。

合成气通过各种转化工艺加工成液体输送燃料。采用费托合成(FT 反应)可以使合成气与催化剂反应制造液体燃料,例如柴油和喷气燃料。合成气还可以与催化剂反应生成甲醇等液体燃料。甲醇可以作为与常规汽油的混合物或作为燃料本身使用,也用于制造其他燃料(如二甲醚),用来替代柴油。

##### 3.1.2 未来应用

直接从二氧化碳制造合成气和甲醇是提供替代燃料来源的重要途径,可以增加英国燃料供应的安全性,减少对石油和天然气进口的依赖。然而,这需要新的或改进的催化剂和方法来实现。应该指出的是,甲醇是一种廉价的商品,虽然在经济效益上可能难以与拥有高度优化和成熟技术的化石来源传统合成气生产进行竞争,但甲醇是具有潜力的环保新能源。目前,科研人员正在加紧研究,以期使用二氧化碳和低碳能量制备替代合成燃料。研究显示,合成燃料有可能在更难脱碳的领域取代化石燃料。例如,运输部门将需要新的液体燃料,特别是航空,海运和公路运输方面。它们可以作为短期和中期的过渡技术,或者作为长期的技术应用,以减少运输行业的碳排放,新的合成燃料能以更清洁的方式燃烧。

##### 3.1.3 生物质和生物燃料

当捕获阳光以驱动光合作用过程时,植物可以将二氧化碳和水转化为生物质。国际可再生能源机构估计,2030 年全球生物质供应量的大约有 40% 来自农业残留和废物,其中 60% 来自能源作物和森林产品,包括森林残留。光合作用将太阳能转化为生物量的效率较低,同时能源作物生产具有不确定性,据估算,与世界燃料和化学品需求的增长速度相比,在不久的将来,

可持续生物质可能供不应求。但是由于二氧化碳在化学转化的过程中,受到热力学转化的限制,这使得二氧化碳对燃料和化学品的制造来说更有吸引力。

#### 3.2 生产化学品和燃料

##### 3.2.1 当前应用

人们正以全新的方式使用二氧化碳来生产各种产品,包括有机化学品以及矿化产品。建筑业的建筑材料提供了一个有趣的矿化实例。在天然碳酸化反应中,二氧化碳与钙或镁矿物反应,生成石灰石的主要成分碳酸盐。通过使用碳技术加速反应,使得反应可以在几小时内完成,而在自然界中,这类反应往往需要数年时间。由石灰或硅酸钙等热处理产生的许多工业残留物,如水泥窑灰、钢铁渣、煤炭飞灰和铝土矿残渣都可以很容易的与二氧化碳发生反应。这类反应帮助使残留物中的污染物被稳定和固化,并用于制造新产品。

通过二氧化碳制造聚合物已经实现了多种商业化的生产,例如采用二氧化碳,替代剧毒的光气,生产聚氨酯和聚碳酸酯。这类聚合物在主链中包含质量分数为 30%~50% 的二氧化碳。这些产品可以广泛应用于化工、医药、农药生产等多个领域,具有极强的可持续性。在生产过程中,现有的通过石油等原料制造聚合物的基础设施也同样适用,降低了设备的更换成本,更利于推广。

##### 3.2.2 未来应用

科研人员已经成功实现了从二氧化碳到甲醇的转换,甲醇作为重要的工业原料可以加工成乙酸、烯烃、乙酸乙烯酯、乙酸乙酯、乙醇、乙二醇、高级醇等化合物。未来,科研人员应继续提高工艺水平并开发更有效的催化剂,提高反应效率的同时获得更好的产品选择性。

此外,人们还应该增加目前使用二氧化碳制造聚合物(聚氨酯和聚碳酸酯)的规模。特别是在高价值市场,如建筑材料(在某些情况下替代玻璃,钢铁和水泥),航空航天复合材料;电子元件,电池电解液;传感和诊断材料等领域,都是这些材料的潜在应用方向。新催化剂的研发不仅可以提高生产效率,还可以增加可生产的产品种类。

#### 3.3 支撑二氧化碳应用的区域性途径

现有原料、基础设施和供应链可以支持较小规模的二氧化碳使用。区域性方法对于二氧化碳的再利用可能更具有吸引力,现在已经有区域性的机会来支持英格兰东北部和威尔士的二氧化碳利用。塔尔博特港(Port Talbot)位于南威尔士,塔尔博特港钢铁公司(Port Talbot Steelworks)生产二氧化碳、一氧化碳和氢气,并拥有适合可再生能源的土地,包括海上风电场和多种高等级废热源。所有这些排放使钢铁厂成为展示和比较不同二氧化碳使用技术的潜在场所。塔尔博特钢铁厂及其周边地区的废热、可再生能源和二氧化碳流已被模拟为卡迪夫大学(Cardiff University)研究人员领导的项目的一部分。如果试验成功,他们可以转移到水泥等其他行业。

(编译 田恬)