

## 新技术将二氧化碳变高价值化“宝贝”

提及二氧化碳（CO<sub>2</sub>），一般人们认为它如同废柴，不仅没多大用处，还是破坏气候、导致全球变暖的罪魁祸首之一。迄今科研人员想了很多办法对付它，将其囚禁（固化封存）、打进水牢（钻入海底）等。然而，在中国科学院过程工程研究所研究员张香平眼里，CO<sub>2</sub>可是上好的原材料，价廉、易得。十几年来，她所在的离子液体团队，在张锁江院士的带领下，一直琢磨如何高效转化利用CO<sub>2</sub>，让其变废为宝。

对付固执家伙，派活跃分子当“说客”

CO<sub>2</sub>利用是全球重大战略问题。欧盟2016年6月启动计划将CO<sub>2</sub>利用作为重大研究方向；日本制定了CO<sub>2</sub>利用规划路线图；我国国家发改委、能源局在《行动计划》中将其列为重点攻关任务。但是，由于CO<sub>2</sub>分子存在不易活化、反应路径复杂、产品选择性低等问题，其活化转化已成为国际公认的科学难题之一。

“CO<sub>2</sub>是空气中常见的化合物，将其转化利用并非易事。我们知道，CO<sub>2</sub>分子是由两个氧原子与一个碳原子通过稳固的双键连接而成，要想一下子‘敲’开它们之间紧密连接的碳氧双键，将其还原成氧和碳，是相当费劲的。”张香平在接受科技日报记者采访时说。

张香平进一步解释道，CO<sub>2</sub>直接进行断键活化，需要在高温、高压下才能进行，但如果能找到其他的活跃分子去当“说客”，比如环氧化合物，则可以诱导CO<sub>2</sub>的活化，使其转化更加容易。除此之外，还需要增加一个“媒介”，即合适的催化剂，促使CO<sub>2</sub>高效转化。

十年来，经过不知多少次的实验摸索，研究团队逐渐找到不辱使命的得力“干将”——多活性位点协同作用的离子液体催化剂，其不仅可活化CO<sub>2</sub>双键，还可让与之反应的环氧乙烷（EO）变得活跃而更容易开环，这样CO<sub>2</sub>和EO在一起，即可发生反应合成重要的化工原料碳酸乙烯酯等。

张香平指出，进一步通过化学键链负载，团队成功地制备出了固载化离子液体催化剂，避免了采用均相催化剂易于流失失活、催化剂回收困难和能耗高、影响产品质量等难题。

妙招迭出，为高效利用提升价值

既已开发出高效催化剂，还需要与之匹配的反应器，提供适宜发生反应的场所。

张香平介绍说：“遵从反应—流动—传递耦合规律，团队优化了反应器内构件，实现流场/温度场均匀分布，创新开发出万吨级固载离子液体气液固三相列管式反应器，而反应期间快速释放的热量能尽快从体系排出，使反应器不超温，实现安全操作。”

在此基础上，研究团队采取醇解反应—变压共沸精馏耦合过程强化技术，实现全系统热网络优化集成，大幅降低能耗、显著提高经济性、减少了设备投资。

“在工艺上，还需要设计一个全流程将整个反应和分离过程串起来，才能从原料得到最终的合格产品。”张香平告诉记者，“我们对整个过程进行物质和能量的优化集成，在能耗、效率、经济性、产品质量等方面都得以大大提升，满足企业和市场的需求。”

据介绍，在国家重点研发计划“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”重点专项支持下，自2018年5月以来，由中科

院过程工程研究所牵头的“CO<sub>2</sub>高效合成重要化学品新技术”项目，在CO<sub>2</sub>羰基化反应中设计合成了具有多活性位点的功能离子液体催化剂，实现温和条件下CO<sub>2</sub>的高效转化，同时，制备了满足工业需求的羰基化催化剂，建设了连续反应装置；针对碳酸乙烯酯醇解反应，开发高活性、低成本催化剂，建成10吨/年的醇解连续装置，建立了万吨级工业试验装置。

### 开辟新路径，合成多元重要化学品

CO<sub>2</sub>

捕集、利用与封存

(CCUS)技术，是我国煤炭实现低碳

排放的主要途径之一，而对收集到的CO<sub>2</sub>

进行高价值利用，不仅可减少碳排放、缓解温室效应，还能产生显著的社会经济价值。

经过多年不懈地努力，通过催化剂原始创新、反应器结构优化及系统的集成创新，中科院过程工程所离子液体团队开发出以CO<sub>2</sub>

与高能物质环氧乙烷为原料合成碳酸乙烯酯，再分别经醇解生产碳酸二甲酯联产乙二醇高价值利用的新路线，形成了CO<sub>2</sub>温和转化的全原子利用新技术。

犹如点石成金，由CO<sub>2</sub>

生发的产品可谓个个是高价值化的“宝贝”，具有广泛的应用领域和可观的市场前景，迎刃之前利用后存在经济效益差等难题。

张香平介绍说，在多元化的产品中，碳酸二甲酯主要用于合成重要有机化工的中间体，被誉为21世纪绿色化学的“新基石”，可广泛用于羰基化、甲基化、甲氧基化和羰基甲基化、聚碳等有机合成反应，近年来，随着动力锂电池和聚碳等相关行业的快速发展，对碳酸二甲酯的需求持续快速增长，我国预计2020年需求量400万吨，2030年超千万吨；乙二醇是合成聚酯纤维和树脂的原料，我国年需求量大于1400万吨，而对外依存度大于60%。

业内人士认为，与CO<sub>2</sub>

直接转变成化学品的反应路线相比，这项技术具有反应条件温和、原子经济性好、产业化前景广阔等显著优势。项目的实施，有利于我国抢占CO<sub>2</sub>

利用技术的国际制高点，解决和突破

我国煤炭清洁高效利用的瓶颈问题，为CO<sub>2</sub>的高价值利用开拓出新路径，具有重要的战略意义。（本报记者 华凌）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/146442.html>