
用这种方法，二氧化碳可能变成“新资源”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36407.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

用这种方法，二氧化碳可能变成“新资源”

。提到二氧化碳，很多人便会很自然地将其与“温室效应”“全球变暖”等联系在一起。于是，这个原本不带任何感情色彩的中性词，似乎也就带有了某种“贬义”。

“二氧化碳、甲醇、甲醛等物质都属于一碳化合物，这类物质的共同特点是其分子结构中均含有一个碳原子；另一个特点便是部分化合物的确可能导致温室效应。”接受《中国科学报》采访时，江南大学生物工程学院教授陈修来说。

不过，通过某些方式，这些并不太“讨人喜欢”的一碳化合物，完全有可能变身为造福人类的“资源”。

近日，陈修来团队便成功开发出一种一碳化合物的高效转化途径，不仅能够降低对化石原料的依赖，还可以将一碳化合物“变废为宝”，实现经济效益。相关成果已经发表在《化学工程杂志》。

费时费力的传统方式

在减少大气中一碳化合物含量，甚至将其转化为有用资源的道路上，人们已经探索了很长时间。

以二氧化碳为例，据陈修来介绍，目前人们对于该化合物的资源化利用主要有两种方式。

第一种方式是通过自然界的自养微生物和植物的方式固碳。

“所谓自养微生物，是指以二氧化碳为主要或唯一碳源，并以无机物为氮源，通过光合作用或化能合成作用获取能量的微生物类群。”陈修来解释说，在自然界，这类微生物在碳循环中具有重要作用。比如，微藻每年可固定全球40%以上的二氧化碳。除此之外，植物的通过光合作用所发挥的固碳作用，同样不可小觑。

不过，此类自然的碳利用方式只能减少大气中的二氧化碳含量，不能高效将其转化成有用的资源。于是，人们发明了另一种方式——电化学方式。

“顾名思义，电化学方式就是通过电化学反应，将一碳化合物转化成其他结构和类型的分子。”陈修来解释说，比如可以将二氧化碳转化成为乙醇、乙酸等。

这种方式的弊端也是很明显的。比如，它只能将一碳化合物转化成为二碳化合物，即分子中含有两个碳原子的化合物，而不能在单个分子中固定更多碳原子，这就在很大程度上限制了其固碳效率。

同时，这种方式由于需要借助电能，因此也会消耗一定的能源，并可能由此带来新的温室气体排放。

“除此之外，有学者也在探索将电化学方式与生物化学方式相结合。”陈修来说，具体而言，便是借助电化学方式，先将一碳化合物转化成为二碳化合物，再借助生物化学反应，将二碳化合物转化为三碳、四碳以及多碳化合物。但由于这种方式涉及两种截然不同的反应模式，工艺相对繁琐。

固碳“新途径”

有没有一种方式可以避开之前繁琐的步骤，“一步到位”地实现对一碳化合物的转化？

这正是陈修来团队多年研究的课题，而他们解决问题的“核心力量”，仍是自然界中固碳的“主力军”——微生物。

仍以二氧化碳为例，陈修来告诉《中国科学报》，目前人类已经在微生物中发现了七条不同的二氧化碳固定途径，它们是微生物实现二氧化碳利用的基础。然而，在固碳效率、能量需求及产物多样性方面，这些天然路径都存在一定的局限性。

针对这一问题，研究团队通过合成生物学的方法，从底层设计出发，构建了一条非天然、高效率、低能耗的新型碳固定路径，即所谓“丝氨酸醛缩酶/苹果酸酶循环”。该路径以二氧化碳和甲醛为共同底物，仅仅需要六步酶催化反应，就可以合成中心代谢分子“乙酰辅酶A”。

“简单地说，就是我们在微生物领域发现了一种新的酶化学反应，以这种新型反应为基础，我们重新建立了一套针对一碳化合物的固碳途径。”陈修来说，相较于传统方式，这一新途径的固碳效率可以提升10倍左右。

更重要的是，此类反应的产物——乙酰辅酶A虽然也只是二碳化合物，但只要再经过简单的重复固碳流程，便可以转化为多种三碳甚至四碳化学品，比如丙酮酸、3-羟基丙酸、琥珀酸和富马酸等。

“总之，该技术可以将温室气体与工业废气等一碳化合物，高效地转化为高价值化学品，为一碳化合物资源化利用提供了全新方案。”陈修来说，借此，他们希望能够自下而上地打造新一代的碳固定利用细胞工厂。

造福人类的“新资源”

据陈修来介绍，目前这一“细胞工厂”在实验室规模上已经取得了成功，并能够实现稳定运行，但目前距离大规模的产业化应用还有一些距离。

“主要是在产业化规模下，如何维持相关生物酶的长时间的高活性，这个问题还没有解决。”他说，这也是他们正在集中攻克的一个难点问题。

一旦相关问题得到解决，乃至这项技术最终实现大规模产业化应用，将会给未来的碳减排工作带来哪些影响？

对此，陈修来表示，一碳化合物在自然界来源广泛、价格低廉，本身就是构建可持续生物制造体系的重要潜在原料。如果能实现此类化合物的高效转化，将在很大程度上降低人类对化石原料的依赖，减少温室气体排放。

他解释说，目前人们所使用的很多化学品都需要从化石能源中获得，这一过程中会产生很多温室气体，而一旦可以通过一碳化合物合成，非但会大大减少化石能源的使用，还能消耗大量二氧化碳等一碳化合物，从而进一步减少大气中温室气体的排放。

此外，很多医药、材料等化学品的传统生产方式有赖于微生物对葡萄糖或淀粉等物质的微生物发酵，而提供这些物质往往需要耗费大量粮食作物，这就在客观上造成了“与民争粮”的状况。

然而，如果这些化学物质可以通过一碳化合物的转化获得，将在很大程度上减少化工领域对于粮食作物的消耗。

“未来，如果我们能够进一步拓展该方案，并将其应用于微生物细胞工厂，将有利于推动绿色生物制造的可持续发展。”陈修来说，届时，二氧化碳等温室气体或许不再是一种“有害物质”，反而将成为造福人类的“新资源”。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.165269>

作者：陈彬 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发