

电池除了储能还能用来干嘛？MIT科学家：用来分离二氧化碳

储能与碳捕捉与储存（Carben Capture and Storage，简称CCS）看似是毫不相关的两个领域，但是来自麻省理工的科学家Sahag Voskian和T. Alan Hatton改变了这一点。他们研发出了一种新型CCS技术，通过一块储能电池的充放电过程，在充电过程中将二氧化碳从浓度低至0.6% - 10%的气流中分离出来，并在放电过程中释放纯净的二氧化碳。电池的电流效率超过90%，每分离一摩尔的二氧化碳（44克）需要消耗40 - 90kJ的能量，且可以长期运行，7000次充放电循环后容量损失不超过30%。这一结果于9月30日发布在能源顶级期刊Energy & Environmental Science上。

CCS技术简介

由二氧化碳引起的全球变暖带来的威胁是本世纪人类面临的重大挑战之一。据政府间气候变化专门委员会IPCC于2018年10月发布的《IPCC全球升温1.5°C特别报告》，如果想要将全球变暖控制在1.5°C以内，全球碳排放在2030年下降到2010年的55%，到2050年人类实现零排放。这就需要从空气中除去二氧化碳来平衡碳排放。

相关的研究也早已开展。目前比较成熟的技术是氧燃料燃烧（通过使用纯氧而不是空气使燃料燃烧，从而得到高二氧化碳浓度的废气，便于二氧化碳储存）加溶液洗涤（通常为胺洗）。这个过程要求二氧化碳浓度大于10%，且需要对电厂进行大规模的改造。许多技术通过化学过程吸收二氧化碳，这就需要吸收器的再生以实现循环利用。目前再生的手段主要可以分为“热变化”（Thermal - swing）和“压力变化”（Pressure - swing）两种，但这两种方式需要大量能量，用于将加热吸收器或将吸收器抽真空。因此，能量利用效率都很低。

除此之外，CCS的应用场景不应仅限于处理高浓度的二氧化碳流，在一些特殊环境，如太空站、飞机机舱、潜水艇等封闭环境中，需要从二氧化碳浓度很低的空气中分离二氧化碳。这样的技术也能成为人类在用尽碳排放指标后力挽狂澜的工具。

所以，虽然关于CCS的研究已经持续了很多年，且碳交易为CCS的经济应用提供了可能，但是目前电厂应用CCS的实现减排的成本依旧十分高昂。据IPCC估计，一座燃煤电站应用CCS能够减少80% - 90%的碳排放，但也会因此增加25% - 40%的能源消耗和21% - 91%的成本。2015年，商务部将CCS称为“应对全球变暖的一种重要方案”，同时也称其为“一项昂贵的实验品”。

新技术原理与特点

在这项研究中，MIT科学家没有使用传统的“热变化”或“压力变化”吸收体，而是采用“电变化”（Electro - Swing）吸收器。由于电化学过程近乎等温等压，能极大地提升其能量利用效率。整个装置的核心部件就是这个“电变化”吸收器。吸收器由三部分组成：两片涂有能吸附二氧化碳的葱醌聚合物纳米管涂层的电极，中间是聚乙烯二茂铁纳米管复合材料制成的电极。在阴阳极之间是绝缘材料。

接下来的内容涉及大量化学，对化学有恐惧症的小伙伴可以跳过。充电时，葱醌上的两个氧原子得电子，形成负电中心（或者说使其具有足够的路易斯碱强度），吸引二氧化碳中位于正电中心附近的碳原子，使醌羧酸化，捕获二氧化碳。由于氮气和氧气都不具备这样的路易斯酸强度，所以反应有很好的选择性。充电电压越高，氧原子被极化得越明显，反应速率越快，但能量损失更大，因此从能量的角度，应该使充电电压略大于反应需要的电压，在纯氮气条件下大约是1.21V左右，随二氧化碳浓度变化。

这项技术的特点和难点在于电极材料的选择和制作。首先，需要能选择性捕获二氧化碳；其次，电极表面需要较大的表面积，增加反应速率，这对于从低浓度的二氧化碳源中捕获二氧化碳尤为重要；最后，还需要良好的导电性，这一点通过聚葱醌中的离域键得以实现。

成本和储能密度方面，作者没有过多提及。不过可以猜的是，这项技术的经济性会好于原有的技术。一方面，电极没有用到稀有金属，所使用的葱醌和二茂铁也都实现了人工合成，成本不会太高。另一方面，这项技术既可以用于碳交易，用于电力负荷的削峰填谷，反应过程不需要加热或加压，也节省了大量能源开支，捕获的二氧化碳还可用于生产尿素等工业产品。不过，其储能密度应该不大。一方面，部分空间需要留作气道，增加了装置的体积，另一方面，真正发生反应的只有表面的一层聚葱醌，能储存的电量有限。由于捕获二氧化碳终究需要能量，其单次循环效率不高。不过，这项技术最初就是作为碳捕获技术而研究，其储能的特性可以作为锦上添花。

目前，研究团队已经成立了一家名为Verdox的公司，以实现系统的商业化运转。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/148052.html>