

# 低碳信息快报

二〇一六年第十八期  
(总第 115 期)  
2016 年 9 月 15 日

中国杭州低碳科技馆

学术中心 编

签发人：吉京杭

## 只靠减排, 还不够

摆在我们面前的巨大挑战.....	2
低碳技术.....	3
碳捕捉与封存技术.....	3
其他负碳技术.....	5
直面挑战.....	8



## 摆在我们面前的巨大挑战

1990年，全球温室气体年排放量为360亿吨二氧化碳当量；

2010年，全球温室气体年排放量为470亿吨二氧化碳当量；

2015年12月在巴黎举办的第21届联合国气候变化大会虽然取得成功，但二氧化碳排放仍将继续增长……使将本世纪升温幅度控制在 $2^{\circ}\text{C}$ 之内的目标更难达成。

2030年，按联合国巴黎气候变化大会协议推算，全球温室气体年排放量将达到540亿吨二氧化碳当量。

气候模型的结论相当一致：大气只能再接受12000亿吨 $\text{CO}_2$ 。如果超过这一限度，所有预测都表明，升温将超过 $2^{\circ}\text{C}$ 。这项“ $\text{CO}_2$ 预算”看似庞大，但以目前年排放400亿吨的速度计算，我们只剩下30年的排放量——之后人类就不能再排放1克温室气体，否则气候还将恶化……

信息已经相当明确：如果要在本世纪末将升温幅度控制在 $2^{\circ}\text{C}$ 以内，人类文明应当减少二氧化碳排放，以尽量避免气候灾难。我们必须节制。

然而，我们也必须明白，克制自己，其实还并不足以拯救气候——这是科学家的原话。减排，还不够。不只是一定要限制排放，而且还应该消除大气中部分 $\text{CO}_2$ 。而这一消除过程，只能依靠一些综合性的工程技术。

应对气候变化，需要低碳技术的支持。

## 低碳技术

低碳技术是指涉及电力、交通、建筑、冶金、化工、石化等多部门以及在可再生能源及新能源、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、二氧化碳捕捉与封存等领域开发的有效控制温室气体排放的新技术。简单来说,就是通过技术手段减少二氧化碳的排放量。一般可以分为三种类型:减碳技术、零碳技术、负碳技术。

**减碳技术**是指减少能源的使用或提高资源利用率。

由科学技术部、中国气象局、中国科学院和中国工程院联合多部门共同组织编写的《第三次气候变化国家评估报告》提到:2030年,能源供应部门CO<sub>2</sub>减排潜力可达45亿吨左右,工业生产过程减排潜力为7.7亿吨,造林和森林经营减排增汇潜力约4.92亿-8.11亿吨。

**零碳技术**是指利用新能源,如:风能、太阳能、潮汐能、核能等,实现零碳排放。

**负碳技术**是指以吸收大气中的CO<sub>2</sub>为目标的工程技术。目前主要包括碳捕捉和封存技术、碳化生物能、微藻固碳等。

以下主要介绍负碳技术。

## 碳捕捉与封存技术

目前,最典型的负碳技术是碳捕捉与封存技术(CCS)。在各种减排措施中,CCS被认为是应对全球气候变化的关键技术之一。

国际能源署研究预测(2012年),到2050年为实现“2°C”目标

而需要减排的温室气体总量中，提高终端能源效率可贡献 42%的减排量，使用可再生能源及核能可贡献 29%的减排量，排在第三位的 CCS 技术可贡献 14%的减排量。

CCS 技术的核心是通过捕集并将 CO<sub>2</sub> 封存在地下深部，使化石燃料的 CO<sub>2</sub> 排放与大气长期隔离的技术，包括碳捕捉、运输以及封存 3 个环节。

捕捉，指从工业生产或化石燃料燃烧所产生的气体中分离出二氧化碳；运输，即将分离出的二氧化碳进行压缩并运送到合适的地点进行存放；封存，一般是将二氧化碳注入在一定深度的地下岩层中使之与大气隔离。

二氧化碳捕捉技术早已有之，在气体处理和许多工业生产中，大规模的二氧化碳分离是常规程序，例如天然气的生产过程中就必须分离出二氧化碳。由于化石燃料燃烧产生的二氧化碳最多，应用于化石燃料发电站的 CCS 项目前景广阔。CCS 还可应用于所有工业项目，在钢铁等行业的 CCS 试验项目已开始建设。捕捉技术可分为 3 种：燃烧后捕捉、燃烧前捕捉及富氧燃烧捕捉。分离二氧化碳的基本原理是使用特定溶剂或材料进行吸收吸附，或使用薄膜，或低温进行分离等。

完成二氧化碳捕捉后，下一步是运送到储存地点。分离出的二氧化碳需要进行压缩以便于运输和储存，运输方式可通过管道或罐装两种。其中管道运输适用于运距合适、大批量的二氧化碳运送，经济性也较好。

CCS 技术的最后阶段是封存二氧化碳，一般要求注入合适的地下

岩层（距离地面至少 800 米）。封存地点主要有两类，其一是将二氧化碳回注入油气田，以达到埋存二氧化碳和提高油气采收率的双重目的，目前已发展出 CO<sub>2</sub> EOR（提高油田采收率）以及 CO<sub>2</sub> ECBM（提高煤层气采收率）等技术。其二是注入盐碱含水层或废弃的油气田。封存后，还将采用一系列传感技术监测二氧化碳在岩层间的存储情况。

作为一个整体系统，上述三个阶段对 CCS 项目均十分重要。现阶段碳捕捉、封存面临的技术挑战更多，投入成本也相对较高。

要说明的是，CCS 技术也有一定争议，例如碳捕捉阶段本身就会增加额外的能源消耗，且会降低化石燃料的燃烧效率，相当于为实现减排却又不得不增加排放；再如大规模的二氧化碳储存于地下，如何确保其不再泄露以及封存阶段的安全性也容易引发公众的担忧。

但是，它依然是目前公认的最有潜力的负碳技术之一。《第三次气候变化国家评估报告》中提到：二氧化碳捕集、利用与封存技术具有深度减排潜力，虽然当前总体处于研发示范阶段，但 2030 年仍有望达到每年数亿吨的减排潜力。

## 其他负碳技术

### 植树

种树，通过光合作用吸收二氧化碳：按理说，这是一种温和的解决方式。既然毁坏森林和草原给大气额外增加了大量二氧化碳，那么，情况可以逆转吗？林业碳汇是当前和未来重要的增加碳汇途径，减排与增汇应并举。然而，种树也不是没有问题。大规模造林侵占农业用

地，可能导致食物价格上涨等后续反应。而在新地域造林则不仅改变土地反照率，而且会使水文系统和局部气候发生变化。

## 碳化生物能

这种巧妙方法来自于乡野。农民用文火无氧焚烧作物残留；热解产生热量，留下的固体残余主要成分是碳；然后用这种木炭、即生物炭给农田施肥。这种古老方法具有可持续性，因为微生物对生物炭的降解非常缓慢。但是，目前这种二氧化碳捕集方法的持久性尚未确定，也不清楚发生火宅或改变土地用途会发生什么。而且，这种天然碳对土壤生态多样性是否会有影响呢？

## 微藻固碳

中国杭州低碳科技馆

生物固碳是地球上最原始也是最有效的固碳方式。微藻作为可以进行固碳的生物之一，具有光合速率高、繁殖快、适应环境能力强等优点。二氧化碳是微藻类进行同化作用中最重要的无机碳来源，理论上每公斤二氧化碳约可长出 0.57 公斤的蓝绿藻，并放出 0.73 公斤的氧气，显示微细藻类有很高的二氧化碳利用能力。目前利用微藻固碳，不外乎利用广大的土地面积进行浅水平面式的养殖，但因气体溶入不易，并不适合于回收废气中的二氧化碳等气体。又浅水平面式养殖池的有效光源仅限于接受日光的液面，单位土地面积的光照光合能量有限，无法进行高效率光合生物反应，整体固碳效率也相对低落到不具工业化潜力。

## 生物燃料制造

这是官方方案依托的解决方法。原理是种植作物、在电站焚烧，同时将放出的二氧化碳储存在地质层中。生物燃料制造和 CCS 一样是两种非常完善的技术。可惜的是，也和 CCS 一样，具有局限性。据科学家计算，生物燃料制造收集，需要侵占大量农田，并消耗全世界一大部分氮肥产量。

## 倾倒入石灰

海洋每年自发吸收数十亿吨二氧化碳，再将其转化为碳酸氢盐沉积物。方法很简单，我们也知道其中的化学反应：只需把生石灰倒进大海，使之更偏碱性，更适于溶解二氧化碳。科研人员认为，这一战略的效果应该会是立竿见影的，而且这些碳也不可能再回到大气中。只是，需要开采、焚烧、运输的矿石量似乎与石油工业处理的矿产量差不多。而且目前全球还没有足够的船只来撒播所需的石灰。

## 岩石的化学腐蚀

地质学家提及岩石的化学腐蚀：一部分二氧化碳随着雨水回到地面，与一些含硅酸钙、硅酸镁的岩石反应，形成了硅酸盐。大气中的二氧化碳正是以这种方式受到地质层的调节。这些矿石的分解速度很慢，但可以通过加大它与空气的接触面来加速这一进程。这一理念是开采地下矿石，并将其研磨成细粉，散播在地表。但按照每收集 1 吨二氧化碳需要 2-4 吨矿石计算，这一办法造成的破坏很可能和采矿业相差无几……除非利用现有的矿物残余。相关研究正在进行中。

## 直面挑战

当各国提出 2050 年减排 40%至 70%的目标设定时，本身已经暗含了大量的负排放。关于负排放，目前理论上已有一些解决的办法，但每种办法，都意味着要进行大量的工业投入。我们有没有准备好做出这些投入？

控制大气中的温室气体含量，应对全球气候变化，至今没有灵丹妙药。地球系统不会原谅任何放纵行为。除了一如既往地控制排放，不遗余力地减少排放，我们还应该从现在就开始研究，选择最适当的方法，找到最合理的技术支持。

或许几百年后的大气能恢复工业革命前的“纯洁”……但首先，我们必须直面等待着我们的真正挑战。

钱晶晶综合编辑

HANGZHOU LOW CARBON  
SCIENCE & TECHNOLOGY MUSEUM, CHINA

欢迎关注中国杭州低碳科技馆官方微信。  
查找微信号“zghzdtkjg”，或扫描右侧二维码。



---

报：中国科协、浙江省科协

送：中国科技馆、浙江省科技馆，市科协主席、副主席

---

总编：牛卢璐

校对：冯春华

---