

合成生物学与减碳

元英进

(中国科学院院士、天津大学教授)

摘要：中国科学院院士、天津大学教授元英进应邀出席于2024年8月2日召开的碳中和产业发展创新大会并发言，对合成生物学作为未来产业的重要性及其应用前景进行了系统分析。合成生物学的核心在于通过对DNA等遗传物质的人工设计合成来实现多种创新应用。中国当前已在合成生物学领域取得重要进展，利用酵母等生物催化剂实现了多项突破性研究，包括人工合成酵母基因组、高效生产化学品和DNA存储技术，并在减少碳排放和提升数据存储效率方面展现了巨大潜力。

关键词：合成生物学，DNA合成，碳中和，DNA存储，未来产业

元英进. 合成生物学与减碳. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷, 2024年8月, 总第66期. ISSN2749-9065

2024年8月2日，在中共江苏省委统战部的指导下，碳中和产业发展创新大会，以“共话‘双碳’，发展新质生产力”为主题，于江苏南京正式召开。

该大会汇聚了300余位部门负责人、专家学者、企业家代表等，为碳中和产业高质量发展贡献智技力量。中国科学院院士、天津大学教授元英进应邀出席并发言。

根据会场发言，对元英进院士的发言内容进行了整理，分享如下：

国家将合成生物确定为未来产业，因此我今天的发言可能相比现实产业稍有距离。合成生物产生的背后逻辑在于，人类发现物质结构后必然由合成方法构建。人类最早进行的是

尿素分子的合成。发现了DNA双螺旋结构和基因组解析生命奥秘后，必然走向合成生物。

世界上首位合成生物研究成功者是克雷格·文特尔(Craig Venter)，他于1993年说服美国能源部支持其研究，所以合成生物与能源是有关系的。2010年，文特尔发表了一篇关于化学合成和人造生命的文章，引起全球轰动。中国也高度重视以合成生物为代表的未来产业发展，并推进了诸多相关项目的实施。

当前，全球诸多国家都在关注合成生物学。美国继《2022年芯片和科学法案》后，专门签署了一项启动国家生物技术和生物制造倡议的行政命令，其中34个目标由合成生物学支撑。此外，美英两国于2023年



达成《大西洋宣言》，宣布将在合成生物领域进行合作。美国的主要目标是解决气候变化、食品和供应链，以及人类健康等问题。由此可见，合成生物将助力于实现碳中和，比如其原料来源，美国就提出依旧要使用的农林废弃物等生物质作为碳源，通过合成生物技术路线制造所需要的产品。

我们团队在合成生物的探索中选择了酵母，并解决了合成生物缺陷的科学难题，开发了锁定缺陷方法和精准修复方法，团队合成出了酵母的V和X号染色体。通过此项合成生物技术，我们可以改造诸如酵母这样的生物催化剂，用于生产有价值的产品。比如，可以作为构建细胞的工厂，利用可再生生物质资源，减碳的同时，生产生物基化学品；团队在燃料汽油、生物柴油和高密度燃料方面做了很多探索，利用合成生物生产燃料。

我们也利用合成生物学生产了一系列其他产品，据估算，如果利用生物方法可能减排5000万吨二氧化碳，这对我国总体碳减排而言，贡献十分有限。但如果能够量大面广地借助光电，在光电细胞固碳这方面有所部署，可以发挥巨大作用。比如，我们在光驱还原和电驱还原方面，对固氮和固碳进行了深入研究。宋浩教授在电能细胞方面做了很多探索，研究

出产电细胞和噬电细胞，产电可以利用废弃生物质以供应传感器，而在噬电后就可以做化学品。张卫文教授利用光合蓝细菌，生产高质的化学品方面也做了诸多探索。

进一步，我们也能实现大规模合成DNA，将合成DNA用于DNA数据存储。当前，世界上所有的数字信息都是“0”与“1”的二进制，而DNA则由“A”、“T”、“C”、“G”四种碱基组成，二进制数字信息转化为四进制就可以实现DNA编码，编码之后合成DNA就实现了DNA数据存储，需要时通过测序即可读出。例如，我们团队提出的分层编码，达到每克DNA能存储1800PB数据，存储密度非常高。我们把一部彩色电影编码在DNA中存储，读出时边测序、边输出，也能够将其测序播放出来，读出速度可达到每秒500kb，完全支持电影的实时播放存储，50MB的电影读出只需要16分钟即可实现。

据估计，针对EB级数据，如果采用传统数据存储技术，数据中心所占的面积应该是7万平方米。而如果采用DNA存储，单个房间占地面积即可。DNA是非常稳定的，具备存储周期非常长，维护成本非常低的明显优势。人类目前已进入数据时代，存储大量数据的耗能极高，因此使用DNA存储



便成为了一个重要选项，它也被美国半导体工业协会认为是四种主要存储介质之一。所以，合成生物学应用于信息领域的数据存储，也是减碳的一个方面。

为了促进行业发展，天津大学率先建设了合成生物学这个新工科专

业，先是建设了研究生专业，而后又建设了本科专业，目前已形成包括本科生、硕士生和博士生各个层次的完备人才培养体系。由本专业培养出的学生都受到了国内外的广泛欢迎。

