

在细胞电路的基础上，通过人工设计来做创新药物、功能材料、能源替代品。“有人说合成生物学可以实现人造生命，这是一次生物学的科学思维革命，崭新的生命科学发展，2018年合成生物学三位先驱已经获得了诺贝尔奖。”

樊春海说，半导体合成生物学实际上由美国半导体联盟从2013年部署，代表了信息技术、生物技术的融合，2018年发布了半导体合成生物学路线图之后，我国相关部门感到非常重要，马上组织人员开始调研，“比美国晚了一些，但大家觉得这是一个很重要的事情，我们应该做”。

调研发现，半导体合成生物学路线图中，DNA大数据存储是半导体合成生物学的核心问题。随后，DNA大数据存储和量子计算、量子通信等作为前沿技术的代表，写入了国家“十四五规划”，国家表示要加快布局。

2020年，全世界数据是44个ZB，也就是440万亿个字节，到2025年将达到1750万亿字节。全世界要把这样44个ZB数据存下来，使用的电量可能就是整个三峡大坝的发电量，而此外，需要付出的人力、物力、财力、占地都是非常大的问题。这么大的数据里面，90%是极少被调用的“冷数据”，但是又必须把它存下来。这对电子存储来说是一个巨大的挑战，因为现在电子存储技术的寿命基本上只能在几十年的量级。

不仅是存储，传输也变成巨大的问题。2019年发布黑洞数据，形成了非常美丽的黑洞图案，它一晚上收集数据就是5个PB，要用1万



块硬盘才可以把它存下来，这几乎没有办法用互联网传输，而是用飞机来运输，这已经超越了我们传统上对数据认识。随着采集数据的量越来越大，数据到底该如何传输？

樊春海说，在这样的挑战下，DNA数据存储异军突起，大家觉得前景是无限的，因为DNA就是A、T、C、G这四个碱基，如果合成出来实际上就是信息编码、写入过程，用测序技术，就能把信息读取和解码出来。

但在1988年有人提出用DNA存储信息时，大家都觉得这是一个科学家的奇思妙想，看不到任何应用的场景。2015年，微软首先提出要立项用DNA做信息存储，2018年他们首次实现了200兆存储。华为在2019年公布了创新2.0的路线图，提出4项改变未来的科技，其中一项就是投资DNA存储，突破数据存储的容量极限。

“1000万块硬盘的数据用50克

上图：樊春海（左一）45岁当选为中国科学院院士，是目前上海最年轻的院士。

DNA就可以存下来，随身带走，全世界44个ZB的数据200公斤DNA就可以存下来。”樊春海说，这是一个完全颠覆性的，可以满足数据爆炸情况下需求的新技术。这项技术带来超高的密度、超强的寿命、超低的能耗、超强的抗干扰能力。当然，现在DNA存储技术的实现还存在很大的挑战，在写入速度、写入成本、读取方式等方面都有待提高，但这既是挑战，也是机遇。

从宏观到微观，许多我们看上去仅仅是想象的东西，在樊春海的科学世界里，都是极具挑战性的国际前沿科学课题，蕴藏着改变我们生活的密码。在樊春海看来，“科学本身并没有学科边界，你用什么技术，物理还是化学，还是纳米技术等等，其实并不是那么重要，重要的是你发现一些新方法，用一些新技术，来观测、破译生命的奥秘”。（本栏目协办：上海市科学技术普及志愿者协会）